فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۱۵ شمارهٔ ٤ ، صفحهٔ ۳۸۵-۳۷٤ ، (۱۳۸٦)

بررسی تولید و هزینه تیمبرجک ٤٥٠C در دو جهت چوبکشی مخالف در سیستم بهره‌برداری ترکیبی (مطالعه موردی: جنگل آموزشی پژوهشی خیرودکنار نوشهر)

مهتاب پیرباوقار[۱]، هوشنگ سبحانی[۲]، جهانگیر فقهی[۳]، علی‌اصغر درویش صفت[۲] و محمدرضا مروی مهاجر[٤]

۱- دانشجوی دکتری جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. پست الکترونیک:bavaghar@nrf.ut.ac.ir
۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
٤- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۵ تاریخ پذیرش: ۸٦/۳/۲

چکیده

مدیران عملیات بهره‌برداری به دلیل افزایش سریع هزینه‌های تجهیزات، استهلاک زود هنگام آنها و تغییر روشهای بهره‌برداری از درختان بزرگ به سمت بهره‌برداری درختان کوچکتر، با کاهش سودآوری مواجه هستند. ساده‌ترین راه حل این مشکل، بهبود عملیات بهره‌برداری است که با استفاده از فن مطالعه کار می‌توان به اطلاعات مورد نیاز در این زمینه دست یافت. هدف این تحقیق ارائه مدل پیش‌بینی زمان چوبکشی و برآورد تولید و هزینه چوبکشی تیمبرجک ٤٥٠C در دو جهت چوبکشی مخالف و نیز تحت سیستم بهره‌برداری ترکیبی تمام تنه، گرده بینه بلند و گرده بینه کوتاه بسته به شرایط مختلف جنگل است. نتایج بررسی نشان داد که میزان تولید اسکیدر تیمبرجک در چوبکشی در جهت شیب مثبت ۱٦/۳۱ مترمکعب در ساعت و بیشتر از میزان تولید آن در چوبکشی در جهت شیب منفی (۱۲/۳۲ مترمکعب در ساعت) است. تغییر سیستم بهره‌برداری (سیستم ترکیبی یاد شده با میزان تولید ۱٤/۳۱ مترمکعب در ساعت) باعث افزایش میزان تولید در مقایسه با سیستم بهره‌برداری گرده بینه کوتاه (با میزان تولید ۸/۸۸ مترمکعب در ساعت) که در سالهای گذشته اجرا می‌گردیده، شده است. از آنجایی‌که چوبکشی با اسکیدر به‌صورت پیمانکاری انجام می‌شد، بنابراین بر اساس قرارداد موجود، هزینه چوبکشی به ازای هر مترمکعب ۱٤٥۰۰۰ ریال می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تولید، تیمبرجک ٤٥٠C، جهت چوبکشی، سیستم بهره‌برداری ترکیبی، مطالعه زمانی، هزینه.

مقدمه

بی‌شک بهره برداری چوب یکی از مهمترین و اصلی‌ترین اهداف سیستم مدیریت جنگل محسوب می‌شود. در عین حال که بیشترین درآمدهای یک واحد جنگل‌داری از بخش بهره‌برداری جنگل بدست می‌آید؛ عمده‌ترین هزینه‌ها نیز مربوط به این بخش است. طبق آمار، میزان هزینه‌های بخش بهره‌برداری بیش از ٦۰ درصد کل هزینه‌های یک واحد جنگل‌داری است که در ایران گاهی تا ۷۵ درصد هم می‌رسد. داشتن اطلاعات دقیق در زمینه کارآیی ماشین‌آلات جنگلی به‌منظور بهبود وضعیت اقتصادی یک پروژه، برای مدیران و پیمانکاران جنگل امری ضروری است (Brown *et al.*, 2002). برآورد تولید تجهیزات جنگلی، بخش مهمی از مدیریت هزینه‌ها در یک واحد جنگل‌داری است که با کاهش هزینه‌های عملیات همراه است (Davis & Kellogg, 2005).

سیستم بهره‌برداری از چهار مؤلفه اصلی قطع و تبدیل، حمل و نقل اولیه (کشیدن چوب یا انتقال هوایی از پای کنده به محل دپو)، بارگیری و انتقال ثانویه (حمل چوب‌آلات از محل دپو به کارخانه‌ها و مراکز مصرف) تشکیل شده است. بیشترین هزینه‌های سیستم بهره‌برداری مربوط به مؤلفه حمل و نقل اولیه است که به‌دلیل هزینه ساعتی بالای ماشین‌آلاتی است که در این بخش کار می‌کنند.

مدیران عملیات بهره‌برداری به‌دلیل افزایش سریع هزینه‌های تجهیزات، استهلاک زود هنگام آنها و حرکت تدریجی روش بهره‌برداری از بهره‌برداری درختان بزرگ به سمت بهره‌برداری درختان کوچکتر، با کاهش سودآوری مواجه هستند. راههای زیادی برای مقابله با این مشکل وجود دارد. ساده‌ترین و کم هزینه‌ترین راه، بهبود کارآیی عملیات بهره‌برداری است. برای رسیدن به این هدف، مدیریت نیازمند داشتن اطلاعات صحیح در ارتباط با اثر متقابل انسان و ماشینها و کارآیی آنها در جنگل است. یک روش برای بدست آوردن این اطلاعات ضروری، استفاده از فنون مطالعه کار (Work Study) است (Miyata *et al.*, 1981). عوامل مؤثر در چرخه کار، دست‌یابی به هزینه ماشین‌آلات، تأخیرهای کاری و علل آنها با تکنیک مطالعه کار امکان‌پذیر می‌باشد. در پی مطالعه کار، ارائه یک مدل پیش‌بینی زمان چوبکشی برای ماشین‌آلات کشنده چوب در جهت پیش بینی زمان و به‌دنبال آن برآورد هزینه انجام کار، در برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه کار به‌نحوی که مدیریت از امکانات موجود به بهترین نحو استفاده کند، کمک شایان توجهی خواهد نمود.

هدف این تحقیق، ارائه مدل پیش بینی زمان چوبکشی و برآورد تولید و هزینه چوبکشی تیمبرجک C٤٥٠ در دو جهت چوبکشی مخالف و نیز تحت سیستم بهره‌برداری ترکیبی تمام تنه، گرده بینه بلند و گرده بینه کوتاه با توجه به شرایط مختلف که در سال انجام تحقیق در جنگل آموزشی پژوهشی خیرودکنار نوشهر اجرا شد، می‌باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

مطالعه حاضر در پارسل ۱۱۸ بخش پاتم و پارسل ۲۱٤ بخش نم‌خانهٔ جنگل آموزشی پژوهشی خیرودکنار واقع در ۷ کیلومتری شرق نوشهر انجام شد. مشخصات توپوگرافی و جنگل‌شناسی پارسلهای یاد شده در جدول ۱ و موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. در پارسلهای مورد مطالعه نشانه‌گذاری به روش تک‌گزینی بوده و سیستم بهره‌برداری به صورت تمام تنه، گرده‌بینه بلند و در جاهایی که امکان این دو روش وجود نداشت به‌صورت گرده‌بینه کوتاه بود.

جدول ۱- خلاصه وضعیت توپوگرافی و جنگل‌شناسی پارسلهای ۱۱۸ و ۲۱٤

مشخصه	پارسل ۱۱۸	پارسل ۲۱٤
مساحت (هکتار)	۳۰	۳۸
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۷۸۰-۹۳۰	۹۵۰-۱۱۱۰
متوسط شیب (درصد)	۳۵	۳۰
جهت عمومی	شمال غربی	جنوب غربی
تیپ فعلی جنگل	راش- ممرز	راش- ممرز
موجودی در هکتار (سیلو)	۳۸٤	٤۵۳/۸٤

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران

مطالعه زمانی تیمبرجک ٤٥٠C

مطالعه زمانی (Time Study) یک ابزار اصلی مورد استفاده در مطالعه اثرات عوامل مدیریتی بر روی کارآیی سیستم‌های بهره‌برداری است (McDonald, 1999) که در طی سالیان متمادی در محاسبه هزینه‌های عملیات بهره‌برداری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Gardner, 1963). مطالعه زمانی یکی از روشهای مطالعه کار است. به‌منظور انجام این نوع مطالعه، ابتدا کار به اجزای مشخصی تقسیم شده و سپس زمان اجرای اجزای یک چرخه‌کاری اندازه‌گیری می‌گردد. در این بررسی، از روش زمان‌سنجی پیوسته (Continuous Time Study) استفاده شد که روش دقیقی است و برای بررسیهای علمی مناسب می‌باشد. در هنگام زمان سنجی اجزای مختلف کار، زمانهای مربوط به تأخیرهای مختلف کاری نیز اندازه‌گیری و علل آنها ثبت گردید. اجزای چرخه کار چوبکشی با تیمبرجک ٤٥٠C شامل زمانهای حرکت خالی (Empty Travel)، استقرار (Positioning)، باز کردن کابل وینچ (Release Winch)، بستن قلاب به دور گرده بینه‌ها (Hook)، جمع کردن کابل وینچ (Winching)، حرکت با بار به محل دپو (Travel Loaded)، باز کردن قلاب (Unhook) و دسته‌بندی (Piling) در محل دپو می باشد. برای اندازه‌گیری زمان از کرونومتری با دقت یک صدم ثانیه استفاده شد.

ارائه مدل پیش‌بینی زمان چوبکشی تیمبرجک ٤٥٠C

مدل در واقع ترکیب مناسبی از عوامل مؤثر بر یک سیستم است که از آن به‌منظور مطالعه سیستم استفاده می‌گردد. متداول‌ترین مدل در مطالعات کار، مدلهای رگرسیونی چند متغیره هستند که نتیجه آنها یک مدل

ریاضی پیش‌بینی زمانهای چرخه کاری است. متغیرهایی که بیشترین تأثیر را در کاهش باقیمانده تغییرات داشته باشند، وارد مدل می‌گردند.

به‌منظور صرفه‌جویی در وقت و هزینه، سعی شده است که در تهیه مدلها تا حد امکان مشخصه‌هایی که بیشترین تأثیر را بر مدل می‌گذارند، در نظر گرفته شوند و از وارد کردن مشخصه‌های جزیی خودداری گردد. در این تحقیق، مهمترین عوامل تأثیرگذار بر زمان چوبکشی همانند فاصله چوبکشی، شیب مسیر، حجم بار، تعداد بینه، طول مسیر وینچ کردن و شیب آن مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. سپس رابطه بین هر یک از متغیرها با زمان چوبکشی پس از ترسیم ابر نقاط مشخص گردید. به‌منظور بررسی اثر متقابل متغیرها از حاصل‌ضرب آنها به عنوان متغیرهای جدید استفاده شد. نتایج بدست آمده از ابر نقاط نشان دهنده خطی بودن رابطه بین برخی از متغیرها (متغیرهایی که در مدل وارد شدند) با زمان چوبکشی بود و متغیرهای دیگر نیز فاقد رابطه مشخصی بودند. در مرحله بعد با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام (Stepwise Regression)، متغیرها وارد فرایند مدل‌سازی شدند. ٦۹ چرخه کاری در جهت چوبکشی رو به بالا (Uphill Skidding) (حرکت ماشین با بار در جهت شیب مثبت)، ٤۰ چرخه کاری در جهت چوبکشی رو به پایین (Downhill Skidding) (حرکت ماشین با بار در جهت شیب منفی) و در مجموع ۱۰۹ چرخه کاری مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های مربوط به دو جهت مخالف چوبکشی از هم تفکیک شدند و برای هر کدام مدلی مجزا ارایه گردید. البته لازم به ذکر است که در هر یک از دو سری نمونه، ۲ نمونه به عنوان نمونه‌های شاهد به منظور احراز اعتبار مدل (Model Validation) حاصل کنار گذاشته شدند و در محاسبات مربوط به مدل‌سازی وارد نگردیدند.

محاسبه میزان تولید و هزینه سیستم

میزان عملکرد یک ماشین تولید، آن ماشین نامیده می‌شود که عبارت است از میزان متوسط حجم چوب خارج شده در واحد زمان. هزینه سیستم نیز مجموع هزینه‌های ماشین و کارگری است که طبق دستورالعمل FAO (ذکر شده در دستورالعمل تهیه طرح بهره‌برداری) قابل محاسبه است، اما از آنجایی که کار به صورت پیمانکاری انجام می‌شد، میزان هزینه به ازای هر مترمکعب چوب خارج شده از عرصه جنگل به دپو، بر اساس قرارداد منعقد شده، ملاک عمل قرار گرفت. در واقع هزینه واقعی که جنگل خیرودکنار متحمل می‌شود این هزینه است و محاسبات باید بر مبنای این هزینه مورد عمل قرار گیرد.

نتایج

مدل پیش‌بینی زمان چوبکشی با تیمبرجک ٤۵۰C

الف. چوبکشی در جهت رو به بالا

نتیجه بدست آمده از رگرسیون گام‌به‌گام بیانگر ورود اثر متقابل متغیرهای فاصله چوبکشی، شیب مسیر، حجم بار، تعدادبینه (DSVN) و همچنین اثر متقابل فاصله وینچ در شیب وینچ (D_2S_2) می‌باشد.

$$T = ۳/۷۳۱ + ٦/۵۷۳ \times ۱۰^{-٤} DSVN + ۲/۲۰۵ \times ۱۰^{-۳} D_2S_2$$

T: زمان خالص (دقیقه)

V: حجم بار (مترمکعب)

D: فاصله چوبکشی (متر)

D_2: طول وینچ (متر)

S: شیب مسیر (درصد) S_2: شیب مسیر وینچ (درصد)

N: تعداد بینه

$R^2 = ۰/۷۰۷$, $d_f = ٦٦$, $\alpha = ۰/۰۵$

میزان R^2 بدست آمده از مدل بیانگر این است که مدل برازش داده شده، ۷۰/۷ درصد از تغییرات متغیرها را نشان

می‌دهد. میزان F و سطح معنی‌داری بدست آمده در جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، نشان داد که مدل فوق در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس مدل

مدل	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
رگرسیون	۲	٥٨٥/٦٨	۲۹۲/۸٤	۷۷/۰۷	۰/۰۰۰
باقیمانده	٦٤	۲٤۳/۱۸	۳/۸		
مجموع	٦٦	۸۲۸/۸٦			

احراز اعتبار مدل

همان طور که ذکر شد به‌منظور اعتبارسنجی مدل بدست آمده، دو نمونه شاهد کنار گذاشته شد و در فرایند مدل‌سازی مورد استفاده قرار نگرفت. نرم افزار SPSS حدود اعتماد ضرایب مدل را در سطح ۵ یا ۱ درصد خطا به‌طور مستقیم در اختیار کاربر قرار می‌دهد (جدول۳). بنابراین بر مبنای آن حدوداعتماد مربوط به زمان کشیدن چوب برای هر نمونه شاهد محاسبه شد (جدول ٤).

جدول ۳- حدود اعتماد در سطح ۹۵ درصد برای ضرایب بکار رفته در مدل

مدل	حد پایین	حد بالا
ضریب ثابت	۲/۹۸٤	٤/٤۷۹
فاصله چوبکشی، شیب مسیر، حجم بار، تعداد بینه	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
فاصله وینچ در شیب وینچ	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳

جدول ٤- حدود اعتماد زمان چوبکشی در سطح ۹۵ درصد برای نمونه‌های شاهد

نمونه	مشخصات نمونه شاهد	حد بالای T	حد پایین T	حدود اعتماد
۱	D_2 S_2= ٤٤، DSVN = ۸۰۳/٤، T = ٤/۲۷	٥/٤۱	۳/۸۳	۳/۸۳<٤/۲۷<٥/٤۱
۲	D_2 S_2=۹۰، DSVN =۲۲۲۳، T = ٦/۰۸	٦/۹۷	٥/۳۰	٥/۳۰<٦/۰۸<٦/۹۷

با توجه به اینکه T مشاهده‌ای در محدوده حدود اعتماد مدل قرار می‌گیرد، می‌توان اظهار داشت که مدل بدست آمده در سطح ۹۵ درصد از اعتبار آماری لازم برخوردار است.

ب. چوبکشی در جهت رو به پایین

در این مورد متغیرهای فاصله در تعداد بینه و فاصله وینچ وارد مدل شدند.

$$T = ٤/٥٨۳ + ۱/٥۰۹ \times ۱۰^{-۲}\ DN + ۹/۹٦۱ \times ۱۰^{-۲}$$

T: زمان خالص (دقیقه)

N: تعداد بینه

D: فاصله چوبکشی (متر)

D_2: طول مسیر وینچ (متر)

$R^2 = ۰/٦٤٦,\ d_f = ۳۷,\ \alpha = ۰/۰٥$

میزان R^2 بدست آمده نشان می‌دهد که مدل ارائه شده، ٦٤/٦ درصد از تغییرات متغیرها را نشان می‌دهد. مقدار F

و سطح معنی‌داری بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان می‌دهد که مدل در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است.

جدول ۵- جدول تجزیه واریانس مدل

مدل	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
رگرسیون	۲	۲۲٦/٤۱	۱۱۳/۲۱	۳۱/۹۹	۰/۰۰۰
باقیمانده	۳۵	۱۲۳/۸٦	۳/۵٤		
مجموع	۳۷	۳۵۰/۲۷			

احراز اعتبار مدل

جدول ٦- حدود اعتماد در سطح ۹۵ درصد برای ضرایب بکار رفته در مدل

مدل	حد پایین	حد بالا
ضریب ثابت	۳/۰۸۵	٦/۰۸۱
تعداد بینه در فاصله	۰/۰۱۰	۰/۰۲
طول وینچ	۰/۰۵۳	۰/۱٤٦

جدول ۷- حدود اعتماد زمان چوبکشی در سطح ۹۵ درصد برای نمونه‌های شاهد

شماره نمونه	مشخصات نمونه شاهد	حد بالای T	حد پایین T	حدود اعتماد
۱	D_2 = ۳۵، D = ۸۰/۵، N = ۱، T = ۱۱	۱۲/۸۰۱	۵/۷٤۵	۵/۷٤ < ۱۱ < ۱۲/۸۰
۲	D_2 = ۲۹، D = ٤۰، N = ۱، T = ۱۱/۰۵	۱۱/۱۲۰	۵/۰۲۲	۵/۰۲ < ۱۱/۰۵ < ۱۱/۱۲

Tهای مشاهده‌ای در محدوده حدود اعتماد مدل قرار می‌گیرند، بنابراین این مدل نیز در سطح ۹۵ درصد از اعتبار آماری لازم برخوردار است.

محاسبه میزان تولید سیستم

الف. میزان تولید در چوبکشی در جهت رو به بالا

$$\text{تولید بر اساس زمان خالص (مترمکعب در ساعت)} = \frac{\text{متوسط حجم بار (مترمکعب)}}{\text{متوسط زمان خالص چوبکشی (دقیقه)}} \times ۶۰$$

$$\text{تولید بر اساس زمان خالص (مترمکعب در ساعت)} = \frac{۱/۸۸}{٦/۹۱٤۸} \times ۶۰ = ۱۶/۳۱$$

$$\text{تولید بر اساس زمان ناخالص (مترمکعب در ساعت)} = \frac{\text{متوسط حجم بار (مترمکعب)}}{\text{متوسط زمان ناخالص چوبکشی (دقیقه)}} \times ۶۰$$

تولید بر اساس زمان ناخالص (مترمکعب در ساعت) = $\frac{۱/۸۸}{۱۲/۸۴۶۹} \times ۶۰ = ۸/۷۸$

ب. میزان تولید در چوبکشی در جهت رو به پایین

تولید بر اساس زمان خالص (مترمکعب در ساعت) = $\frac{۲/۰۳۹۲}{۹/۹۲۸۷} \times ۶۰ = ۱۲/۳۲$

تولید بر اساس زمان ناخالص (مترمکعب در ساعت) = $\frac{۲/۰۳۹۲}{۱۶/۱۹۵۵} \times ۶۰ = ۷/۵۵$

به‌منظور مقایسه سیستم بهره‌برداری جدید (سیستم ترکیبی) با سیستم قبلی که در سالهای گذشته در همین منطقه انجام می‌شد (گرده بینه کوتاه)، از نظر میزان تولید، متوسط تولید خالص و ناخالص (بدون در نظر گرفتن جهت چوبکشی) نیز محاسبه گردید. مقدار تولید بر اساس زمان خالص برابر ۱۴/۳۱ و بر اساس زمان ناخالص برابر ۸/۱۶ مترمکعب در ساعت می‌باشد.

محاسبه میزان هزینه سیستم

بر اساس قرارداد موجود، میزان هزینه چوبکشی به ازای هر مترمکعب چوب از عرصه قطع به دپوی چوب در کنار جاده جنگلی معادل ۱۴۵۰۰۰ ریال بر مترمکعب است. بنابراین هزینه یک مترمکعب چوب در تولید ناخالص (با احتساب زمان تأخیر) ضرب شد و هزینه سیستم محاسبه گردید.

الف. هزینه سیستم (کل)

هزینه ساعتی سیستم = ۸/۱۶ × ۱۴۵۰۰۰ = ۱۱۸۳۲۰۰ ریال در ساعت

ب. هزینه سیستم (چوبکشی در جهت رو به بالا)

هزینه ساعتی سیستم = ۸/۷۸ × ۱۴۵۰۰۰ = ۱۲۷۳۱۰۰ ریال در ساعت

ج. هزینه سیستم (چوبکشی در جهت رو به پایین)

هزینه ساعتی سیستم = ۷/۵۵ × ۱۴۵۰۰۰ = ۱۰۹۴۷۵۰ ریال در ساعت

سرعت حرکت تیمبرجک C۴۵۰

سرعت حمل بار از تقسیم متوسط فاصله چوبکشی به متوسط زمان حمل بدست می‌آید. همچنین حاصل تقسیم متوسط فاصله چوبکشی به متوسط زمان حرکت خالی نشان دهنده سرعت حرکت خالی اسکیدر (بدون بار) می‌باشد.

الف: سرعت حرکت تیمبرجک (چوبکشی در جهت رو به بالا):

(متوسط شیب در چوبکشی در جهت شیب مثبت ۱۲/۵۵ درصد است)

سرعت حمل بار (متر در ثانیه) = $\frac{\text{متوسط فاصله چوبکشی (متر)}}{\text{متوسط زمان حرکت با بار (دقیقه)}} / ۶۰$

سرعت حمل بار (متر در ثانیه) = $\frac{۷۳/۵۲۶۹}{۱/۲۶۹۶} / ۶۰ = ۰/۹۶$

سرعت حرکت خالی (متر در ثانیه) = $\frac{\text{متوسط فاصله چوبکشی (متر)}}{\text{متوسط زمان حرکت خالی (دقیقه)}} / ۶۰$

سرعت حرکت خالی (متر در ثانیه) = $\frac{۷۳/۵۲٦۹}{۰/۸۱۳٦}$ / ۶۰ =۱/۵۱

به‌طورکلی متوسط سرعت چوبکشی در جهت رو به بالا ۱/۲۳۵ متر در ثانیه می‌باشد.

ب. سرعت حرکت تیمبرجک (چوبکشی در جهت رو به پایین):

(متوسط شیب در چوبکشی در جهت شیب منفی ۲۰/۳٤- درصد است)

سرعت حمل بار (متر در ثانیه) = $\frac{\text{متوسط فاصله چوبکشی (متر)}}{\text{متوسط زمان حرکت با بار (دقیقه)}}$ / ۶۰

سرعت حمل بار (متر در ثانیه) = $\frac{۱٦٤/۸٤}{۲/٤۳}$ / ۶۰ =۱/۱۳

سرعت حرکت خالی (متر در ثانیه) = $\frac{\text{متوسط فاصله چوبکشی (متر)}}{\text{متوسط زمان حرکت خالی (دقیقه)}}$ / ۶۰

سرعت حرکت خالی (متر در ثانیه) = $\frac{۱٦٤/۸٤}{۲/۳٦}$ / ۶۰ =۱/۱۶

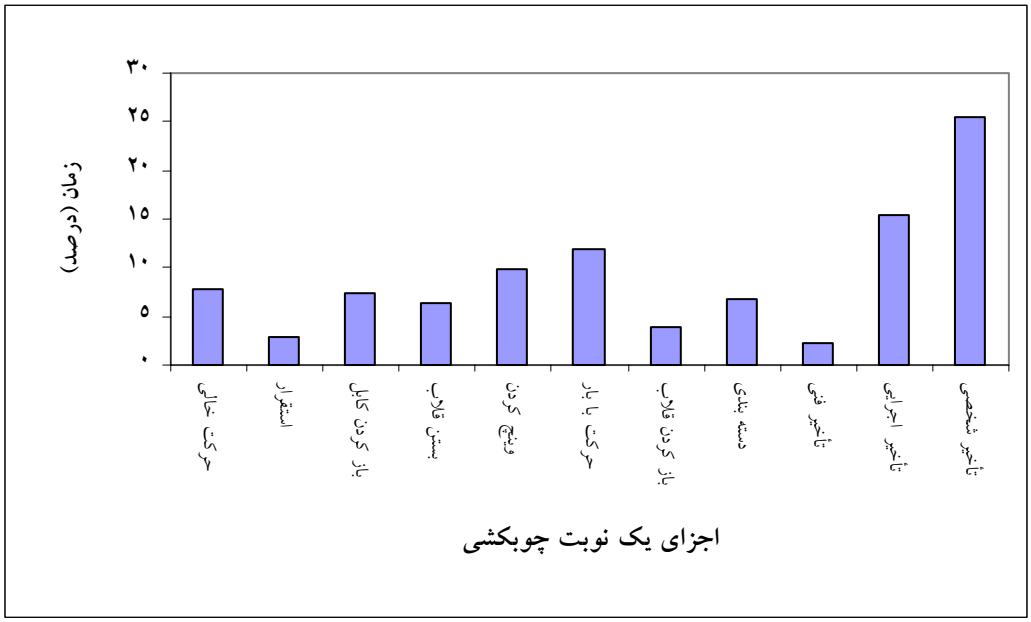
به‌طورکلی متوسط سرعت در چوبکشی رو به پایین ۱/۱٤۵ متر در ثانیه می‌باشد.

زمان کل و درصد مربوط به هر یک از اجزای چوبکشی

در میان اجزای چوبکشی، حرکت با بار با صرف ۱۲/۰۱ درصد زمان (۱۷۷/۲۸ دقیقه) بیشترین زمان را به‌خود اختصاص می‌دهد. وینچ کردن با صرف ۹/۹۳ درصد زمان در مرحله بعدی قرار می‌گیرد. برگشت خالی (۷/۷٤ درصد زمان کل)، باز کردن وینچ (۷/٤۰ درصد زمان کل)، دسته‌بندی (٦/۸۷ درصد زمان کل)، بستن قلاب (٦/۳۰ درصد زمان کل)، باز کردن قلاب (۳/۸۱ درصد زمان کل) و استقرار (۲/۸٤ درصد زمان کل) به‌ترتیب در مراتب بعدی قرار می‌گیرند. در کل زمانهای مربوط به وینچینگ (باز کردن کابل، بستن قلاب و جمع کردن آن) با صرف ۲۳/٦۳ درصد از کل زمان خالص چوبکشی، بیشترین میزان زمان را به خود اختصاص می‌دهند (جدول ۸).

تأخیرهای کاری و علل آن

در مجموع، نمونه‌های برداشت شده در چوبکشی در جهت‌های شیب مثبت و منفی، میزان کل تأخیرهای شخصی، فنی و اجرایی به‌ترتیب برابر ۳۷٤/۵۰ دقیقه (۲۵/۳۷ درصد زمان کل)، ۳٤/۷۳ دقیقه (۲/۳۵ درصد زمان کل) و ۲۲٦/۳٦ دقیقه (۱۵/۳۳ درصد زمان کل) محاسبه گردید. در مجموع ٤۳/۰٦ درصد از کل زمان را تأخیرها به‌خود اختصاص می‌دادند که زمان بسیار زیادی است.



شکل ۲- درصد زمان هر یک از اجزای چوبکشی نسبت به زمان کل

جدول ۸- زمان کل و درصد هریک از اجزاء کار چوبکشی با اسکیدر

اجزاء کار	تعداد	زمان کل (دقیقه)	درصد
حرکت خالی	۱۰۵	۱۱٤/۲۵	۷/۷٤
استقرار	۱۰۵	٤۱/۹۱	۲/۸٤
باز کردن وینچ	۱۰۵	۱۰۹/۲۳	۷/٤۰
بستن قلاب	۱۰۵	۹۲/۹۷	٦/۳۰
وینچ کردن	۱۰۵	۱٤٦/٦۷	۹/۹۳
حرکت با بار	۱۰۵	۱۷۷/۲۸	۱۲/۰۱
باز کردن قلاب	۱۰۵	٥٦/۲۳	۳/۸۱
دسته بندی	۱۰۵	۱۰۱/٤٦	٦/۸۷
تأخیر فنی	۱۸	۳٤/۷۳	۲/۳٥
تأخیر اجرایی	٤٥	۲۲٦/۳٦	۱٥/۳۳
تأخیر شخصی	٥۲	۳۷٤/٥	۲٥/۳۷
مجموع		۱٤۷٦/۱۷	۱۰۰

بحث

مطالعه عملکرد ماشین‌آلات به‌منظور اطلاع از میزان تولید و هزینه ساعتی آنها، برنامه‌ریزان را در انتخاب سیستم بهینه یاری می‌نماید. امکان برآورد زمان چوبکشی با استفاده از مدلهای پیش‌بینی زمان چوبکشی و به‌تبع آن برآورد هزینه چوبکشی، برای مسئولین واحد جنگل‌داری امکان تصمیم‌گیری در مورد تعداد نیروی کار، تعداد

ماشینهای مورد نیاز و میزان بودجه لازم با توجه به خروج حجم مشخص در مدت زمان مقرر را فراهم می‌سازد.

نتایج تحقیق نشان داد که میزان تولید اسکیدر تیمبرجک بدون احتساب زمان تأخیر در چوبکشی در جهت شیب مثبت (رو به بالا) ۱٦/۳۱ مترمکعب در ساعت و بیشتر از میزان تولید آن در چوبکشی در جهت شیب منفی (رو به پایین) (۱۲/۳۲ مترمکعب در ساعت) است. در تحقیقات گذشته (نقدی، ۱۳۷۵) مشخص شده بود که میزان تولید در چوبکشی در جهت شیب منفی بیشتر از جهت عکس آن است. مغایرت نتیجه بدست آمده در این تحقیق با تحقیقات قبلی به این علت است که در مورد منطقه مورد مطالعه در چوبکشی در جهت شیب مثبت، حداکثر فاصله چوبکشی ۱۹۰ متر (در بیشتر نمونه‌ها فاصله چوبکشی خیلی کمتر از این مقدار بود)، متوسط شیب طولی مسیر ۱۲/۵۵ درصد و شیب عرضی مسیر نیز خیلی ناچیز بود. عوامل ذکر شده سبب کاهش زمان چوبکشی و در نتیجه، افزایش میزان تولید شد. در چوبکشی در جهت شیب منفی، با وجود اینکه به نظر می‌رسد که سرعت حرکت به مقدار زیادی افزایش پیدا کند (شیب طولی حدود ۲۰/۳٤- درصد)، اما به دلیل شیب عرضی بسیار زیاد در برخی از قسمت‌های مسیر، قدرت مانور اسکیدر کاهش و در نتیجه سرعت حرکت به‌طورکلی کاهش یافت.

بدون در نظر گرفتن جهت چوبکشی، میزان کل تولید ۱٤/۳۱ مترمکعب در ساعت بوده است که در مقایسه با میزان تولید اسکیدر تیمبرجک در تحقیقی دیگر در جنگل خیرودکنار (جورغلامی، ۱۳۸٤) که برابر ۸/۸۸ مترمکعب در ساعت بود، بیشتر می‌باشد. علت این افزایش را می‌توان در تغییر نوع سیستم بهره‌برداری در جنگل خیرودکنار جستجو نمود. در سالهای گذشته سیستم بهره‌برداری گرده‌بینه کوتاه، در این جنگل اعمال می‌شد، درصورتی‌که در سال جاری (۱۳۸۵)، سیستم بهره‌برداری به‌صورت تمام تنه، گرده‌بینه بلند و در جاهایی‌که امکان کشیدن چوب به‌صورت فوق به علت تخریب زیاد به درختان باقیمانده وجود نداشت، به‌صورت گرده‌بینه کوتاه بود. به‌نظر می‌رسد این تحول در سیستم بهره‌برداری موجب افزایش کارآیی آن شده است. نقدی (۱۳۸۳) نیز در بررسی و مقایسه روشهای بهره‌برداری تمام تنه و گرده بینه به نتایج مشابهی رسید.

میزان تولید بدون احتساب زمانهای تأخیر، حدود ۷٦ درصد بیشتر از میزان تولید با احتساب زمان تأخیر است. در واقع مدیریت مطلوبتر کار چوبکشی کمک مؤثری در جهت کاهش هزینه‌ها و صرفه‌جویی در کار خواهد نمود. همان‌طور که ذکر شد ٤۳/۰٦ درصد از کل زمان را تأخیرها به‌خود اختصاص می‌دادند که زمان بسیار زیادی است و باید در جهت کاهش این تأخیرها تلاش شود. تأخیرهای شخصی مربوط به زمان استراحت، صرف صبحانه، ناهار و صحبت‌های شخصی حین کار بود که زمان زیادی صرف گردید که امکان تعدیل آنها وجود دارد. تأخیرهای فنی نیز مربوط به گیر کردن کابل در وینچ، پاره شدن کابل وینچ و نیز خاموش شدن دستگاه به‌علت نقص فنی بود که می‌توان با رفع نقایص، میزان آن را به حداقل رساند. قسمت عمده‌ای از تأخیرها، مربوط به تأخیرهای اجرایی بود (۵۸/۹۲ درصد از کل تأخیرها). این تأخیرها عمدتاً عبارت بودند از: معطلی برای بینه‌بری و معطلی‌های زیاد به‌علت گذاشتن لاستیک در اطراف درختان حاشیه مسیر برای جلوگیری از خسارات ناشی از تماس تنه‌های در حال کشیده شدن با تنهٔ درختان حاشیه مسیر. انجام این اقدامات قبل از شروع عملیات چوبکشی کمک مؤثری در کاهش این تأخیرها و در نتیجه افزایش راندمان کاری خواهد نمود. استفاده از چوکر برای جلوگیری از پاره شدن کابل اصلی و همچنین باز شدن آن در جریان چوبکشی و نیز در جهت کاهش معطلی اسکیدر برای بستن قلاب به دور گرده‌بینه مناسب می‌باشد.

کل زمان وینچینگ با صرف ۲۳/٦۳ درصد از زمان کل، زمان زیادی از چوبکشی را به‌خود اختصاص داده

است. فواصل بین مسیرهای چوبکشی در جنگل خیرودکنار حدود ۱۵۰ متر است و به‌علت رعایت اصول زیست‌محیطی و کاهش خسارت به عرصه جنگلی، نظارت قوی بر جریان کار وجود دارد و ماشین به‌هیچ وجه حق خارج شدن از مسیر را ندارد. بنابراین فاصله وینچ زیاد بوده و همین علت سبب افزایش زمان وینچینگ شده است.

از آنجایی‌که ماشین‌آلاتی که در بخش خروج چوب فعالیت دارند دارای هزینه ساعتی بسیار زیادی هستند، مطالعه و بررسی آنها به منظور سازماندهی کار ماشین‌آلات، کاهش تأخیرها و در نتیجه کاهش هزینه‌ها و افزایش راندمان کاری ضروری به‌نظر می‌رسد.

منابع مورد استفاده

- جورغلامی، م.، ۱۳۸٤. ارزیابی کارآیی، نرخ تولید و هزینه دو نوع ماشین چوبکشی کوچک و بزرگ مقیاس (مطالعه موردی: تاف و تیمبرجک). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، ۱۱۲ صفحه.
- نقدی، ر.، ۱۳۷۵. برآورد تولید و هزینه چوبکشی اسکیدر چرخ لاستیکی تیمبرجک در دو منطقه با وضعیت متفاوت از نظر جهت چوبکشی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، ۱۲٤صفحه.
- نقدی، ر.، ۱۳۸۳. بررسی و مقایسه روشهای بهره‌برداری تمام تنه و گرده بینه به منظور ارائه مدل مناسب شبکه جاده‌های جنگلی در حوزه نکا. رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور. دانشگاه تربیت مدرس، ۲۳۹ صفحه.
- Brown, M., Guimier, D., Mercier, S., Provencher, Y. and Turcotte, P., 2002. MultiDAT and Opti-Grade: Two knowledge-based electronic solutions for managing forestry operations more efficiently: 45 - 49, In: Kellogg, L., Spong, B. and Licht, P., (eds.). Proceedings of the Wood for Africa Forest Engineering Conference, Pietermaritzburg, South Africa, 2–3 July, 2002. Department of forest engineering, Oregon State University, Corvallis.
- Davis, C. and Kellogg, L., 2005. Measuring machine productivity with the MultiDat Datalogger: A demonstration on three forest machines, IN: 2005 Annual COFE proceedings, Fortuna, CA, 10 p.
- Gardner, R., 1963. New tools for harvesting. Pulp and paper, April 29: 73-75.
- McDonald, T., 1999. Time study of harvesting equipment using GPS-derived positional data. In proceedings of the forestry engineering for tomorrow, Edinburgh University, Edinburgh, Scotland, 28-30 June, 1999. 8p. http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/1411
- Miyata, E., Steinhilb, H. and Winsauer, Sh., 1981. Using work sampling to analyze logging operations, U. S. department of agriculture forest service, Research paper, NC-213, 8p.

Investigation on production rate and cost of Timberjack-450C in two skidding direction in combined harvesting system

M. Pir Bavaghar[1], H. Sobhani[2], J. Feghhi[3], A.A. Darvishsefat[2] and M.R. Marvi- Mohajer[3]

1- Ph. D. Student, faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran. E-mail: mahtab_bavaghar@yahoo.com
2 - Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
3 - Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
4 - Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.

Abstract

Managers of logging operation are faced with profit reduction due to rapid increases in equipment costs, rapid depreciation of equipment and changing logging systems from harvesting the large trees to the smaller ones. The simplest way to confront this problem is improving the efficiency of the logging operation. Using work study methods, the required information for this purpose can be obtained. The aim of this study was to develop skidding time estimation model, skidding unit cost and productivity estimation of Timberjack- 450C skidder in two skidding directions and under combined logging system (tree length, long wood and short wood systems depending on different situations). The results show that skidder productivity rate in uphill skidding is 16.31 m^3/hr and greater than its productivity in downhill skidding (12.32 m^3/hr). Changing of logging system (using combined system (with 14.31 m^3/hr productivity rate) rather than short wood system (8.88 m^3/hr) gives rise to the increase of productivity rate. The Timberjack- 450C production cost which was working under contract was 145000 rials/ m^3.

Key words: productivity, Timberjack- 450C, skidding direction, harvesting combined system, time study, cost.