

بررسی اسکیدر تیمبر جک C-450 از نقطه نظر بازدهی (تولید و هزینه) در جنگل‌های چوب و کاغذ مازندران

امیر حسین فیروزان^{۱*}، کامبیز براری^۲، رامین نقدی^۳، یاسر نوروزی میکال^۴، سیده رضوانه فلاح جای^۵

۱* و ۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگلداری، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

۳- دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگلداری، صومعه سرا، ایران، صندوق پستی: ۱۱۴۴

۴- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

۵- دانشگاه آزاد واحد لاهیجان، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

firou_zan@yahoo.com

چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد اسکیدر چرخ لاستیکی تیمبر جک C-450 در سیستم چوبکشی زمینی، سری سرخکلا از جنگل‌های تحت مدیریت شرکت صنایع چوب کاغذ انتخاب گردید. در منطقه فوق سیستم چوبکشی زمینی با جهت چوبکشی رو به پایین اجرا می‌شود. بدین منظور پس از مشخص نمودن اجزاء یک نوبت چوبکش از کنده تا دیوی کناره جاده که شامل زمان حرکت بدون بار، زمان استقرار و جابجائی، زمان باز کردن کابل وینچ، زمان بستن قلاب چوکر، زمان کشیدن کابل وینچ، زمان حرکت با بار، زمان باز کردن قلاب چوکر، زمان جابجائی و مرتب کردن تنه‌ها در دیو می‌باشد، تعداد ۵۰ مورد چوبکشی زمان سنجی شد. همچنین علاوه بر اندازه گیری زمان اجزای تشکیل دهنده یک نوبت چوبکشی در هنگام کار، فاکتورهای نظیر فاصله چوبکشی، حجم بار، شیب طولی، تعداد گرده بینه در هر نوبت، مسافت وینچینگ و شیب مسیر وینچینگ اندازه گیری شد. پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها معادله‌ی ریاضی پیش بینی زمان چوبکشی بدست آمد که بهترین مدل زمان انجام کار به صورت تابعی از متغیرهای مستقل فاصله چوبکشی؛ و حجم بار است. هزینه ساعتی سیستم ۶۵۰۹۶۷ ریال در ساعت برآورد شده است، به طوری که میزان تولید ساعتی اسکیدر برای مسافت چوبکشی ۵۲۵ متر بدون زمان تأخیرها برابر با ۱۱/۳۴۰ متر مکعب در ساعت و با احتساب زمان تأخیرها برابر با ۱۰/۷۷۰ متر مکعب در ساعت می‌باشد. به منظور تعیین هزینه چوبکشی از مدل پیشنهادی FAO استفاده گردید، که در منطقه‌ی مورد نظر با احتساب زمان تأخیرها برابر با ۵۸۹۰۴ ریال بر متر مکعب محاسبه گردید. زمان جابجائی و بلند کردن بینه‌ها در دیو سومین جزء زمانی مهم در اجزاء چوبکشی را به خود اختصاص می‌دهد.

کلمات کلیدی: اسکیدر چرخ لاستیکی، تیمبر جک ۴۵۰ سی، زمان سنجی، هزینه چوبکش.

مقدمه

امروزه فواید جنگل به دلیل گسترده‌گی دامنه آن به عنوان بستر حیات و زیر بنای حیات انسانی نام برده می‌شود. به اعتقاد اکثر اندیشمندان در سده های اخیر، منابع طبیعی شرط لازم برای توسعه و پیشرفت جوامع بشری بوده است، با این حال یکی از مهمترین معضلات بشر در هزاره‌ی جدید چگونگی ارتباط با منابع طبیعی می‌باشد. علم جنگل در ایران دیگر یک علم وارداتی نیست. در خصوص علوم مرتبط با علم جنگل، تحقیقات زیادی در جنگل‌های شمال کشور انجام گردیده است و نتایج حاصل از این تحقیقات در سازمان‌های اجرایی کشور به کار گرفته می‌شود. استفاده و لزوم بهره‌برداری از جنگل‌های شمال کشور برای مدیریت بهینه و ایجاد یک جنگل پایا مورد تأیید می‌باشد. چگونگی فاز بهره‌برداری از جنگل در قالب طرح جنگلداری آن طرح مشخص می‌گردد. یکی از ضروریات بهره‌برداری از جنگل تأمین مواد اولیه‌ی مورد نیاز بخش صنایع چوب می‌باشد. بهره‌برداری یک نیاز بیولوژیکی - اقتصادی و فنی می‌باشد و یکی از روش‌های بهره‌برداری مکانیزه و بهینه از جنگل به صورت سیستم‌های زمینی و توسط انواع skidder صورت می‌پذیرد. دستیابی به راهکارهای اصولی در امر بهره‌برداری نیازمند بررسی و نقد شیوه‌های اعمال شده در گذشته است. هدف اصلی از عملیات بهره‌برداری علمی، ارتقاء و توسعه فن آوری‌ها و بهبود استانداردهای بهره‌برداری در راستای کاهش خسارت و ضایعات وارده به درختان سرپا و تجدید حیات (حفظ عرصه و بستر جنگل و به حداقل رساندن کوبیدگی خاک)، کاهش ضایعات بهره‌برداری و هزینه تولید (افزایش راندمان تولید و تولید با ارزش افزوده بیشتر)

می‌باشد تا بتوان با حفظ محیط زیست از طریق استمرار تولید جنگل و توسعه اقتصادی و اجتماعی در راستای توسعه پایدار گام برداشت. استفاده‌ی پایدار از جنگل که مستلزم حفظ تولید رویشگاه است. ضرورت مسائل اکولوژیکی، زیست محیطی و اقتصادی طرح‌ها، مطالعه‌ی دقیق انواع دستگاه‌های موجود را از دیدگاه زیست محیطی و بازدهی و در نهایت رسیدن به توجیه اقتصادی و بیلان مثبت طرح‌ها ایجاب می‌کند تا با نتایج بدست آمده، ارگان‌های مسئول و مجریان طرح‌های جنگلداری از حداکثر پتانسیل و تولید با حداقل هزینه و خسارت استفاده نمایند. با تغییر تفکر روش جنگلشناسی در دو دهه اخیر به روش جنگلشناسی همگام با طبیعت و در پی آن تغییر شیوه‌ی پناهی به شیوه‌ی تک‌گزینی و با توجه به اینکه بیش از دو بار طرح‌های جنگلداری ما تجدید نظر شده‌اند و در هر بار از میزان برداشت کاسته شده در نتیجه میزان درآمد مجریان طرح‌ها نیز کم و به نوعی هزینه‌های بنگاه‌های بهره‌برداری از جنگل افزایش یافته است.

در بهره‌برداری سه اصل مهم همواره مد نظر قرار دارد:

- ۱- اصل تولید مستمر
- ۲- اصل بازده حداکثر
- ۳- اصل حداقل هزینه

با خرید و ورود ماشین آلات بهره‌برداری گران و با هزینه‌های متغیر بالا، و با موارد ذکر شده، متولیان آموزشی کشور را بر آن داشته تا مطالعاتی مرتبط با موضوع این تحقیق انجام گردد که با توجه به تحقیقات اندک، مختصری از این مطالعات بیان می‌گردد. نکته بارز در تمامی این تحقیقات مدنظر قرار دادن

چوبکشی، طول مسیر جمع آوری و ... را به عنوان فاکتورهای مهم تأثیرگذار بر روی بازدهی و هزینه سیستم بهره برداری معرفی نموده‌اند.

در این تحقیق با تعیین متغیرهای احتمالی مؤثر بر زمان انجام کار، میزان تأثیر آنها در زمان کل برآورد و مدل‌های ریاضی زمان انجام کار در هر یک از مراحل چوبکشی از پای کنده تا دپو و بارگیری بدست آمد. با استفاده از این مدل می‌توان در مناطق مشابه با تعیین مقادیر متوسط متغیرهای مؤثر در مدل، زمان انجام کار و هزینه را در هر مرحله پیش بینی نموده و بر اساس آن نیروی کار و ماشین آلات و بودجه را برآورد کرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این بررسی در پارسل ۸ از سری سرخکلا از جنگل‌های تحت مدیریت شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران که در تقسیمات جنگل‌های شمال ایران در حوزه آبخیز ۵۶ قرار دارد انجام گرفته است. محدوده‌ی سری بین طول جغرافیایی $17^{\circ} 52'$ تا $17^{\circ} 36'$ و عرض جغرافیایی $11^{\circ} 36'$ تا $11^{\circ} 57'$ قرار داشته که این سری جزء جنگل‌های میان بند محسوب می‌شود. پارسل ۸ دارای محدوده‌ی ارتفاعی ۵۰۰ تا ۷۴۰ متر از سطح دریا و شیب غالب زیر ۳۰٪ می‌باشد. جهت عمومی قطعه‌ی مورد نظر جنوب غربی می‌باشد. تیپ غالب جنگل ممرزستان و روش جنگلداری دانه زاد ناهمسال آمیخته و میزان برداشت ۱۵۹۰ متر مکعب می‌باشد. محل احداث دپو در کناره جاده کامیون رو در قسمت پایین پارسل قطع بوده، بنابراین جهت چوبکشی تماماً رو به پایین می‌باشد. نوع اسکیدر مورد استفاده در این تحقیق اسکیدر چرخ

ملاحظیات زیست محیطی در امر بهره برداری از جنگل بوده است.

لطفعلیان (۵) از فاکتورهای موجود در کار چوبکشی تنها عامل فاصله را در مدت زمان حرکت اسکیدر مؤثر دانست.

نقدی (۱)، با بررسی عملکرد (تولید و هزینه) اسکیدر چرخ لاستیکی تیمبرجک مدل C-450، پس از تعیین معادله ریاضی پیش بینی زمان چوبکشی برای منطقه مذکور، مشخص کرد که بهترین مدل زمان انجام کار به صورت تابعی از متغیرهای مستقل تعداد گرده بینه در هر نوبت چوبکشی، فاصله چوبکشی، حجم بار و شیب مسیر چوبکشی می‌باشد.

نجفی (۲)، با مطالعه و بررسی زمان سنجی بر روی اسکیدر HSM زمان یک نوبت چوبکشی را بسته به فاصله چوبکشی و تعداد بینه‌ها در هر نوبت چوبکشی اعلام کرد. همچنین بیان داشت شیب کمتر از ۲۰ درصد و به ندرت بیش از ۲۵ درصد با توجه به قدرت ماشین تأثیری در زمان و هزینه چوبکشی ندارد. وی رابطه معنی داری بین شیب مسیر و زمان چوبکشی به دست نیاورد.

آدامز (۶)، متغیرهای تأثیرگذار در چوبکشی از محل قطع به دپو را در نظر گرفت و نتیجه گیری کرد که متغیرهای اندازه‌ی گرده بینه، شیب متوسط، فاصله چوبکشی و حجم بار به عنوان مهمترین متغیرهای تأثیرگذار در چوبکشی از پای کنده یعنی قطع تا دپو می‌باشد.

تحقیقات مشابهی که توسط استنزل و همکاران (۷)، پولکی (۸) و السیون و آندرلسون (۹) در خصوص ارزیابی عملکرد سیستم‌های بهره‌برداری انجام شد، متغیرهایی نظیر اندازه بار، حجم بار تعداد بار، فاصله

لاستیکی C-450 می‌باشد. سیستم چوبکشی زمینی بوده و به صورت گرده بینه بلند و کوتاه به دپو منتقل گردید. طول مسیر چوبکشی ۱۱۵۰ متر می‌باشد که شامل دو مسیر چوبکشی بوده با دپو مستقل از هم. نوع اسکیدر مورد استفاده در این تحقیق تیمبر جک C-450 می‌باشد.

قطعه ۸

مساحت این قطعه ۵۳/۵ هکتار می‌باشد که ۵۰/۳۴ هکتار آن قابل کار بوده و ۰/۹۶ هکتار آن مربوط به سطح جاده اصلی بوده که از وسط قطعه عبور می‌نماید. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۵۰۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۷۴۰ متر می‌باشد. جهت عمومی قطعه غربی و جنوبی می‌باشد و از نظر پستی و بلندی دارای ناهمواری متوسط تا زیاد می‌باشد. حجم در هکتار ۴۰۰ متر مکعب و تعداد در هکتار ۲۷۴ اصله می‌باشد میزان پوشش علفی ۲۰٪ و رستی‌های مزاحم از نوع خاس و کوله خاس می‌باشد. حدود ۲۸ درصد از سطح جزء کلاسه ۳۰-۰ درصد می‌باشد و تا حدود ۱۴ درصد از سطح عرصه جزء کلاسه ۶۰-۳۱ درصد می‌باشد. حجم مصوب برای نشانه گذاری ۱۵۹۰ متر مکعب بوده که به میزان ۱۶۱۰ متر مکعب نشانه گذاری گردید و پروانه قطع صادر و بهره‌برداری از آن انجام شد.

روش مطالعه

زمان سنجی

در این مطالعه زمان با استفاده از ساعت کرنومتر دار ثبت و متغیرهای تأثیر گذار در حین عملیات اندازه گیری و در فرم مخصوص یادداشت می‌شود. به طوری که در هر سیکل چوبکشی زمان‌های مربوط به

کلیه‌ی اجزاء چوبکشی و دیگر متغیرها و تأخیرهای در حین کار به تفکیک به طور جداگانه ثبت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اجزاء یک سیکل چوبکشی در اسکیدر چرخ لاستیکی شامل زمان حرکت بدون بار، زمان استقرار و جابجائی، زمان باز کردن کابل وینچ، زمان بستن قلاب چوکر، زمان کشیدن کابل وینچ، زمان حرکت با بار، زمان باز کردن قلاب چوکر، زمان جابجائی و مرتب کردن تنه‌ها می‌باشد. علاوه بر این، متغیرهای مسافت چوبکشی (از کنده تا دپو)، تعداد بار در هر سیکل، نوع گونه، طول و قطر میانی بینه‌ها، شیب مسیر چوبکشی و شیب و مسافت وینچینگ نیز ثبت گردیده است. این بررسی به منظور برآورد تولید و محاسبه هزینه خروج هر متر مکعب چوب انجام گردید. برای زمان سنجی کار، در مطالعه کار مراحل چوبکشی به اجزا کوچک کاری تقسیم گردید و سپس زمان انجام هر جزء اندازه گیری گردید. به این ترتیب پس از پایان کار چوبکشی، زمان کل و زمان‌های صرف شده برای اجزای مختلف به دست آمد.

اجزای کار

زمانی را که اسکیدر از دپو وارد مسیر چوبکشی می‌شود و گرده بینه‌ها را از عرصه به دپو منتقل می‌کند زمان یک نوبت چوبکشی می‌گویند. در این مطالعه زمان‌هایی که در هر نوبت چوبکشی تفکیک شدند به قرار زیر جدا گردید:

- ۱- زمان حرکت بدون بار
- ۲- زمان استقرار، زمانی است که اسکیدر برای برگشتن جابجا می‌شود.
- ۳- زمان باز کردن و کشیدن کابل
- ۴- زمان بستن قلاب به گرده بینه

تولید می نامند و از تقسیم حجم کل بر مدت زمان کل بدست می آید.

$$P = \frac{V}{T}$$

P = میزان تولید (ساعت / متر مکعب)

V = حجم چوب خارج شده (متر مکعب)

T = مدت زمان لازم برای خروج چوب از جنگل (ساعت)

میزان هزینه ساعتی

از تقسیم هزینه سیستم بر میزان تولید، هزینه ساعتی بدست می آید.

$$C = \frac{TC}{PR}$$

C = هزینه چوبکشی (متر مکعب / ریال)

TC = مجموع کل هزینه ها (ریال)

PR = میزان تولید (ساعت / متر مکعب)

هزینه سیستم

حاصل جمع هزینه ماشین و هزینه پرسنلی، هزینه سیستم نامیده می شود.

$$C = MC + PC$$

C = هزینه سیستم

MC = هزینه ماشین

PC = هزینه پرسنل

هزینه ماشین

شامل هزینه های ثابت و هزینه های متغیر می باشد. هزینه های ثابت شامل سود سرمایه، بیمه، مالیات و هزینه پارکینگ می باشد. معمولاً در صدی از قیمت خرید ماشین و لوازم مربوط به آنرا به عنوان سود سرمایه در

۵- زمان جمع کردن وینچ

۶- زمان برگشت با بار

۷- زمان باز کردن قلاب در دپو

۸- زمان جابجایی و مرتب کردن در دپو

علاوه بر زمان های مذکور یکسری زمان های توقف یا تأخیر نیز در طول هر نوبت چوبکشی اسکیدر مشاهده می گردد. این تأخیرها به ۳ دسته تقسیم می شوند.

۹- تأخیر اجرائی

۱۰- تأخیر فنی

۱۱- تأخیر شخصی

برای تعیین حجم بار از فرمول هوبر استفاده شد

$$V = g_m \times l$$

حجم به متر مکعب = v

سطح مقطع میانی تنه به متر مربع = g_m

طول تنه به متر = l

جهت تعیین تعداد نمونه لازم از فرمول زیر استفاده شد و تعداد ۵۰ نمونه زمان سنجی ثبت شد

$$n = \frac{t^2 \times S^2}{E^2}$$

n: تعداد قطعه نمونه.

S: انحراف معیار بدست آمده از آماربرداری مقدماتی.

E: دقت مورد نظر که ۱۰ درصد متوسط زمان چوبکشی در نظر گرفته می شود.

t: ضریبی که به تعداد نمونه و سطح اعتماد مورد نظر بستگی دارد و از جدول t استیودنت بدست می آید.

میزان تولید ساعتی

مقدار حجم گرده بینه مورد عمل در هر نوبت چوبکشی از پای کنده تا دپو در واحد زمان را میزان

هزینه‌های پرسنلی نیز جزء هزینه‌های متغیر باید حساب گردد.

نظر می‌گیرند. که این درصد بستگی به نرخ سود بانکی دارد.

هزینه‌های متغیر شامل هزینه استهلاک و تعمیرات می‌باشد. معمولاً هزینه استهلاک را از تقسیم قیمت خرید به عمر مفید دستگاه حساب می‌کنند. هزینه تعمیرات نیز از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$MR = \frac{P - S}{N \times PH} \times f$$

MR = هزینه تعمیر

P = قیمت خرید

S = قیمت اسقاطی

Ph = ساعت کار مفید

f = فاکتور هزینه تعمیر

N = عمر مفید

قیمت اسقاطی را ۱۰٪ قیمت خرید و فاکتور هزینه تعمیر را برای اسکیدر ۰/۹ در نظر می‌گیرند. هزینه سوخت و روغن و فیلترها و هزینه سرویس و نگهداری و

نرخ سود سرمایه

بسته به اینکه نرخ سود سرمایه چه میزان در نظر گرفته شود، هزینه‌های سرمایه‌ای متغیر خواهد بود. در این تحقیق نرخ سود سرمایه همان نرخ سود بانکی یعنی ۱۶/۵ درصد در نظر گرفته شده است.

مدل هزینه چوبکشی

به منظور برآورد هزینه چوبکشی در اثر تغییر متغیرهای مختلف موثر بر هزینه چوبکشی در سیستم خروج چوب توسط اسکیدر از فرمول ارائه شده زیر استفاده شد (۱).

$$\text{هزینه سیستم (ریال)} * \frac{\{\text{متوسط زمان تلف شده (ساعت)} + \text{زمان یک نوبت چوبکشی (ساعت)}\} * \text{حجم چوب انتقال یافته (مترمکعب)}}{\text{متوسط در حجم هر نوبت چوبکشی (مترمکعب)}}$$

$$\text{هزینه چوبکشی (ریال / مترمکعب)} = \frac{\text{حجم چوب انتقال یافته (مترمکعب)}}{\text{متوسط در حجم هر نوبت چوبکشی (مترمکعب)}}$$

محاسبه هزینه خروج چوب توسط اسکیدر C-450

الف - اطلاعات پایه

- ۱- قیمت ماشین ۲۳۲۴۹۶۰۰۰۰ ریال
- ۲- قیمت اسقاطی ۲۳۲۴۹۶۰۰۰ ریال
- ۳- کارکرد سالانه مدلی ۱۲۰۰۰ ساعت
- ۴- کارکرد سالانه عملی ۱۶۰۰۰ ساعت
- ۵- قیمت هر حلقه لاستیک ۴۵۰۰۰۰۰۰ ریال
- ۶- کارکرد سالانه لاستیک ۵ سال
- ۷- نرخ سود سرمایه $i = 16/5\%$

۸- تعداد روز کاری مفید ۱۴۶ روز

۹- ساعت کار مفید دستگاه $PH = 146 \times 7 = 1022$

۱۰- فاکتور هزینه تعمیر $f = 0/9$

- هزینه ثابت (Fixed Cost)

$$D + I + T = \text{مجموع هزینه ثابت}$$

I: سود سرمایه:

$$I = A \times i$$

A = متوسط ارزش سرمایه گذاری (ریال)

$$\frac{(P - C)(N + 1)}{2N} + S A = 1331039600$$

$$I = 1331039600 \times 16/5\% = 219621534 \text{ ریال}$$

D: استهلاک:

$$D = \frac{P - S}{N} = \frac{2324960000 - 232496000}{20}$$

$$= 104623200 \text{ ریال}$$

T: بیمه و مالیات و گاراژ:

- بیمه: مجموع هزینه‌ی بیمه شخص ثالث و بدنه هر دستگاه تیمبرجک ۹۹۸۹۰۰۰ ریال می‌باشد که از تقسیم هزینه بیمه گذاری به عدد ۸۰۰ هزینه بیمه ساعتی را بدست می‌آوریم:

$$9989000 \div 800 = 12486 \text{ ریال/ساعت}$$

- مالیات: شرکت چوب و کاغذ مازندران برای اسکیدرهای خود مالیات پرداخت نمیکند.

- گاراژ: برای نگهداری از اسکیدر ها در پارکینگ هزینه لحاظ نمی شود.

$$T = (D + I) \times 10\%$$

$$T = (104623200 + 219621534) \times 10\% =$$

$$3242443$$

- مجموع هزینه‌های ثابت در ساعت کار مفید:

$$\frac{TFC}{PH} = \frac{I + D + T}{PH} = 348991 \text{ ریال/ساعت}$$

- هزینه های متغیر:

هزینه تعمیرات و نگهداری در ساعت:

$$MR = \frac{P - S}{N \times PH} \times f = 92133 \text{ ریال/ساعت}$$

هزینه سوخت روغن و گریسکاری:

$$FOLC = 10921 \text{ ریال/ساعت}$$

هزینه لاستیک:

$$T = 45000 \text{ ریال/ساعت}$$

هزینه کابل وینچ:

$$C = 2625 \text{ ریال/ساعت}$$

مجموع هزینه‌های ساعتی متغیر:

$$TC = MR + FOLC + T + C$$

$$TC = 92133 + 10921 + 45000 + 2625 = 150679$$

نرخ ماشین: MRH

$$\frac{MRH}{PH} = \frac{TFC}{PH} + TC \Rightarrow 348991 + 150679$$

$$= 499670$$

۴۹۹۶۷۰ ریال این ماشین در ساعت هزینه دارد.

هزینه اره موتوری:

هزینه زنجیر و سوهان + هزینه سوخت و روغن + هزینه

تعمیرات + هزینه استهلاک + سود سرمایه = هزینه

ساعتی اره موتوری

$$17132 = 1457 + 3000 + 1800 + 7200 + 3675$$

هزینه پرسنلی:

مجموع هزینه پرسنلی (هزینه راننده اسکیدر + کمک راننده + اره موتورچی + چوکر بند و کارگر همراه + هزینه لندروور) به قرار زیر است:

هزینه رانندگان اسکیدر:

هزینه سالانه محاسبه شده شامل حقوق، اضافه کار، بن لباس، پاداش، عیدی و ... برای یکسال برابر ۹۲۷۳۲۰۰۰ ریال می باشد. بنابراین هزینه ساعتی برابر است با:

$$۹۲۷۳۲۰۰۰ \div ۸۰۰ = ۱۱۵۹۱۵ \text{ ریال / ساعت}$$
هزینه لندروور:

هزینه روزانه هر دستگاه لندروور برای سرویس دهی به خدمه اسکیدر برابر با ۲۰۰۰۰۰۰ ریال است که با توجه به کارکرد ۱۴۶ روز کاری در سال برابر است با:

$$۲۰۰۰۰۰۰ \times ۱۴۶ = ۲۹۲۰۰۰۰۰ \text{ ریال / ساعت}$$

از آنجائیکه این لندروور ها بعد از سرویس دهی برای امور اجرائی و یا نظارتی نیز استفاده می شوند، نصف هزینه سالانه لندروور برای هر دستگاه اسکیدر منظور می گردد که به این ترتیب هزینه سالانه لندروور برای هر اسکیدر برابر است با:

$$۲۹۲۰۰۰۰۰ \div ۲ = ۱۴۶۰۰۰۰۰ \text{ ریال / ساعت}$$

$$۱۴۶۰۰۰۰۰ \div ۸۰۰ = ۱۸۲۵۰ \text{ ریال / ساعت}$$

هزینه سیستم (جمع کل هزینه گروه اسکیدر):

هزینه لندروور + هزینه پرسنلی + هزینه اره موتوری + نرخ ماشین = TOC

$$TOC = ۴۹۹۶۷۰ + ۱۷۱۳۲ + ۱۱۵۹۱۵ + ۱۸۲۵۰$$

$$TOC = ۶۵۰۹۶۷ \text{ ریال}$$

(هزینه ساعتی سیستم برای چوبکشی با دستگاه C450)

محاسبه هزینه چوبکشی:

با تقسیم میزان مجموع هزینه ها بر تولید ساعتی، هزینه چوبکشی قابل محاسبه است.

$$C = \frac{TC}{PR} = ۵۶۰۹۶۷ \div ۱۱ / ۳۴۰ = ۵۷۴۰۴$$

$$C = \text{هزینه چوبکشی (ریال / متر مکعب)}$$

$$TC = \text{مجموع کل هزینه ها (ریال)}$$

$$PR = \text{میزان تولید}$$

محاسبه هزینه چوبکشی با استفاده از مدل چوبکشی برای تیمبر جک C-450:

هزینه چوبکشی =

$$\frac{۲۱۵ / ۶۷۹ \times (۰ / ۳۷۰ + ۰ / ۰۲۰)}{۴ / ۳۱} \times ۶۵۰۹۶۷$$

$$۲۱۵ / ۶۷۹$$

$$= ۵۸۹۰۴ / ۲۰ \text{ ریال}$$

نتایج**مدل ریاضی پیش بینی زمان چوبکشی در****منطقه مورد نظر**

برای بدست آوردن مدل ریاضی پیش بینی زمان چوبکشی از برنامه SPSS و از آزمون گام به گام (Stepwise multiple regression) استفاده شد. تعداد ۲ نمونه، از نمونه های جمع آوری شده برای آزمون صحت و اعتبار مدل کنار گذاشته شد و در تشکیل مدل نهایی دخالت داده نشد. تعداد سیکل های مورد زمان سنجی ۵۰ نوبت بود.

جدول ۱: مشخصه های آماری از متغیر های اندازه گیری شده چوبکشی در منطقه مورد نظر برای C-450

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
تعداد بینه در هر سیکل	۲/۹۴	۱/۰۱	۱	۵
مسافت چوبکشی به متر	۴۰۳/۸۰	۱۸۷/۹۵	۹۰	۷۵۰
حجم در هر سیکل به متر مکعب	۴/۳۱	۱/۱۲	۱/۱۷	۷/۴۴
مسافت وینچینگ به متر	۱۸/۵۶	۵/۲۹	۹	۳۰
شیب مسیر چوبکشی به درصد	۱۱/۴۰	۳/۹۲	۲	۲۲
شیب مسیر وینچینگ به درصد	۴/۹۲	۲/۶۵	۰	۹

متغیرها در مدل دخالت داده شد. مدل چوبکشی تیمبر جک C-450 به قرار زیر است:

$$Y=1/459+0/030D+1/30V+0/191WD$$

Y = زمان چوبکشی به دقیقه

V = حجم بار به متر مکعب

WD = طول وینچ به متر

D = طول مسیر به متر

از بین متغیر های فاصله چوبکشی و شیب مسیر چوبکشی و تعداد و حجم بار و طول و شیب مسیر وینچینگ و اثر متقابل هریک از عوامل فوق در منطقه مورد مطالعه، تنها متغیر های فاصله چوبکشی و حجم بار تأثیر معنی داری بر RMS مدل داشت و وارد مدل پیش بینی زمان چوبکشی شد. مدل ریاضی پیش بینی زمان چوبکشی برای تیمبر جک C-450 برای منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید و متغیر های طول مسیر چوبکشی و حجم بار و طول وینچ به عنوان موثر ترین

جدول ۲: تجزیه واریانس مدل چوبکشی بر اساس فاصله و حجم و طول وینچ برای C-450

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	مجذور میانگین	ضریب F	R ²	Sig
رگرسیون	۲۲۶۵/۹۵	۳	۷۵۵/۳۲	۱۷۵/۰۶	۰/۹۱	۰۰/۰
باقیمانده	۱۹۸/۴۷	۴۶	۴/۳۱			
مجموع	۲۴۶۴/۴۳	۴۹				

- احراز اعتبار مدل سیستم چوبکشی توسط

اسکیدر تیمبر جک C-450

به منظور احراز اعتبار مدل ۲ نوبت از اطلاعات زمان سنجی را به صورت تصادفی از میان اطلاعات حاصل از زمان سنجی استخراج کرده و در ساخت مدل دخالت داده نشد. زمان اندازه گیری شده اطلاعات

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان میدهد که همبستگی فاصله و حجم و طول وینچ با زمان خالص چوبکشی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار می باشد و متغیر های به کار رفته در مدل تا ۰/۹۱ درصد تغییرات را نشان می دهد.

حاصل از زمان سنجی کنار گذاشته شد و با زمان برآورد شده توسط مدل و همچنین حدود اعتماد برآورد شده توسط مدل یعنی حد بالا و حد پایین مورد مقایسه قرار گرفت.

اگر زمان اندازه گیری شده توسط مدل و داده های برداشت شده در جنگل بین دو حد بدست آمده قرار گیرد، مدل از اعتبار لازم برخوردار است،
 $Y = 4/24 + 0/034 D + 1/87 V + 0/35 WD$ حد بالا
 $Y = 1/32 + 0/026 D + 0/744 V + 0/032$ حد پایین

جدول ۳: احراز اعتبار مدل چوبکشی توسط C-450

حدود اعتماد	زمان چوبکشی حاصل از مدل (دقیقه)	زمان واقعی چوبکشی
۱۸/۲۱ < ۲۸ < ۳۸/۱۲	۲۸/۱۳	۲۸
۱۹/۵ < ۳۰/۲۳ < ۴۰/۶۹	۲۹/۵۰	۳۰/۲۳

از جدول فوق می توان چنین نتیجه گیری کرد که زمان اندازه گیری شده بین دو حد بدست آمده قرار می گیرد بنابراین مدل از اعتبار لازم برخوردار است.

- استفاده از مدل هزینه چوبکشی برای بررسی تأثیر تغییر متغیرهای مختلف چوبکشی بر روی زمان و هزینه چوبکشی

برای تعیین تاثیر هر کدام از متغیرهای تاثیر گذار بر روی زمان و هزینه چوبکشی از مدل هزینه چوبکشی استفاده شد. بدین منظور با استفاده از مدل هزینه چوبکشی و با تغییر دادن هر کدام از متغیرها به تنهایی و ثابت فرض کردن سایر متغیرها در دامنه مورد مطالعه

اقدام به این کار شد، یعنی متغیرها در مدل چوبکشی برای تیمبر جک بطور یکسان افزایش داده شده و دیگر متغیرها ثابت فرض شد و میانگین آنها در مدل دخالت داده شد، از آنجا زمان چوبکشی بر ساعت محاسبه و با قرار دادن هر کدام از زمانهای چوبکشی در مدل هزینه چوبکشی، هزینه چوبکشی به ریال برای دستگاه اسکیدر محاسبه گردید. برای اینکار طول مسیر از حداقل ۱۰۰ متر تا حداکثر ۷۵۰ متر و برای حجم بار کشیده شده از ۱/۵ متر مکعب تا ۷/۵ متر مکعب و برای متغیر طول وینچ از حداقل ۹ متر تا حداکثر ۳۰ متر، در نظر گرفته شد و زمان و هزینه چوبکشی محاسبه گردید.

جدول ۴: اثر تغییرات متغیر طول مسیر روی زمان چوبکشی توسط تیمبر جک C-450

فاصله چوبکشی (متر)	زمان چوبکشی (ساعت)	هزینه چوبکشی (ریال)
۱۰۰	۰/۲۲۶	۳۲۲۳۶
۱۵۰	۰/۲۵۱	۴۰۷۶۷
۲۰۰	۰/۲۷۶	۴۳۷۸۷
۲۵۰	۰/۳۰۱	۴۸۳۱۶
۳۰۰	۰/۳۲۶	۵۱۳۳۶
۳۵۰	۰/۳۵۱	۵۵۸۶۶
۴۰۰	۰/۳۷۶	۵۸۸۸۶
۴۵۰	۰/۴۰۱	۶۳۴۱۵
۵۰۰	۰/۴۲۶	۶۶۴۳۵
۵۵۰	۰/۴۵۱	۷۰۹۶۵
۶۰۰	۰/۴۷۶	۷۳۹۸۵
۶۵۰	۰/۵۰۱	۷۸۵۱۴
۷۰۰	۰/۵۲۶	۸۱۵۳۴
۷۵۰	۰/۵۵۱	۸۶۰۶۴

جدول ۵: اثر تغییرات حجم روی زمان و هزینه چوبکشی توسط تیمبر جک C-450

حجم چوب انتقال یافته (متر مکعب)	زمان چوبکشی (ساعت)	هزینه چوبکشی (ریال بر متر مکعب)
۱/۵	۰/۳۱۷	۱۳۳۸۹۳
۲	۰/۳۲۸	۱۰۵۳۳۹
۲/۵	۰/۳۳۹	۸۸۱۴۳
۳	۰/۳۴۹	۷۸۰۱۲
۳/۵	۰/۳۶۰	۶۹۶۵۲
۴	۰/۳۷۱	۶۲۳۳۰
۴/۵	۰/۳۸۲	۵۷۵۳۹
۵	۰/۳۹۳	۵۳۷۳۸
۵/۵	۰/۴۰۴	۵۰۵۹۲
۶	۰/۴۱۴	۴۷۹۸۶
۶/۵	۰/۴۲۵	۴۵۷۸۲
۷	۰/۴۳۶	۴۳۸۹۳
۷/۵	۰/۴۴۷	۴۲۲۵۵

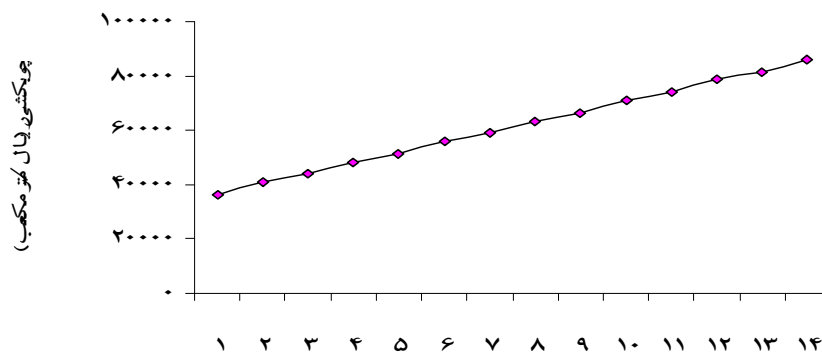
جدول ۶: اثر تغییرات طول وینچ روی زمان و هزینه چوبکشی توسط تیمبر جک C-450

طول وینچ (متر)	زمان چوبکشی (ساعت)	هزینه چوبکشی (ریال)
۹	۰/۳۴۸	۵۴۳۱۸
۱۲	۰/۳۵۷	۵۵۸۲۷
۱۵	۰/۳۶۷	۵۷۳۳۶
۱۸	۰/۳۷۶	۵۸۸۴۵
۲۱	۰/۳۸۶	۶۰۳۵۴
۲۴	۰/۳۹۵	۶۱۸۶۳
۲۷	۰/۴۰۵	۶۳۳۷۱
۳۰	۰/۴۱۵	۶۴۸۸۰

که در مدل چوبکشی اسکیدر C-450، تاثیر دارد به صورت نمودارهای زیر رسم گردید.

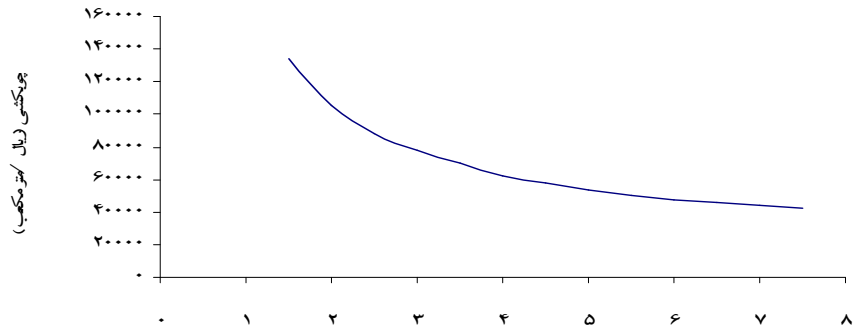
– اثر تغییرات متغیرهای موثر بر سیستم چوبکشی اسکیدر تیمبر جک C-450

نمودار پراکنش بعضی از متغیرها در ارتباط با زمان

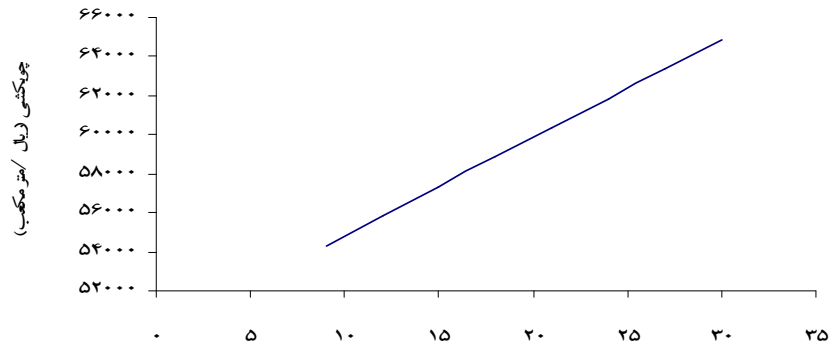


فاصله چوبکشی به متر

شکل ۱: اثر تغییرات متغیر فاصله چوبکشی در هر نوبت چوبکشی با زمان خالص چوبکشی



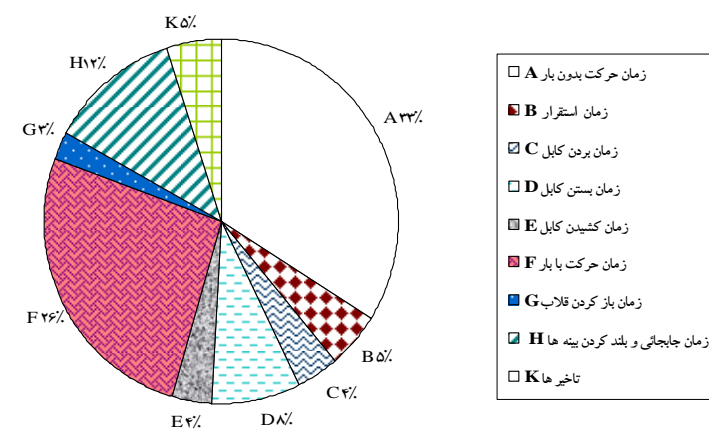
شکل ۲: اثر تغییرات متغیر حجم در هر نوبت چوبکشی با زمان خالص چوبکشی



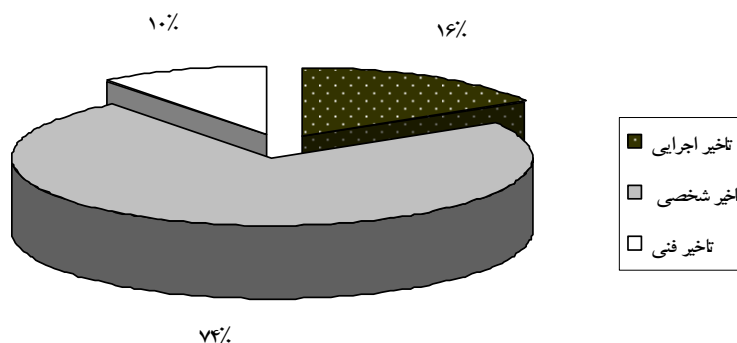
شکل ۳: اثر تغییرات متغیر طول وینچ با زمان خالص چوبکشی

با اسکیدر تیمبر جک C-450، متغیرهای فاصله و حجم و طول وینچ بیشترین تاثیر را در مدل داشته باشد.

با توجه به نمودارهای بالا و دقت در پراکنش هر کدام از متغیرها می توان انتظار داشت که با استفاده از رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام در چوبکشی



شکل ۴: میانگین هر یک از اجزای یک نوبت چوبکشی به تفکیک توسط C-450



شکل ۵: درصد هر یک از تأخیرها به تفکیک تأخیر اجرایی، فنی، شخصی

بار فاکتورهای بسیار مهمی در کارکرد اسکیدر علی الخصوص در زمان حرکت بدون بار و زمان حرکت با بار هستند. مطالعات نقدی (۴)، نجفی (۲) آدامز (۶)، نیز مؤید این مطلب است که فاکتور مسافت چوبکشی یک عامل بسیار تأثیر گذار در زمان چوبکشی می باشد و با افزایش مسافت چوبکشی، زمان چوبکشی نیز افزایش می یابد. متوسط میزان تولید ساعتی اسکیدر بدون زمان تأخیرها برابر با $11/340$ متر مکعب در ساعت و با احتساب زمان تأخیرها برابر با $10/770$ متر مکعب در ساعت می باشد. متوسط هزینه ی چوبکشی در منطقه ی مورد نظر بدون زمان تأخیرها برابر با 57404 ریال بر متر مکعب و هزینه ی چوبکشی با زمان تأخیرها برابر با 60442 ریال بر متر مکعب می باشد. تأخیرها در حین کار در منطقه ی مورد نظر 5% از کل زمان کار را به خود اختصاص می دهند؛ که میزان این تأخیرها در مراحل مختلف چوبکشی متفاوت می باشد. طبق شکل (۵) تأخیرهای شخصی در حین کار بیشترین میزان تأخیرها را به خود اختصاص داده است که بیشتر مربوط به فعالیت های شخصی و نشان از مدیریت نامناسب و عدم نظارت و کنترل مداوم کارشناسان بهره برداری بر پرسنل سازمان کار در چوبکشی زمینی در منطقه ی مورد مطالعه دارد. با مدیریت مناسب در حین کار

شکل (۴) میانگین هر یک از اجزای یک نوبت چوبکشی را نشان می دهد که زمان حرکت بدون بار و زمان حرکت با بار بیشترین جزء زمانی از اجزای یک سیکل چوبکشی را نشان می دهند (59%).

شکل (۵) درصد هر یک از تأخیرها را به تفکیک نشان می دهد. چنانکه مشاهده می شود تأخیر شخصی بیشترین درصد از زمان کل تأخیرها و تأخیر فنی و در نهایت تأخیر اجرایی می باشد. بطوریکه میزان تولید ساعتی اسکیدر بدون زمان تأخیرها برابر با $11/340$ متر مکعب در ساعت و با احتساب زمان تأخیرها برابر با $10/770$ متر مکعب در ساعت می باشد. هزینه چوبکشی در منطقه مورد نظر بدون زمان تأخیرها برابر با 57404 ریال بر متر مکعب و هزینه چوبکشی با زمان تأخیرها برابر با 60442 ریال بر متر مکعب می باشد.

بحث

در این بررسی پس از تجزیه و تحلیل داده ها و تعیین مدل ریاضی پیش بینی زمان چوبکشی برای منطقه ی مورد مطالعه، مشخص گردید که بهترین مدل زمان انجام کار به صورت تابعی از متغیرهای مستقل فاصله چوبکشی به متر و حجم بار به متر مکعب و طول کابل وینچ می باشد. عوامل مسافت چوبکشی و حجم

می‌توان زمان تأخیرها را کاهش داد. تأخیرهای فنی در حین کار پس از تأخیرهای اجرائی بیشترین زمان را به خود اختصاص داده است که مدیریت زمان و استفاده از تکنیک‌های خاص در حین کار علاوه بر افزایش عمر مفید ماشین آلات، باعث افزایش زمان‌های مصرفی و کاهش زمان تأخیرها خواهد شد. زمان جابجائی و بلند کردن بینه‌ها، پس از زمان حرکت بدون بار و با بار در کل اجزاء چوبکشی بیشترین درصد از زمان کل را به خود اختصاص داده است (شکل ۴) که علت را می‌توان در تجمع زیاد بینه‌ها در دپو و عدم بارگیری به موقع بینه‌ها در نتیجه نبود فضای مناسب جهت مانور اسکیدر جستجو نمود. از اینرو نظارت و مدیریت صحیح در مناطق مورد بهره‌برداری می‌تواند موجب کاهش زمانهای غیر مفید و افزایش راندمان کاری شود. بطوریکه جنگل‌های شمال به دلیل شرایط حساس اکوسیستم و پرشیب بودن مناطق برداشت و حساسیت خاک و خروج چوب آلات با استفاده سیستم‌های چوبکشی زمینی نیازمند شدید به مدیریت در حین کار خواهد بود. زمان باز کردن قلاب کمترین زمان را در کل مطالعات زمانی، به خود اختصاص داده است. با مطالعه‌ی میانگین نمودار هر یک از اجزا یک نوبت چوبکشی (شکل ۴)، می‌توان پی برد، در دستگاه تیمبر جک C-450 تمام اجزا کاری که مربوط به وینچ می‌شود، از زمان کمی برخوردار بوده است. با بررسی دقیق و مطالعه در حین کار ماشین، مشخص گردید که موارد ذکر شده مربوط به قدرت وینچ و محل قرار گرفتن قرقره وینچ می‌باشد. قدرت وینچ در تیمبرجک C-450 حداکثر ۶۰۰۰۰ پوند می‌باشد که دارای قدرت زیاد بوده و دلیل آن هم به شرایط کوهستانی بودن جنگل‌های کشور سازنده (کانادا) و

نوع گرده بینه‌های آن‌ها مربوط می‌باشد. در ضمن ارتفاع قرار گرفتن قرقره وینچ از سطح زمین ۲/۱۰ متر می‌باشد و این مسئله در کشیدن کابل و باز کردن قلاب به چوبکرنند کمک کرده و زمان کمتری صرف می‌شود چون شیب کابل، کمک می‌کند تا چوبکرنند راحت‌تر با کابل و قلاب مانور دهد. در یک نوبت چوبکشی، زمان حرکت با بار یا زمان رفت و زمان حرکت بدون بار یا زمان برگشت، مستقیماً متأثر از طول مسیر چوبکشی می‌باشد، که هر چه طول مسیر طولانی‌تر باشد، زمان در این دو متغیر نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه هزینه زیاد می‌شود. اما در مورد دیگر متغیرهای موجود در یک نوبت چوبکشی که هر کدام به تنهایی درصد کمی از زمان کل یک نوبت چوبکشی را دارا می‌باشند، باید گفت که این متغیرها بستگی به تکنیک کار دارد که آنهم با مهارت و آموزش و تجربه و نظارت دائم قابل تقلیل می‌باشد. مثلاً در تحقیق مذکور در حین جمع‌آوری اطلاعات صحرائی مشاهده گردید که آج لاستیک تیمبرجک فرسوده و سائیده شده بود و این مسئله موجب حرکت کند اسکیدر در پاره‌ای موارد بود زیرا که گاهی اوقات به علت کوتاه بودن آج لاستیک، چرخ‌ها دچار هرزگرد نامحسوس بوده و راننده اسکیدر برای کنترل این موضوع به ناچار از سرعت اسکیدر کم می‌کرد. از اینرو نتایج این تحقیق و استفاده از آن برای مدیریت واحد بهره‌برداری در جهت آگاهی از مقدار کارایی ماشین آلات در شرایط چوبکشی متفاوت به شمار آید.

پیشنهاد می‌گردد قبل از شروع هر کاری در بخش بهره‌برداری از جنگل ابتدا پرسنل سازمان کار در کار مربوطه توسط کارشناسان مجرب و یا توسط اساتید دانشگاه آموزش لازم را ببینند. این آموزش‌ها باید هم

از نظر ایمنی و هم از نظر فنی باشد. دیده شده که متأسفانه گاهی به علت پایین بودن رده شخصیت کاری مثل کارگر چوکر بند یا کارگراره موتور جی، به آموزش این افراد اهمیت داده نمی‌شود در صورتیکه در حلقه چرخه سازمان کار، این مشاغل از اهمیت کلیدی برخوردار بوده و با آموزش درست این افراد می‌توان تولید ساعتی را افزایش و به دنبال آن هزینه‌ها را کاهش داد. بر اساس تجربیات و مشاهدات عینی بارها دیده شده، حجم باری که در هر نوبت چوبکشی توسط تیمبر جک C-450 کشیده می‌شود، کمتر از قدرت واقعی اسکیدر می‌باشد. میزان حجم بار که بستگی به تعداد و یا قطر گرده بینه‌ها دارد، توسط چوکر بند یا راننده اسکیدر تعیین می‌گردد که این مورد اصلاً درست نیست و باید با آموزش این افراد و یا با حضور تکنسین بهره بردار در عرصه، این میزان تعیین گردد.

مسیرهای چوبکشی قبل از قطع درختان نشانه گذاری شده طراحی و احداث گردد، به طوری که این مسیرها دارای حداقل پیچ باشد، زیرا دیده شده اگر مسیری دارای پیچ باشد اسکیدر در حین برگشت با بار، گرده بینه‌ها به درختان اطراف پیچ‌ها گیر کرده و راننده اسکیدر برای رهایی از این کار وینچ را شل کرده و وقتی در موقعیت مناسبی قرار گرفت اقدام به جمع کردن کابل می‌کند، این کار هم مستلزم صرف زمان بوده و هم باعث صدمه به درختان اطراف مسیر می‌گردد. متولیان آموزشی کشور و اساتید دانشگاه‌ها در موارد مختلف، بخصوص کاهش هزینه‌های بخش‌های مختلف در ارتباط با بهره‌برداری از جنگل، نگران بوده و اقدام به تحقیقات مختلف در این زمینه‌ها می‌نمایند اما مسولین و مجریان طرح‌های جنگلداری و صنایع چوب که هزینه‌ها را باید آن‌ها پرداخت نمایند،

از نتایج این تحقیقات آگاه نبوده و یا به دست آن‌ها نمی‌رسد و یا به آن اهمیت نمی‌دهند. در صورتی که با مطالعه این نتایج، مخصوصاً مدل ریاضی پیش بینی چوبکشی در منطقه مورد نظر و یا مناطق مشابه، می‌توانند به ترکیب مناسبی از نحوه‌ی انجام کار دست یابند و در مدیریت واحد بهره‌برداری از مقدار کارآیی ماشین آلات و آمایش افراد سازمان کار، در شرایط چوبکشی متفاوت آگاهی یابند. در این تحقیق مشخص گردید که افزایش تولید به آموزش و مهارت خدمه اسکیدر و شرایط و قدرت فنی اسکیدر و شرایط جنگل بستگی دارد. آموزش و مهارت و نیز شرایط فنی اسکیدر تحت کنترل مدیر بهره برداری می‌باشد که در این دو مورد باید انرژی بگذارد اما شرایط جنگل از کنترل ما خارج می‌باشد.

سپاسگزاری

بر خود لازم می‌دانیم از کلیه افراد و همکارانی که در این تحقیق به ما یاری رساندند، تشکر و قدردانی نماییم.

منابع

۱. نقدی، ر.؛ رأفت‌نیا، ن.؛ جلالی، غ. و حسینی، س. م.، ۱۳۷۵. بررسی عملکرد اسکیدر چرخ لاستیکی تیمبر جک مدل ۴۵۰C در جنگل‌های حوزه سفارود گیلان. مجله منابع طبیعی ایران. ۵۷: ۶۷۵-۶۸۷.
۲. نجفی، ا.؛ سبحانی، ه.؛ مخدوم، م.؛ مروی مهاجر، م. ر.، ۱۳۸۶. بررسی زمان سنجی و هزینه یابی اسکیدر اچ اس ام ۹۰۴. مجله منابع طبیعی ایران. ۶۰: ۳۰۶-۹۳۰.

6. Adams, P. W., 1997. Soil and water conservation; An Introduction for Woodland Owners. Oregon State University extension service Ec 1143. 4 P.
 7. Stenzel, G.; Walbrige, A. and Pearce, J., 1985. Logging and pulpwood production, John Wily & sons. Inc. 353 PP.
 8. Pulkki, R., 2004. Cut – to – lengh, tree – lengh or full tree harvesting? Available from the internet; <http://google.com>. 14 PP.
 9. Andersson, G. and Elisson, L., 2003. Effects on tree harvesting methods on harwarder productivity in final felling. Proceedings 2nd forest engineering conference, Vaxgo, Sweden May, 5 PP.
۳. میر محمدی میدی، ع. م.، ۱۳۷۸. روش تحقیق در علوم زیستی با تاکید بر کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. شماره ۲۰۷۶، چاپ سوم، ص ۳۰۲.
 ۴. نقدی، ر.، ۱۳۸۳. بررسی و مقایسه روش‌های بهره برداری تمام تنه و گرده بینه به منظور بیان مدل مناسب شبکه جاده‌های جنگلی در حوزه نکا. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۳۹ صفحه.
 ۵. لطفعلیان، م.، ۱۳۸۰. بررسی عوامل موثر در تعیین تراکم بهینه شبکه راه‌های جنگلی. رساله دکتری از دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. ص ۱۲۹.