Archive of SID

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و دوم، شماره چهارم، ۱۳۹٤
http://jwfst.gau.ac.ir

ارزیابی کارایی سرعت اسکیدر چنگال‌دار HSM 904 در شیب‌های طولی مختلف مسیر چوبکشی

محمود عباسی[۱]، ستار عزتی[۲]، اسماعیل قجر[۳] و *اکبر نجفی[۴]

[۱]کارشناس شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران، بخش جنگل، واحد بهره‌برداری جنگل،
[۲]دانشجوی دکتری جنگلداری، مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس،
[۳]استادیار گروه جنگلداری، دانشکده دانشکده منابع طبیعی، صومعه‌سرا، دانشگاه گیلان،
[٤]دانشیار گروه جنگلداری، مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۳/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۵/۲۸

چکیده

سابقه و هدف: مطالعه کارایی ماشین‌آلات چوبکشی به‌منظور آگاهی از میزان تولید و هزینه ساعتی آن‌ها، می‌تواند برنامه‌ریزان را در انتخاب و تخصیص سیستم بهینه با توجه به شرایط مختلف در عرصه‌های جنگلی یاری نماید. در پژوهش حاضر کارایی سرعت اسکیدر چنگال‌دار HSM904 در سیستم چوبکشی گرده‌بینه کوتاه در سری ۲ (ارزفون) جنگل‌های چوب و کاغذ مازندران مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: بدین منظور قبل از انجام عملیات چوبکشی، ٦ کلاسه شیب (۱۰ تا ۲۸ درصد با فواصل ۳ درصد) بر روی یک مسیر چوبکشی با جهت چوبکشی رو به بالا به طول ۷۰۰ متر انتخاب گردید. حین انجام عملیات چوبکشی علاوه‌بر متغیر شیب طولی مسیر، حجم بار در هر نوبت در دو طبقه (کمتر از ۳/۵ و بیشتر از ۳/۵ مترمکعب) و تعداد بینه در هر نوبت (کمتر از ۲ و بیشتر از ۲ اصله) مورد مطالعه قرار گرفت.

*مسئول مکاتبه: a.najafi@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها: نتایج حاصل از زمان‌سنجی پیوسته، بر اساس ۱٥٦ نوبت کاری (۲٦ نوبت در هر کلاسه شیب) نشان داد که در حرکت بدون بار، کلاسه شیب ۱۳ تا ۱٦ درصد تأثیر معنی‌داری را بر روی سرعت ماشین داشته است و بیشترین سرعت اسکیدر در این کلاسه شیب به ثبت رسید، حداقل سرعت نیز در کلاسه شیب (۲۲ تا ۲٥ درصد) و بعد از آن ثبت گردید. طوری که نتایج حاصل از تجزیه واریانس دو طرفه عوامل تأثیرگذار بر عملکرد اسکیدر چنگال‌دار HSM904 در حرکت با بار نشان داد که تنها عامل شیب و حجم بار بر روی عملکرد سرعتی دستگاه تأثیر معنی‌دار داشته است ($P<۰/۰٥$)، اما اثر تعداد بینه معنی‌دار نبوده است. بیشترین کارایی سرعت اسکیدر در کلاسه شیب ۱۰ تا ۱۳ درصد با حجم بار کمتر از ۳/٥ مترمکعب و کمترین آن در شیب ۱۹ تا ۲۸ درصد با حجم بار بیشتر از ۳/٥ مترمکعب در هر نوبت ثبت گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که به‌کارگیری اسکیدر چنگال‌دار HSM904 در مسیرهای چوبکشی با شیب ۲٥ تا ۲۸ درصد به‌دلیل کمتر شدن مجموع زمان چوبکشی و طی نمودن طول کمتری از مسیر چوبکشی به لحاظ اقتصادی قابل توجیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سری ارزفون، جهت چوبکشی، روش بهره‌برداری گرده‌بینه کوتاه، زمان‌سنجی پیوسته، عملیات چوبکشی زمینی

مقدمه

عملیات بهره‌برداری جنگل به‌ویژه حمل و نقل اولیه[1] به‌عنوان یکی از مشکل‌ترین و پرهزینه‌ترین بخش‌های عملیاتی در جنگل محسوب می‌شود (٤، ۲۰). انتقال چوب از پای کنده تا دپو توسط چوبکش‌های زمینی از جمله اسکیدرهای چرخ لاستیکی مانند اسکیدر چنگال‌دار HSM904 و تیمبرجک، و چرخ زنجیری مانند زتور در مسیرهای چوبکشی انجام می‌گیرد. شناخت عوامل مؤثر بر بازدهی ماشین به‌منظور کاهش هزینه‌های واحد تولیدی امری ضروری بوده و همواره مورد توجه مدیران بخش جنگل بوده و می‌باشد (۱٤). آگاهی از کارایی ماشین‌آلات در دسترس یک مجری می‌تواند به‌عنوان یک اهرم قوی برای اعمال مدیریت بهینه بر یک واحد جنگلداری در جهت استفاده

1- Primary transportation

www.SID.ir

Archive of SID

حداکثر از امکانات تلقی شود. همزمان با گسترش مکانیزاسیون و نیاز واحدهای تولیدی به کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و رعایت ملزومات زیست‌محیطی جنگل، تحقیق در مورد ارزیابی عملکرد و بازده مفید ماشین‌آلات از چندین دهه قبل آغاز شده است (۹). فناوری‌های مربوط به سیستم‌های چوبکشی زمینی در مناطق شیبدار و کوهستانی، بعد از جنگ جهانی دوم با ابداع انواع ماشین‌آلات و گسترش سیستم‌های مختلف بهره‌برداری توسعه پیدا کرد (۵)، و در این ارتباط مطالعات گسترده‌ای در جنگل‌های با شرایط مختلف صورت گرفت. آبلی (۱۹۹٦) و نقدی و سبحانی (۲۰۰۱) نشان دادند که زمان چوبکشی توسط چوبکش‌های زمینی، تابعی از متغیرهای شیب مسیر چوبکشی، فاصله چوبکشی، حجم بار و تعداد بینه در هر نوبت بوده است. مطالعه نقدی و همکاران (۲۰۰۵) برروی کارایی اسکیدر چرخ لاستیکی تیمبرجک C٤٥٠ در جنگل‌های حوزه شفارود نشان داد که بهترین مدل زمان‌سنجی، تابعی از متغیرهای حجم بار، فاصله چوبکشی، گستره وینچینگ و تعداد گرده‌بینه در هر نوبت بوده است. نجفی و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه زمان‌سنجی اسکیدر چنگال‌دار در جنگل‌های چوب و کاغذ مازندران به‌این نتیجه رسیدند که زمان چوبکشی وابسته به فاصله چوبکشی و تعداد بینه در هر نوبت بوده است، اما ارتباط معنی‌داری بین شیب طولی مسیر و زمان چوبکشی به‌دست نیاوردند. موسوی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی کارایی اسکیدر چنگال‌دار در روش تمام تنه در یک منطقه جنگل‌کاری شده در حوزه شفارود پرداختند. آن‌ها به‌این نتیجه رسیدند که میانگین سرعت با بار دستگاه، حدود ۸۰ درصد کمتر از سرعت بدون بار آن بوده است. در مطالعه فاکتورهای مؤثر بر بازدهی چوبکش‌های زمینی (۸، ۱۷) به‌این نتیجه رسیدند که با افزایش شیب طولی مسیر، سرعت حرکت وسیله نقلیه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. مقایسه کارایی اسکیدر چرخ لاستیکی کابلی و چنگال‌دار در توده‌های کاج جنوب آمریکا نیز نشان داد که در مناطق با شیب ملایم تا متوسط، دستگاه از سرعت و قدرت مانور بیشتری برخوردار بوده است (۱۰، ۱۹)، ضمن این‌که در حرکت با بار در مناطق شیبدار، کارایی سرعتی چوبکش‌های کابلی تقریباً دو برابر بیشتر از مناطق با شیب ملایم بوده است. لطفعلیان و همکاران (۲۰۰۷) در تعیین حداکثر شیب مجاز مسیرهای چوبکشی، با اسکیدر تیمبرجک C٤٥٠ در چوبکشی رو به پایین نشان دادند که در حرکت بدون بار (رو به بالا) از کلاسه شیب ۳٦ تا ۳۹ درصد به بعد و در حرکت با بار (روبه پایین)، از کلاسه شیب ۳۰ تا ۳۳ درصد به بعد، عامل شیب تأثیر معنی‌داری بر روی سرعت دستگاه گذاشته بود. همچنین تحقیقات دیگر نشان می‌دهد که انتخاب حداکثر شیب مجاز مسیرهای چوبکشی، به عواملی از قبیل قدرت ماشین، جهت چوبکشی، اندازه و قطر بینه و نوع خاک

www.SID.ir

Archive of SID

بستگی دارد (۱۸). بررسی سوابق تحقیق نشان می‌دهد اگرچه مطالعه تأثیر شیب طولی مسیر چوبکشی به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر روی میزان کارایی ماشین‌آلات مختلف، پرداخته شده است، اما تحقیق مدونی برروی تعیین مناسب‌ترین شیب مطلوب مسیرهای چوبکشی در کار با اسکیدر چنگال‌دار صورت نگرفته است. از آنجایی که طراحی این اسکیدر برای انجام عملیات چوبکشی در جنگل‌های سوزنی برگ با شیب ملایم و روش گرده‌بینه کوتاه بوده است (١٦)، و از طرف دیگر از ورود این ماشین چوبکشی به جنگل‌های کوهستانی ایران، مدت زمان زیادی نمی‌گذرد، لذا لازم است که کارایی این ماشین در شرایط مختلف عرصه جنگل تحت تأثیر متغیرهای متفاوت حجم و اندازه بار مورد آزمون واقع شود، تا بتوان شرایط حداکثر کارایی برای این ماشین را به‌طور دقیق شناسایی نموده و از این طریق به بالابردن میزان تولید ساعتی آن کمک نمود. لذا هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی کارایی سرعت اسکیدر چنگال‌دار در شیب‌های مختلف مسیر چوبکشی (۱۰ تا ۲۸ درصد با طبقات ۳ درصد) تحت تأثیر متغیرهای حجم بار و طول گرده‌بینه در هر نوبت در جنگل‌های حوزه چوب و کاغذ مازندران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: تحقیق حاضر در پارسل ۱۹ سری ۲ (ارزفون) در مردادماه ۱۳۸۷، طرح جنگلداری چوب و کاغذ مازندران در حوزه آبخیز ۷۱ تجن انجام شده است. مختصات جغرافیایی محدوده سری بین طول شرقی ۵۲ درجه و ۲ دقیقه و ۵۳ ثانیه تا ۳۲ درجه و ٤ دقیقه و ۷۳ ثانیه و عرض شمالی ٣٦ درجه و ۲۰ دقیقه و ٣٦ ثانیه تا ٣٦ درجه و ۲۲ دقیقه و ٤٨ ثانیه قرار دارد. محدوده ارتفاعی منطقه مورد مطالعه ۵۲۰ تا ۵۹۰ متر از سطح دریا می‌باشد. عرض مسیر چوبکشی ٤ متر، فاقد وجود آبراهه عمیق در طول مسیر بوده است. درختان حاشیه مسیر چوبکشی، راش، انجیلی، ممرز و افرا بوده است. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۸۰۸ میلی‌متر، کمینه و بیشینه دما به‌ترتیب ۹/۸ و ۲۱/۸ درجه سانتی‌گراد، متوسط شیب طولی مسیر چوبکشی ۲۰ درصد و جهت عمومی دامنه جنوب غربی بوده است. بر اساس اقلیم‌نمای آمبرژه این منطقه در اقلیم مرطوب قرار گرفته است. تیپ فعلی جنگل ممرزستان همراه با گونه‌های کلهو و انجیلی و تک درختانی از قبیل افرا، نمدار و شیردار می‌باشد. روش بهره‌برداری گرده‌بینه کوتاه است که تحت شیوه جنگلشناسی تک‌گزینی مدیریت می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین تیپ خاک قهوه‌ای شسته شده با افق کلسیک، بافت لومی و عمق آن بین ۱۰۰ تا ۱۱۰ سانتی‌متر متغیر است (۲).

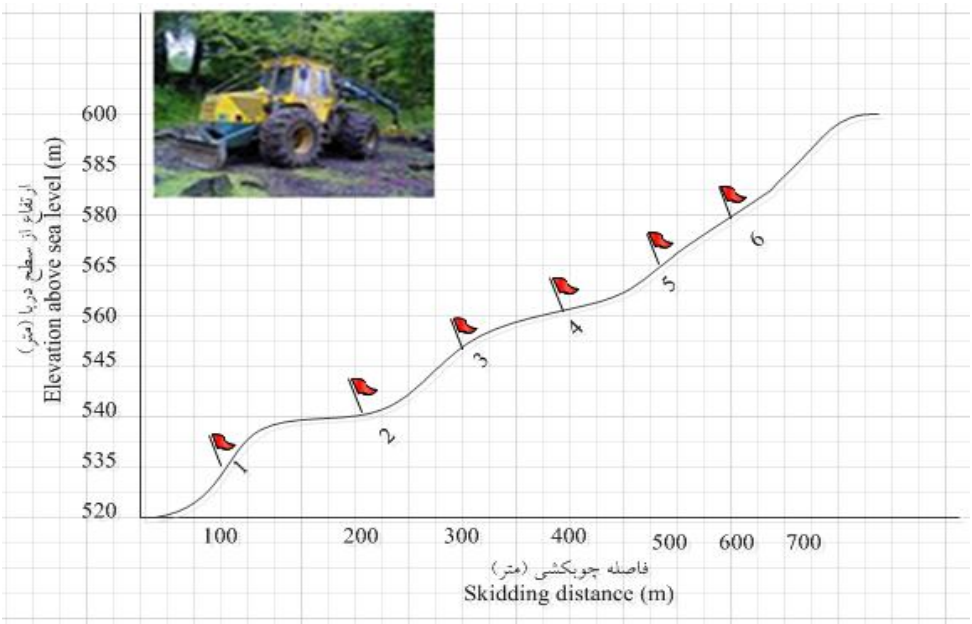
جمع‌آوری داده‌ها: به‌منظور بررسی کارایی سرعتی اسکیدر چنگال‌دار تحت تأثیر شیب‌های مختلف مسیر چوبکشی در طی حمل و نقل اولیه، یک مسیر چوبکشی به طول ۷۰۰ متر با جهت چوبکشی رو به بالا انتخاب گردید. حجم چوب قابل برداشت ۲۰۰ مترمکعب بوده که به روش گردبینه کوتاه با استفاده از اسکیدر چنگال‌دار به دپوی کنار جاده انتقال داده شد. خصوصیات فنی این ماشین چوبکشی شامل، قدرت موتور ۱۷۰ اسب بخار؛ وزن ۸/۷۱ تن؛ عرض ۲/٤ متر؛ قدرت کشیدن وینچ ۲۰ تن؛ طول کابل ۳۰ متر؛ تعداد چرخ ٤ چرخ لاستیکی؛ ابعاد تایر ۳۰/۵-٦۰۰/٦۰ و فشار بر واحد سطح ۳۵۰ بار است. سازماندهی کار در هنگام عملیات در عرصه شامل یک نفر اره موتورچی، کارگر کمکی اره‌موتورچی و چوکر بند به سرپرستی راننده ماشین بوده است (۲۱).

به‌منظور ارزیابی تأثیر شیب بروی عملکرد سرعتی ماشین قبل از انجام عملیات چوبکشی، مسیر چوبکشی به شش کلاسه شیب (۱۰ تا ۱۳، ۱۳ تا ۱٦، ۱٦ تا ۱۹، ۱۹ تا ۲۲، ۲۲ تا ۲۵ و ۲۵ تا ۲۸ درصد) تقسیم شد (لطفعلیان و همکاران، ۲۰۰۷). به‌منظور کنترل شیب طولی مسیر و افزایش دقت در جمع‌آوری داده‌ها حین چوبکشی، ابتدا و انتهای هر کلاسه شیب با پیکه‌های چوبی با رنگ قرمز، به موازات مسیر چوبکشی قبل از شروع عملیات مشخص گردید. حداقل و حداکثر شیب طولی مسیر چوبکشی به ترتیب ۱۰ و ۳۰ درصد بوده است. طول مسیر چوبکشی در هریک از این کلاسه‌ها به ترتیب ٤۰، ٤۰، ٤۰، ۵۰، ٤۰ و ۳۱ متر بوده است (شکل ۱). با استفاده از روش زمان‌سنجی پیوسته زمان حرکت بدون بار و با بار (با دقت صدم ثانیه) در فواصل بین پیکه‌ها ثبت گردد. در مجموع، ۱۵٦ نوبت کاری (۲٦ نوبت برای هر کلاسه شیب) ثبت گردید. در هر نوبت چوبکشی نوع گونه، تعداد بینه، طول و قطر بینه ثبت گردید. محاسبه حجم گرده‌بینه با استفاده از فرمول هوبر[1] ($V=g_m \times L$) محاسبه شد. در این فرمول V حجم بینه (مترمکعب)؛ g_m سطح مقطع میانی (مترمربع) و L طول گرده‌بینه (متر) است. همچنین حجم بار در هر نوبت به دو کلاسه (کمتر از ۳/۵ و بیشتر از ۳/۵ مترمکعب) تفکیک شد، تعداد گرده‌بینه به دو کلاسه (یک بینه در هر نوبت) و ۲ (دو یا بیشتر در هر نوبت) تقسیم گردید.

1- Huber formula

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- شمای کلی از مسیر چوبکشی مورد مطالعه. شماره‌ها بیانگر تیمارهای شیب اعمال شده می‌باشند.

Figure 1. General view of studied skid-trail, the numbers refer to applied slope treatments on skid trail.

این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور (شیب طولی مسیر چوبکشی (٦ کلاسه)، حجم بار (۲ کلاسه) و تعداد بینه (۲ طبقه)) اجرا گردید. بعد از اتمام عملیات میدانی، داده‌ها در نرم‌افزار Excel 2003 وارد شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها برای هر یک از اجزاء چوبکشی در حرکت بدون بار و با بار به‌طور مجزا با استفاده از برنامه SPSS 17 پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها (آزمون کلموگروف- اسمیرونوف) و همگن بودن واریانس (آزمون لون) انجام شد. به‌منظور بررسی اثر ساده متغیرهای مستقل بر روی کارایی سرعتی ماشین در حرکت بدون بار از تجزیه واریانس یک‌طرفه و برای بررسی اثرات متقابل بین تیمارهای مورد مطالعه (شیب مسیر چوبکشی، حجم بار و تعداد بینه در هر نوبت) در حرکت با بار از تجزیه واریانس دو طرفه استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها در صورت همگن بودن واریانس با آزمون توکی، در غیر این صورت با آزمون دانت تی‌سه انجام گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

نتایج حاصل از این تحقیق در دو بخش حرکت بدون بار و با بار جداگانه ارایه می‌گردد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در حرکت بدون بار نشان داد که در کلاسه‌های مختلف شیب طولی، سرعت اسکیدر متفاوت بوده و دارای اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) با همدیگر هستند (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس برای عامل شیب طولی در سرعت اسکیدر چنگال‌دار در حرکت بدون بار.

Table 1. Analysis of variance for slope gradient in speed of grappled skidder at unloading condition.

منابع تغییرات Source of variation	مجموع مربعات Sum of square	درجه آزادی Degree of freedom	مجذور میانگین Mean of square	F	سطح معنی‌داری Significant level
شیب Slope	7.92	5	1.548	6.593	0.000**
اشتباه Error	36.047	150	0.240		
کل Total	917.388	156			

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

** Significant differences 0.01.

به‌طور کلی با افزایش شیب طولی مسیر سرعت اسکیدر کاهش یافته است. طوری که بیشترین سرعت اسکیدر در کلاسه شیب (۱۳ تا ۱٦ درصد) و کمترین آن در کلاسه شیب (۱۹ تا ۲۲ درصد) به ثبت رسید (شکل ۲). کاهش سرعت اسکیدر در حرکت بدون بار، ممکن است این‌طور تشریح گردد که در شیب‌های بالاتر از ۱٦ درصد، به‌خاطر افزایش شتاب اسکیدر و خطر عدم کنترل آن ناشی از افزایش سرعت، راننده جهت فراهم آوردن ایمنی در عملیات چوبکشی مجبوربه استفاده از دنده سنگین شده و سرعت اسکیدر را آگاهانه کاهش می‌دهد. اما دلیل این امر در حرکت با بار را می‌توان ناشی از افزایش شیب طولی مسیر دانست که منجربه کاهش قدرت ماشین، در نتیجه کاهش سرعت و افزایش زمان حرکت دانست. چنانچه در مطالعه حاضر جهت چوبکشی رو به بالا بوده است. این یافته با نتایج مطالعه سایر محققان هم‌خوانی دارد (۱٦، ۱۷). نتایج تحقیق لطفعلیان و همکاران (۲۰۰۷) بر روی کارایی سرعتی اسکیدر تیمبرجک C٤٥٠ در جنگل‌های خزری و سابو و پورشینسکی (۲۰۰۵)

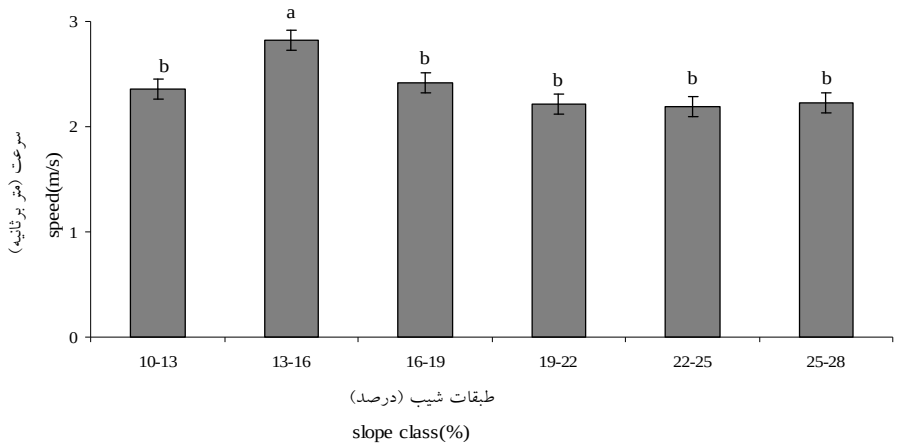
www.SID.ir

Archive of SID

اسکیدر تیمبرجک ۲٤۰C در جنگل‌های کوهستانی کرواسی، نشان داد که شیب مسیر چوبکشی تأثیر معنی‌داری را برروی حرکت ماشین در حالت بدون بار داشته است و از شیب ۳۰ درصد به بالا، شیب به‌عنوان تنها عامل اصلی کاهش کارایی سرعت دستگاه معرفی شده است. در این مناطق، اسکیدر با نگهداشتن بار توسط چنگال خود می‌تواند تا اندازه‌ای مشکل را برطرف نماید، چنانچه افزایش شیب خود منجربه جابجاشدن مرکز ثقل ماشین و انتقال آن به ارتفاعی بالاتر از حالت عادی خود می‌گردد که این امر به نوبه خود منجر به کاهش پایداری اسکیدر در این مناطق می‌شود (۲، ۲۱). نتیجه این امر، کاهش شتاب ماشین در مناطق شیب‌دار در حرکت با بار به سمت دپو (جهت چوبکشی روبه بالا)، کاهش مانور ماشین در بارگیری، کاهش بازدهی تولید و عدم استفاده از ظرفیت حداکثر ماشین (۱۱) را به دنبال دارد، که در این نواحی راننده به‌منظور حفظ تعادل، سرعت را آگاهانه کاهش می‌دهد. لطفعلیان و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی کارایی اسکیدر ٤٥۰C در حوزه آبخیز کاظم‌رود اظهار داشتند که شیب‌های کمتر از ۳۳ درصد در طول مسیر چوبکشی (جهت چوبکشی رو به پایین دامنه) بر روی کارایی سرعتی دستگاه تأثیر معنی‌داری نداشته است که این بخش از نتایج ایشان با مطالعه حاضر همسو نیست. این نکته ممکن است ناشی از متفاوت بودن نوع ماشین چوبکشی (اسکیدر ٤٥۰C در مقابل اسکیدر چنگال‌دار) و در نتیجه بیشتر بودن قدرت موتور اسکیدر تیمبرجک نسبت به اسکیدر چنگال‌دار (۱۷۷ اسب بخار در مقابل ۱۷۰)، پایین بودن ارتفاع شاسی، بیشتر بودن عرض دستگاه تیمبرجک و در نهایت تفاوت در جهت چوبکشی بوده باشد. که این عوامل به نوبه خود موجب افزایش تعادل اسکیدر تیمبرجک حین چوبکشی و بالاتر بودن سرعت و کارایی آن نسبت به اسکیدر چنگال‌دار در مناطق شیبدار می‌گردد. مطالعه حاضر نشان داد که حجم بار تأثیر معنی‌داری را بر روی کارایی سرعت اسکیدر داشته است، طوری‌که با افزایش شیب طولی مسیر تأثیر این فاکتور بیشتر نمایان شده و حداقل کارایی آن در شیب‌های بالاتر از ۱٦ درصد به ثبت رسیده است (شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مقایسه سرعت در حرکت بدون بار در شیب‌های مختلف مسیر چوبکشی.

Figure 2. Comparison of speed in unloading condition for different slope classes.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس دو طرفه تأثیر متغیرهای مستقل شیب طولی مسیر، حجم بار و تعداد بینه بر روی سرعت ماشین در حرکت با بار نشان داد که از بین متغیرهای مستقل مورد بررسی، اثر ساده شیب و حجم بار و اثرات متقابل بین شیب و حجم بار معنی‌دار بوده است، اما اثر تعداد بینه معنی‌دار نبوده است (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس دو طرفه برای عوامل تأثیرگذار بر روی زمان حرکت با بار اسکیدر چنگال‌دار.

Table 2. The general linear model for effective parameters on time of loading for grappled skidder.

سطح معنی‌داری Significant level	*F*	میانگین مربعات Mean of square	درجه آزادی Degree of freedom	مجموع مربعات Sum of square	متغیر Source of variation
					شیب
0.001**	4.685	0.042	5.000	0.200	Slope
					حجم
0.005*	8.230	0.073	1.000	0.073	volume
					تعداد
0.946 ns	0.005	0.000	1.00	0.000	number
					شیب×حجم
0.004*	3.639	0.032	5.000	0.1620	Slope× volume
					شیب×تعداد
0.289 ns	1.252	0.011	5.000	0.056	Slope× number
					حجم×تعداد
0.517 ns	0.421	0.004	1.000	0.004	number×Volume
					شیب×حجم×تعداد
0.552 ns	0.779	0.007	5.000	0.0360	slope×Volume × number
					اشتباه
		0.009	132.00	1.177	Error
					کل
			155.000	1.795	Total

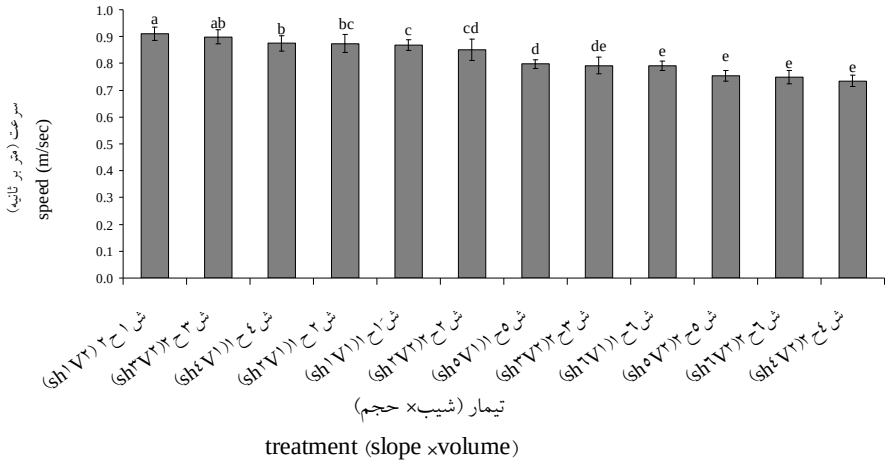
** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد؛ * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد؛ ns عدم اختلاف معنی‌دار.

** Significant differences 0.01; * Significant differences 0.05; ns Non-significant.

به‌دلیل معنی‌دار بودن اثر متقابل شیب و حجم بار، از ارائه اثرات ساده صرفه‌نظر شد و تنها اثر متقابل آن‌ها ارائه گردید. لازم به توضیح است که به‌دلیل عدم همگن بودن واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانت تی‌سه انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش شیب طولی و حجم بار، سرعت اسکیدر به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده بود (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- مقایسه سرعت اسکیدر چنگال‌دار در تیمارهای ترکیبی شیب مسیر و حجم بار (ش= شیب، ح= حجم).
ش ۱= ۱۰-۱۳ درصد، ش ۲= ۱۳-۱٦ درصد، ش ۳= ۱٦-۱۹ درصد، ش ٤= ۱۹-۲۲ درصد، ش ۵= ۲۲-۲۵ درصد.

Figure 3. Comparison of grappled speed in combine treatments including slope and volume of load (S= slope, V= volume). S1=10-13%, S2=13-16%, S3=16-19%, S4=19-22%, S5=22-25%.

نتایج تحقیقات انجام شده توسط آکای و همکاران (۲۰۰٤) و لطفعلیان و همکاران، (۲۰۱۲) بیانگر صحت این مطلب است که در نواحی شیب‌دار، حجم تنه به‌عنوان مؤثرترین فاکتور در تعیین سرعت اسکیدر، زمان چوبکشی و بالاخره کارایی تولید بوده است. هرچند که نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های تحقیق نقدی و همکاران (۲۰۰۵) هم‌خوانی ندارد. این نکته ممکن است به دلیل تفاوت در نوع ماشین چوبکشی (اسکیدر ٤۵۰C در مقابل اسکیدر چنگال‌دار) روش بهره‌برداری، متغیر بودن حجم و اندازه بینه در هر نوبت، شیب طولی مسیر و جهت چوبکشی در مطالعه حاضر بوده باشد. علت کاهش کارایی سرعتی ماشین در نواحی شیب‌دار را هم می‌توان ناشی از عدم طراحی این ماشین برای حمل بینه‌های با حجم زیاد (بیش از ۳/۵ متر) (۱٦) و توقف متعدد ماشین به‌دلیل گرم شدن بیش از حد موتور و کابین راننده دانست. همان‌طوری که در بالا نیز اذعان شد، این ماشین برای انجام چویکشی در جنگل‌های سوزنی برگ با آب و هوای نیمه سرد تا سرد طراحی شده است و با شرایط کوهستانی و آب و هوای مرطوب ایران کمتر سازگاری دارد. به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که در چوبکشی رو به بالا، بیشترین سرعت برای اسکیدر چنگال‌دار در کلاسه شیب ۱ و ۲ (۱۳ تا ۱۹ درصد) رخ داده

www.SID.ir

Archive of SID

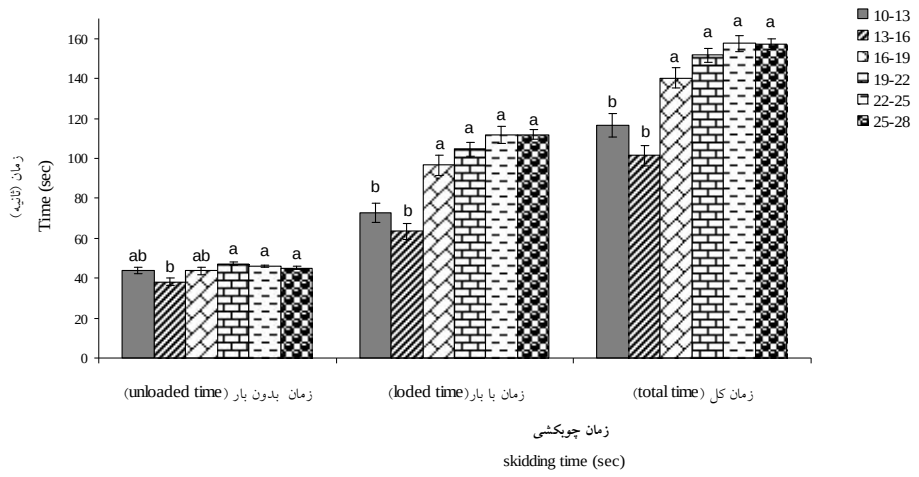
است. در چوبکشی رو به بالا، در کلاسه شیب (۱۰ تا ۱۳ درصد)، به‌علت عدم فشار به دستگاه، راننده با دنده سبک و سرعت بیشتر حرکت می‌کند، طوری که این افزایش جزیی در سرعت اسکیدر (سرعت لحظه‌ای) تا اندازه‌ای به کلاسه شیب (۱۳ تا ۱٦ درصد) هم وارد می‌شود، اما از این کلاسه به بعد، با توجه به تغییر در نیروی ثقل ماشین، لرزش شدید موتور به هنگام حرکت و تغییر در تعادل وزن ماشین، باعث می‌شود که نیروی بیشتری بر روی چرخ‌های عقب متمرکز گردد (۲) و به‌این ترتیب از نیروی اصطکاک چرخ‌های جلو با لایه سطحی خاک کاسته شده و تقلیل قدرت موتور ماشین را در جهت حرکت روبه جلو به دنبال داشته باشد، لذا راننده مجبور به استفاده از دنده سنگین در این مناطق (شیب بیشتر ۱٦ درصد) می‌شود که در نتیجه کاهش سرعت و عملکرد ماشین اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

کمترین سرعت اسکیدر در طبقات شیب ٤،٥ و ٦ (۱۹ تا ۲۸ درصد) با حجم بار بیشتر از ۳/٥ مترمکعب در هر نوبت و بیشترین آن در طبقه شیب ۱ (۱۰ تا ۱۳ درصد) با حجم بار کمتر از ۳/٥ مترمکعب در هر نوبت ثبت گردید. به‌منظور مقایسه سرعت ماشین در کلاسه‌های مختلف شیب‌ها در حرکت بدون بار، با بار و مجموع زمان چوبکشی، با استفاده از نتایج به‌دست آمده از مطالعه زمان‌سنجی، زمان لازم برای حرکت در ۱۰۰ متر طول از مسیر چوبکشی برآورد و مورد آزمون واقع شد (شکل ٤). نتایج نشان داد که با افزایش شیب طولی مسیر، به زمان حرکت بدون بار، با بار و مجموع زمان چوبکشی افزوده می‌شود (شکل ٤) هرچند که استثنائاتی به‌ویژه در کلاسه شیب ۱۳ تا ۱٦ درصد رخ داده بود، همچنین با افزایش شیب طولی مسیر، از کلاسه شیب (۱۹ تا ۲۲ درصد) به بعد مجموع سه زمان چوبکشی ثابت بوده و فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر می‌باشند. تحلیل داده‌های زمان بدون بار، با بار و مجموع زمان چوبکشی نشان می‌دهد که بیشترین کارایی سرعت اسکیدر در کلاسه شیب ۱۳ تا ۱٦ درصد بوده است، طوری که سرعت اسکیدر در این کلاسه، اختلاف معنی‌داری را با سایر کلاسه‌ها داشته است. با توجه به این‌که عامل شیب از عوامل تأثیرگذار بر روی کارایی اکثر ماشین‌آلات چوبکشی درجنگل محسوب می‌شود. بنابراین، لازم است جهت بالا بردن راندمان اقتصادی ماشین و کاستن تأخیرهای فنی حین انجام عملیات چوبکشی به‌خصوص در مناطق کوهستانی، نهایت دقت در انتخاب حجم بار، ابعاد محصولات استحصالی و جهت چوبکشی صورت پذیرد. به‌طور کلی، مطالعه حاضر نشان داد که در حرکت بدون بار بهترین عملکرد اسکیدر در شیب ۱۳ تا ۱٦ درصد و در حرکت با بار در کلاسه شیب ۱۰ تا ۱٦درصد با حجم بار کمتر از ۳/٥ مترمکعب بوده است. محاسبه

www.SID.ir

Archive of SID

مجموع زمان چوبکشی دستگاه در ۱۰۰ متر طول از مسیر چوبکشی نیز تأیید نمود که کاهش شیب طولی مسیر چوبکشی مستلزم افزایش طول آن می‌باشد. بنابراین در شیب‌های ملایم اگرچه قدرت و سرعت ماشین بیشتر است لیکن اسکیدر مسافت بیشتری از مسیر چوبکشی را طی می‌نمایید. چنانچه نتایج مطالعه حاضر نیز تایید کرد که تأثیر کاهش قدرت و سرعت لحظه‌ای اسکیدر در اثر افزایش شیب طولی مسیر، کمتر از افزایش طول مسیر بر زمان چوبکشی بوده است (شکل ٤). برآورد سرعت اسکیدر در طول ۱۰۰ متر از مسیر چوبکشی نشان داد که سرعت اسکیدر در کلاسه شیب ۱۰ تا ۱۳ درصد و ۲۵ تا ۲۸ درصد به‌ترتیب ۲/۳٦ و ۲/۲۳ متر بر ثانیه بوده است، بنابراین اختلاف ارتفاع در شیب ۱۰ و ۲۵ درصد به‌ترتیب در زمان ۲۱۲ و ۹۰ ثانیه طی می‌شود (شکل ٤).



شکل ٤- برآورد و مقایسه زمان‌های بدون بار، با بار و زمان کل چوبکشی در شیب‌های مختلف طولی مسیرچوبکشی برای فاصله ۱۰۰ متر در طول مسیر چوبکشی.

Figure 4. Estimate and compare the unloaded, loaded and total time of skidding in different slope categories for 100 m in length of skid-trail.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به‌این نکته مطالعه حاضر پیشنهاد می‌دهد که در پارسل‌هایی که خروج چوب توسط اسکیدر چنگال‌دار در جهت چوبکشی رو به بالا انجام می‌گیرد، علی‌رغم کاهش سرعت اسکیدر در شیب‌های بالاتر، به‌کارگیری آن در این شیب‌ها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. اگرچه در کلاسه

www.SID.ir

Archive of SID

شیب ۱۰ تا ۱۳ درصد اسکیدر دارای سرعت بیشتری بوده است اما چون طول بیشتری را طی می‌کند عملاً زمان کل چوبکشی در این بازه بیشتر می‌باشد، ضمن این‌که احداث مسیرهای چوبکشی در مناطق کم شیب با پیچ‌ها و قوس بیشتری همراه بوده که منجر به افزایش صدمه به اکوسیستم جنگل ناشی از طولانی شدن مسیر چوبکشی در این مناطق می‌گردد، اما در کلاسه شیب ۲۵ تا ۲۸ درصد اسکیدر فاصله چوبکشی کمتری را طی نموده و در نتیجه مجموع زمان چوبکشی کمتر از شیب‌های ملایم می‌باشد (شکل ٤). چنانچه از نظر فنی و اقتصادی مجموع زمان چوبکشی اسکیدر چنگال‌دار به نسبت سرعت لحظه‌ای از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و بیشتر مبنای محاسبات اقتصادی را تشکیل می‌دهد. بنابراین به‌کارگیری به‌کارگیری اسکیدر چنگال‌دار در مسیرهای چوبکشی با شیب ۲۵ تا ۲۸ درصد به‌دلیل کمتر بودن مجموع زمان کل چوبکشی و طی نمودن طول کمتر از مسیر چوبکشی، به لحاظ اقتصادی قابل توجیه می‌باشد. برای تکمیل مطالعه حاضر و بالابردن کارایی تولید اسکیدر چنگال‌دار در شیب‌های ۲۵ تا ۲۸ درصد، مطالعه سازگاری ماشین و بررسی استفاده از دستگاه‌های خنک کننده، متناسب با آب و هوای شمال ایران، در مطالعات آتی توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسنده‌گان برخود لازم می‌دانند که از تلاش پرسنل خدوم و کارمندان شریف شرکت چوب و کاغذ مازندران که در گردآوری داده‌های میدانی کمک نمودند قدردانی نمایند. همچنین از داوران محترم که از هیچ کوششی جهت بهتر شدن این تحقیق (در طی ٤ سال) دریغ نورزیدند قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Abeli, W.S. 1996. Comparing productivity and costs of there sub grading machines. For. Eng. J. 5: 1. 33–39.
2. Akay, A.E., Erdas, O., and Sessions, J. 2004. Determining productivity harvesting machines. App. Sci. J. 4: 1.100-105.
3. Booklet of the forestry plan Arzafun district. 2002. Technical office of forestry, 125p. (In Persian)
4. Dvorak, J. 2005. Analyses of forest stand damages cased by the usage of harvester technologies in mountain areas, Electronic. Polish Agr. J. 8: 2. 1-8.

www.SID.ir

Archive of SID

5. Heinemann, R. 1999. Ground-based harvesting technologies for steep slopes, department of forest engineering, Oregon State University Press, Corvallis, Pp: 159–176.
6. JourGholami, M. 2005. Study of efficiency, production and cost of large and small skidders (Case study of TAF and Timberjack 450C). M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Iran, 114p. (In Persian)
7. Lotfalian, M., Samedaliri, H., and Kooch, Y. 2007. Efficiency of Timberjack 450C with different loading volumes in different slopes. Pak. Biol. Sci. Pak. J. 10: 20. 3668-3672.
8. Lotfalian, M., Fallah, A., Moafi, M., and Nobakht, A. 2012. Determining the maximum allowable cross slope of skid trails for rubber-tired skidder Timberjack 450C. Ann. Biol. Res. J. 3: 8. 3805-3810.
9. MacDonald, P., and Clow, M. 1999. Just one damn machine after another? Technological innovation and the industrialization of tree harvesting systems. Tech. Soci. J. 21: 323-344.
10. Mederski, P.S., Bembenek, M., Jorn, E., Dieter D.F., and Karaszewski, Z. 2010. The enhancement of skidding productivity resulting from changes in construction: grapple skidder vs. rope skidder. In Proceedings of FORMEC 2010, Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment, Padova, 11–14. July 2010. Padova, Formec: 1–7.
11. Mousavi, R., Nikooy, M., Nezhad, A.E., and Ershadfar, M. 2012. Evaluation of full tree skidding by HSM-904 skidder in patch cutting of aspen plantation in Northern Iran. For. Sci. J. 58: 2. 79-87.
12. Naghdi, R., and Sobhani, H. 2001. Investigation of rubber wheel skidder of Timberjack 450C operation in Shanderman forests. Articles collection in National Congress of Management of north forests and Sustainable development. J. of Forest and Rangeland Organization. 12: 1. 469-479. (In Persian).
13. Naghdi, R. 2004. Comparative study of tree length and cut to length logging method. Ph.D. thesis, College of Natural Resources, University of Tehran, Iran, 320p. (In Persian)
14. Naghdi, R., Rafatnia, N., Sobhani, H., Jalali, G.H., and Hosseini S.M. 2005. A survey of the efficiency of Timberjack 450C wheeled skidder in sheared Forests. J. of Natural Resources, University of Tehran, Iran, 57(4): 657-687. (In Persian)
15. Naghdi, R., Firouzan, A.H., Nikooy, M., and Barar, K. 2010. Evaluation of production and cost of HSM-904 skidder and TimberJack 450C in forests of wood and paper industries of Mazandaran. J. of Forest and Wood Products, 63: 1. 91-102. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

16. Najafi, A., Sobhani, H., Seed, A., Makhdom, M., and Marvi-mohajer, M.R. 2007. Time study of skidder HSM 904. J. of the Iranian Natural Resources. 60: 30. 921-930. (In Persian)
17. Pirbavaghar, M.P., Sobhani, H., Feghhi, J., Darvishsefat, A.A., and MarviMohajer, A.R. 2010. Comprehensive productivity models for tracked and wheeled skidders in the Hyrcanian forests of Iran. Res. For. J. 4: 2. 65-71. (In Persian)
18. Pourkia, A. 2004. Determination of coefficient skid trail distance correction based on the existing road network in Lalis forest (Golband forest management plan), M.sc. Thesis, College of Natural Resources, University of Mazandaran, Iran, 85p. (In Persian)
19. Sabo, A., and Porsinsky, T. 2005. Skidding of fir round wood by Timberjack 240C. Croat. For. Eng. J. 26: 1.13–27.
20. Sarikhani, N. 2001. Forest utilization. 3st Edition. Tehran University Publisher, Iran, 77p. (In Persian)
21. Technical Brochure HSM-Articulate-Skidder. 2008. 15p. www.hsm-forstmaschinen.de.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 22 (4), 2016
http://jwfst.gau.ac.ir

Efficiency assessment of HSM904 grappled skidder on different levels of skid-trail slope

M. Abbasi[1], S. Ezzati[2], E. Ghajar[3] and *A. Najafi[4]
[1]Expert of Wood and Paper Industries, Sector Forest Harvesting,
[2]Ph.D. Student of Forestry, Forest Engineering, University of Tarbiat Modares,
[3]Assistant Prof. of Forestry, Someh Sara University of Guilan, [4]Associate Prof.,
Dept., of Forestry, Forest Engineering, University of Tarbiat Modares
Received: ; Accepted:

Abstract

Background and objectives: Efficiency study of skidding equipment may bring a good potential to recognize net production level of machines and their operational costs per time unit, and also be a beacon for better allocating of skidding systems in different terrain conditions over forested ecosystem. In the present study, the efficiency of HSM904 grappled skidder is studied in a cut-to-length harvesting system at district #2 (Arzafun) belonging to Mazandaran wood and paper company forests.

Material and methods: We pre-delineated six slope treatments range from 10 to 28% with 3% interval on a skid-trail by 700-m in length, which was running contrary to the slope (uphill skidding). Volume and number of log in each turn were divided into two classes < 3.5 and > 3.5 m^3, and up to 2 and more than 2 logs, respectively.

Results: the results of continues time study on basis of 156 registered turn showed that slope class (13-16%) had been significantly effects on skidder speed efficiency in unloading condition, while the least of ones was recorded for slope class (22-25%). Parallel to this, the results of general linear model test shows that the effect of slope and volume of load were significant on skidder speed efficiency, while the number neither of log was not significantly effect on machine efficiency at the loading condition. The maximum and minimum speed of skidder were recorded for slope class (10-13%) with up to 3.5 m^3 volume of log and slope class (19-28%) with more than 3.5 m^3 volume of log per a turn, respectively.

Conclusion: This study suggested that using the HSM904 grappled skidder may be economically justifiable on skid-trail slope of 25-28% due to decrease in the total time of skidding, skidding distance and it's less economically issues.

Keywords: Arzafun district, Cut-to-length system, Continues time study, Ground-based skidding, Skidding direction

*Corresponding author: a.najafi@modares.ac.ir

www.SID.ir