ارزیابی عملکرد اسکیدرهای چرخ لاستیکی تیمبرجک 450C و کاترپیلار D_6

محمد علی فخاری[۱*]، حسن اکبری[۲]، نصرت‌اله رأفت‌نیا[۳]، هوشنگ سبحانی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۲۵

چکیده

اساس و پایه ارزیابی عملکرد ماشینهای چوبکشی، زمان سنجی است. در این تحقیق، مطالعات زمانی بر روی ماشینهای چوبکشی تیمبرجک 450 C وکاترپیلار D6، با هدف تصمیم گیری و انتخاب ماشین چوبکشی مناسب و نیز تعیین میزان کارآیی آن در سری رسکت طرح جنگلداری چوب وکاغذ مازندران انجام شد. بدین منظور، عوامل موثر در اجرای عملیات کشیدن چوب از عرصه قطع تا دپو شناسایی گردیدند. سپس با اجرای زمان سنجی کاملا"تصادفی و انجام تجزیه و تحلیل های آماری و رگرسیون چند متغیره، بهترین مدل ریاضی پیش بینی زمان انجام کار، به عنوان تابعی از متغیرهای مستقل(فاصله، شیب، تعدادتنه وحجم بار در هر نوبت چوبکشی) برای هر اسکیدر بطور جداگانه در چهار مسیر چوبکشی(A, B, C و D) ارائه گردید. نتایج نشان داد که میانگین زمان کل چوبکشی تیمبرجک در تمام موارد کمتر از کاترپیلار بوده و همچنین میانگین تعداد و حجم بار در هر نوبت چوبکشی و نهایتا" میزان حجم گرده بینه خارج شده طی شش ساعت کار روزانه بیشتر از کاترپیلار میباشد. با توجه به اجاره بهای ساعتی، هزینه کشیدن هر متر مکعب چوب توسط تیمبرجک به جز در مسیر B در بقیه مسیرها کمتر از کاترپیلار است ولی چنانچه ماشینها با حداکثر ظرفیت خود کار کنند میزان هزینه چوبکشی توسط تیمبرجک درتمام مسیرها کمتراز کاترپیلار می گردد. مجموع میانگین تأخیر اجرایی و فنی کاترپیلار ۵۷/۸ درصد بیشتر از تیمبرجک میباشد. بنابراین کاترپیلار به دلیل ظرفیت پایین، داغ کردن و کاهش قدرت موتور در مسیرهای چوبکشی طویل و رو به بالا مناسب چوبکشی نیست.

واژه‌های کلیدی: تأخیر اجرایی، چوبکشی، زمان سنجی، متغیرهای مستقل، هزینهٔ چوبکشی

Archive of SID

[۱] - دانشجوی دکتری مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
* نویسنده مسئول: Email: Fakhari_r1378@yahoo.com
[۲] - استادیار گروه جنگلداری ،دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[۳] - دانشیارگروه جنگلداری، دانشکده جنگل و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[۴] - دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

www.SID.ir

مقدمه

اکنون وارد دورانی شده‌ایم که استفاده آگاهانه از تکنولوژی، امکانات وسیعی را در بهره‌برداری از منابع فراهم می‌آورد و کمک می‌کند تا از هر هکتار زمین و هر تن چوب بهره بیشتری ببریم. پایه‌های سیاست و مدیریت جنگل بر سه رکن مهم (تولید، توزیع و مصرف) استوار است. تولید در بخش بهره‌برداری، توزیع در بخش بازرگانی و مصرف در بخش صنایع چوب جای می‌گیرد (۲).

بر این اساس خط هادی مجموعهٔ فوق را بخش تولید مکانیکی (بهره برداری) تشکیل می‌دهد به نحوی که به تبع کیفیت و کمیت عملکرد آن، بخشهای دیگر (توزیع-مصرف) عملا" امکان فعالیت خواهند داشت (۲).

در واحد تولید مکانیکی (بهره‌برداری) بیشترین میزان هزینه‌ها مربوط به بخش حمل و نقل و خروج چوب می‌باشد. در واقع درخت جنگلی زمانی ارزش صنعتی خواهد داشت که بتوان آنرا با شیوهٔ مناسب از جنگل خارج و با کمترین هزینه به کارخانه‌های صنایع چوب و بازارهای مصرف انتقال داد. بنابراین با توجه به ارتباط تنگاتنگ بین بهره‌برداری از جنگل و صنایع چوب به وضوح روشن است که هر گونه عقب ماندگی در بخش بهره‌برداری و حمل و نقل به زیان صنایع چوب و جنگلداری کشور می‌باشد، بر این اساس نیاز به یک سیستم منظم و پیشرفته‌ای است به نحوی که این سیستم ضمن رعایت موازین علمی، فنی و زیست محیطی، برای جمع‌آوری وخروج چوب‌آلات نیز مناسب بوده تا بتواند جوابگوی هزینه‌های حمل و نقل و میزان نیاز بازار مصرف و صنایع چوب باشد (۹).

شرکت چوب و کاغذ مازندران یکی از بزرگترین مجریان طرحهای جنگلداری شمال کشور می باشد (۶). لذا به دلیل وسعت زیاد و حجم کار قابل ملاحظه، از ماشینهای مختلف چوبکشی جهت خروج چوب‌آلات استفاده می‌کند، از اینرو لزوم برنامه‌ریزی و بکارگیری ماشین چوبکشی مناسب به منظور کاهش میزان خسارت و افزایش راندمان تولید غیرقابل اجتناب است، تا از این طریق مدیریت بتواند با توجه به میزان تولید هر ماشین چوبکشی، محدودیت زمانی و فنی و نیز شرایط طبیعی و اجتماعی هر منطقه استراتژی مناسبی را جهت تأمین مواد اؤلیه مورد نیاز صنایع فراهم نماید.

در حال حاضر اسکیدرهای تیمبرجک 450C و کاترپیلار D6 بیشترین موارد استفاده را در طرحهای جنگلداری خصوصا در سری مورد بررسی (رسکت) دارا می‌باشند. با مطالعه زمانی (زمان سنجی) و تهیه مدل ریاضی میتوان زمان چوبکشی را برای هر ماشین پیش‌بینی نمود.

در مدل ریاضی پیش‌بینی زمان چوبکشی متغییرهایی که بر روی زمان چوبکشی تأثیر می‌گذارند، شناسایی و اثر تغییرات آنها روی زمان چوبکشی ارزیابی می‌شود (۱۱).

بر اساس شرایط مختلف کاری (مناسب، متوسط و نامناسب) میزان تولید و ظرفیت ماشینها نیز متفاوت است. با توجه به میزان تولید و اجاره بهای ساعتی، هزینه تولید هر متر مکعب چوب برای هر ماشین محاسبه می‌شود. لذا بر اساس هزینه‌های محاسباتی تولید، میتوان در موارد ذیل تصمیم‌گیری نمود (۱۰).

Archive of SID

www.SID.ir

۱-انتخاب ماشین مناسب ۲-جایگزینی ماشینهای نو به جای ماشینهای کهنه ۳-اعمال مدیریت فنی و علمی ۴- پیش‌بینی میزان تولید ۵- معرفی سیستم‌های کاری جدید

ارزیابی عملکرد دو نوع ماشین چوبکشی مورد استفاده، با توجه به خصوصیات فنی، شرایط جنگل و امکانات موجود و نیز تعیین میزان تولید (راندمان) آنها به منظور تصمیم‌گیری و انتخاب ماشین چوبکشی مناسب، اهداف مشروحه این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه:

این تحقیق در پارسلهای ۹، ۳ و۱۰ سری رسکت (سری۹)، بخش یک حوضه آبخیز رودخانه تالار واقع در ۶۴ کیلومتری شرکت چوب و کاغذ مازندران و در دامنه‌ی ارتفاعی ۱۲۶-۷۵۰ متر از سطح دریا انجام گردید. بر اساس اطلاعات حاصل از ایستگاه هواشناسی سنگده، این منطقه جزء مناطق معتدله تا سرد بوده و متوسط بارندگی سالیانه ۱۰۵۰ میلیمتر و متوسط دمای سالیانه حدود ۱۲ درجه سانتیگراد می‌باشد. در طول سال بالغ بر ۱۶۰ روز هوا ابری و در حدود ۲ تا ۳ ماه یخبندان است. تعداد روزهای مساعد سال برای عملیات چوبکشی حدود ۱۱۰ روز است. تیپ غالب جنگل راش همراه با ممرز، انجیلی، افرا، توسکا و تک درختان نمدار، بلوط و شیردار می‌باشد. ساختار توده جنگلی نیز ناهمسال نامنظم و به صورت دو تا سه اشکوبه همراه با زیر اشکوب درختچه‌ای است. تیپ خاکهای محدوده سری اغلب از نوع اوتریک کومبیسول و کرومیک لووسیول و بافت خاک سنگین (رسی) و عمق آن نیز نسبتا عمیق تا نیمه عمیق و در بعضی قسمتها همراه با بیرون زدگی سنگی می‌باشد. شیوه برش به صورت تک گزینی در توده جنگلی درجه یک و قطع یکسرهٔ حفره‌ای و یا نواری در توده مخروبه می‌باشد (۶). با توجه به وضعیت توده جنگلی و شیوهٔ برش میزان چوب‌آلات استری و کاتین بیشتر از گرده بینه و تنه صنعتی است. به طور کلی میزان کل برداشت (درختان نشانه گذاری شده) برابر با ۵۷۹۸/۰۸۳ سیلو بوده است که بر اساس تجدید حجم در حدود ۲۵۹۵/۷۸۳ مترمکعب مربوط به چوبهای صنعتی (قطر بالای۲۰ سانتیمتر) و در حدود ۳۲۰۲/۳ مترمکعب مربوط به چوبهای استری (قطر زیر۲۰ سانتیمتر) است. میزان گرده بینه مستحصله از تجدید حجم صنعتی برابر با ۱۵۲۵/۲۶۵ متر مکعب بوده است (۶). مجموعا چهار مسیر چوبکشی (A، B، C و D) با مشخصات فنی مندرج در جدول ۱ در پارسلهای ۳، ۹و۱۰ طراحی گردیده است.

جدول ۱- مشخصات فنی مسیرهای چوبکشی

نام مسیر چوبکشی	قطعات برداشت	طول مسیر (متر)	متوسط شیب (درصد)
A	۳	۶۵۰	-۱۱/۲
B	۳	۵۵۰	+۸
C	۹	۱۵۵۰	-۱۳/۹
D	۱۰	۱۲۰۰	-۱۱/۷

یک دستگاه اسکیدر تیمبر جک C 450 و یک دستگاه کاترپیلارD6 توسط پیمانکار و بصورت

Archive of SID

www.SID.ir

اجاره بهای ساعتی، جهت خروج گرده بینه های مستحصله به کارگرفته شده‌اند.

روش تحقیق:

در این تحقیق به منظور تعیین ترکیب مناسب و مدل ریاضی پیش‌بینی زمان چوبکشی، از زمان‌سنجی به روش زمانهای پیوسته استفاده شد (۷ و ۹ و ۱۱). با شناسایی اجزاء مختلف مراحل یک نوبت چوبکشی و تعیین فاکتورهای موثر بر مطالعات زمانی (زمان سنجی) تاثیر فاکتورهای موثر بر روی زمان چوبکشی، مورد بررسی قرار گرفت.

اجزای تشکیل دهنده یک دور (سیکل) کشیدن چوب از محل دپو برای ماشینهایی که مجهز به کابل وینچ هستند به شرح ذیل شناسایی و تعریف گردیدند (۷ و ۱۱).

۱-زمان حرکت ماشین خالی Travel empty

۲-زمان استقرار positioning

۳-باز کردن کابل وینچ Release

۴-زمان بستن چوکر Hook

۵-زمان جمع کردن وینچ winching

۶-زمان حرکت با بار Travel loaded

۷-باز کردن قلاب و روی هم قراردادن بینه ها در محل دپو Unhooking & piling

۸-تأخیرها Delays

تأخیرها به سه دسته تقسیم‌بندی شدند که در صورت بروز به زمان کل چوبکشی اضافه می گردند (۷ و ۱۱).

۸-۱- تأخیر فنی Technical delay

تأخیر فنی عموما"مربوط به مسائل و مشکلات فنی ماشین از قبیل پنچر شدن تایر،جوش آوردن موتور ماشین و پاره شدن کابل می باشد که به زمان یک نوبت چوبکشی اضافه می‌گردد.

۸-۲- تأخیر اجرایی Operational delay

تأخیراجرایی دراثر ضعف درسازماندهی و برنامه ریزی اجرایی کار مانند زمان انتظارماشین به دلیل آماده نبودن گرده بینه و یا ترافیک با ماشین دیگر بوجود می آید.

۸-۳- تأخیر شخصی Personal delay

این تأخیر مربوط به مسائل شخصی مانند احتیاجات طبیعی، صحبت کردن و استراحت و می‌باشد

بنابراین زمان یک نوبت چوبکشی یا یک سرویس کار (turn time) عبارت است از زمان انجام یک سرویس کشیدن چوب بدون احتساب تأخیر انجام شده در طی یک نوبت کشیدن چوب می‌باشد (۷ و ۱۱).

زمان هر نوبت چوبکشی، متغیر وابسته ای است که به متغیرهای مستقل متعددی وابسته است مهمترین متغیرهای مستقل موثر بر هر نوبت چوبکشی عبارتند از فاصله چوبکشی، شیب طولی مسیر، جهت حمل چوب، حجم بار و تعداد تنه در هر نوبت چوبکشی و گاها" اثر متقابل دو یا چند متغیر مستقل می‌باشد (۷ و ۱۱).

بنابراین زمان سنجی در چهار مسیر (A, B, C و D) و در فواصل مختلف با شیبهای متفاوت و تعداد تنه‌های متعدد و حجم‌های مختلف صورت پذیرفت.

روش کار بدین صورت انجام گردید که با بکارگیری ساعت کرنومتر یکصدم ثانیه‌ای، زمان سنجی اجزای اصلی تشکیل‌دهنده هر نوبت چوبکشی از روش زمانهای پیوسته و برای هر

Archive of SID

www.SID.ir

یک از ماشینها بطور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. مشاهدات کاملا" تصادفی و اطلاعات حاصل در فرم مخصوص جمع‌آوری اطلاعات، درج گردیدند. تعداد نمونه‌های اندازه‌گیری شده بر اساس طول مسیر چوبکشی و میزان برداشت متفاوت است به نحوی که در مسیر چوبکشی C در مقایسه با سایر مسیرها تعداد نمونه‌های اندازه‌گیری شده به دلیل حجم برداشت بیشتر (بیشترین حجم برداشت) و نیز فواصل چوبکشی طولانی‌تر، بیشتر می‌باشد (۷و۱۱).

جدول۲- تعداد نمونه‌های اندازه‌گیری شده

مسیر / نوع ماشین	A	B	C	D	جمع
تیمبرجک	۱۱	۱۱	۲۷	۱۱	۶۰
کاترپیلار	۱۶	۱۱	۱۴	۱۱	۵۲
جمع	۲۷	۲۲	۴۱	۲۲	۱۱۲

مناسبترین و بهترین شکل تهیه مدلهای ریاضی زمان انجام کار با ماشین آلات بهره‌برداری، تجزیه واریانس و تهیه مدلهای رگرسیون چند متغیره می‌باشد (۳و۱۰و۱۱) .

بر این اساس با استفاده از برنامه آماری Minitab، مدل ریاضی پیش‌بینی زمان چوبکشی برای هر مسیر بطور جداگانه تهیه گردید (۴).

برای تعیین ضرایب ثابت و متغیر مدل پیش بینی زمان چوبکشی از روش متداول رگرسیون چند متغیره و برای انتخاب بهترین مدل جهت مقایسه مدلهای مختلف از رگرسیون مرحله ای (stepwise regression) استفاده گردید (۱ و ۱۱).

با استفاده از ترسیم پراکنش ابر نقاط رابطه بین زمان اجزاء یک نوبت چوبکشی با متغیرها موثر بر زمان چوبکشی و همچنین رابطه بین متغیرهای موثر فاصله، شیب، حجم بار، تعداد تنه و اثرات متقابل آنها بصورت ترکیبهای دوتایی با زمان یک نوبت چوبکشی (بدون احتساب تأخیر) مشخص گردید. رابطه بین متغییرها و زمان چوبکشی در اکثر آنها بصورت رابطه خطی بوده است.

برای تعیین اعتبار مدل از رابطه زیر استفاده شده است(۵).

$$\hat{y} \pm t_{a=5\%\ ,\ dfe} \sqrt{(mse)(1+\frac{1}{n}+\xi' \left|A^{-1}\right| \xi)}$$

$\hat{y}$ =زمان یک نوبت چوبکشی بدون احتساب زمان تأخیر (ثانیه)

mse= مجذور میانگین خطا

$t(a=5\%\ ,\ dfe)$=عدد حاصل از جدول t

n= تعداد نمونه های چوبکشی به کار رفته در مدل

ξ=ارزش عددی حاصل از زمان‌سنجی متغیرهای به کاررفته در مدل

ξ'= لگاریتم ξ

Sp = مجموع حاصل ضرب (sum of product)

A = ماتریس حاصل از متغیرهای مدل

$\left|A^{-1}\right|$ = دترمینان معکوس ماتریس A

نتایج

با اجرای زمان‌سنجی کاملا"تصادفی و انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری و رگرسیون چند متغیره، بهترین مدل ریاضی پیش‌بینی زمان انجام کار پس از تعیین اعتبار، به عنوان تابعی از متغیرهای مستقل (فاصله، شیب، تعداد تنه و

Archive of SID

www.SID.ir

حجم بار در هر نوبت چوبکشی) برای هر اسکیدر بطور جداگانه در چهار مسیر چوبکشی (A, B, C و D) ارائه گردید.

سپس نتایج آمارتوصیفی متغیرهای موثر و اجزای زمان‌سنجی شده در چهار مسیر چوبکشی (A, B, C و D) و برای هر اسکیدر در جدول۳ نشان داده شد.

این نتایج نشان دادند که در طول یک نوبت چوبکشی، بیشترین زمان مربوط به حرکت با بار می‌باشد. ضمناً زمان تأخیر بخصوص تأخیر اجرایی به علت (آماده نبودن بینه، ترافیک با سایر ماشینهای موجود در دپو، گیر کردن ماشین، باز شدن چوکر در حین چوبکشی، گیر کردن بینه در هنگام کشیدن و جمع‌آوری کابل) سهم زیادی در مجموع تأخیرها و در نهایت زمان چوبکشی داشته است.

میزان تأخیر فنی ناشی از داغ کردن موتور کاترپیلار در تمامی موارد بیشتر از تیمبرجک بوده است.

نتایج حاصل از بررسی متغییرهای موثر نشان داد که با افزایش تعداد تنه، حجم بار، فاصله چوبکشی و شیب (خصوصا"شیب منفی) زمان تأخیر افزایش می‌یابد. بطوریکه در فواصل طولانی و با شیبهای زیاد و منفی در هنگام حرکت با بار ماشین کاترپیلار دچار مشکلاتی از قبیل گیرکردن و داغ کردن موتور می‌گردید. برای مثال، در فاصله چوبکشی ۱۵۲۱متری و با شیب ۱۴درصد، از مجموع زمان کل چوبکشی (۲۷۹۷ثانیه) حدود ۱۰۹ ثانیه صرف خنک شدن موتور کاترپیلار شده است. در مجموع زمان تأخیرهای کاترپیلار در تمامی موارد بیشتر از تیمبرجک می‌باشد.

جدول ۳- میانگین اجزای زمان‌سنجی شده و متغیرها ی موثر در چهار مسیر چوبکشی A, B , C , D

متغییرها	زمان چوبکشی ثانیه(Y1)		مجموع تاخیر های ثانیه(X5)		زمان کل چوبکشی ثانیه(Y2)		فاصله (متر) (X1)		شیب (درصد) (X2)		تعدادN (X3)		حجم (متر مکعب) (X4)	
ماشینها	T	ca	T	ca	T	ca	T	ca	T	ca	T	ca	T	ca
A	۷۱۸/۸	۸۳۶/۴	۳۲/۶۵	۴۷/۱۰	۷۵۱/۴۵	۸۸۳/۵	۳۲۳/۱	۴۳۵/۵	۲/۶۵	۱۵/۰۶	۱/۳	۱/۲	۲/۷۷۱	۱/۸۳۹
B	۱۰۴۱/۴	۱۰۷۵/۴	۴۸/۲	۶۴/۸	۱۰۸۹/۶	۱۱۴۰/۲۰	۳۶۸/۷	۳۴۹/۳	۱۲/۴۴	۱۳/۳۲	۱/۷۰	۱/۴۰	۳/۸۳۶	۲/۵۳۷
C	۲۰۶۰/۷	۲۵۷۸/۲	۹۶/۰۶	۱۳۳/۹۲	۲۱۵۶/۸	۲۷۱۲/۱	۱۳۲۲/۳	۱۴۴۳	۱۴/۲۰	۱۳/۸۸	۱/۷۲	۱/۴۶	۳/۳۱۱	۲/۰۳۴
D	۱۸۸۳/۱	۲۱۵۶/۸	۳۲/۵۵	۸۴/۸	۱۹۱۵/۶	۲۲۴۱/۶	۱۰۹۲	۱۰۸۴/۳	۸/۸۱	۸/۶۳	۱/۳	۱/۳۰	۳/۲۷۱	۲/۱۵۶

جدول ۴- مقایسهٔ میزان عملکرد روزانه اسکیدر تیمبرجک با کاترپیلار

انواع مسیر	A		B		C		D	
انواع ماشین	T	ca	T	ca	T	ca	T	ca
میانگین زمان کل چوبکشی (ثانیه)	۷۵۱/۴	۸۸۳/۵	۱۰۸۹/۶	۱۱۴۰/۲۰	۲۱۵۶/۸	۲۷۱۲/۱	۱۹۱۵/۶	۲۲۴۱/۶
تعداد در روز	۲۹	۲۴	۲۰	۱۹	۱۰	۸	۱۱	۱۰
میانگین طرفیت هر ماشین (مترمکعب)	۲/۷۷۱	۱/۸۳۹	۳/۸۶۳	۲/۵۳۷	۳/۳۱۱	۲/۰۳۴	۳/۲۷۱	۲/۱۵۶
میانگین مقدار چوب کشیده شده در یک روز کاری (مترمکعب)	۸۰/۳۵۹	۴۴/۱۳۶	۷۷/۲۶	۴۸/۲۰۳	۳۳/۱۱	۱۶/۲۷۲	۳۵/۹۸۱	۲۱/۵۶۲

Archive of SID

www.SID.ir

میزان عملکرد روزانه اسکیدر تیمبرجک و کاترپیلار در جدول ۴ نشان می‌دهدکه متوسط تعداد و حجم بار در هر نوبت چوبکشی و در مجموع میزان تولید تیمبرجک در تمام موارد بیشتر از کاترپیلار است.

برای مثال در مسیر C (پارسل۹) میانگین زمان کل چوبکشی برای تیمرجک برابر با ۲۱۵۶/۸ ثانیه است که با توجه به ۶ ساعت کار روزانه، تعداد دفعات رفت و برگشت تیمبرجک حدود ۱۰ بار در روز محاسبه گردید و از طرفی میانگین ظرفیت ماشین در هر سرویس جهت حمل گرده‌بینه برابر با ۳/۳۱۱ متر مکعب می باشد.

در نتیجه در طول یک روز، میزان گرده‌بینه خارج شده توسط تیمبرجک برابر با ۳۳/۱۱ مترمکعب می‌باشد، در حالیکه این میزان برای کاترپیلار برابر با ۱۶/۲۷۲متر مکعب است.

مدلهای ریاضی پیش بینی زمان چوبکشی:

پس از پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری Minitab زمان یک نوبت چوبکشی (y) به عنوان متغیر وابسته و بصورت تابعی از متغیرهای مستقل: فاصله چوبکشی به متر (x_1)، شیب مسیر به درصد (x_2)، تعداد تنه در هر نوبت حمل (x_3)، حجم بار به متر مکعب (x_4)، مجموع زمان تأخیر (x_5) و اثر متقابل فاصله و شیب (حاصل ضرب فاصله در شیب) (x6) در نظر گرفته شده‌اند.

همچنین با استفاده از تجزیه واریانس و آزمون F در سطح a=۱٪ معنی‌دار بودن رابطه بین متغیرهای مستقل با زمان چوبکشی و ضریب تشخیص (R) نیز درصد تاثیر متغیرهای موثر و میزان تغییرات را نشان می‌دهد.

مدل ریاضی زمان چوبکشی توسط تیمبرجک و کاترپیلار در مسیر A:

$$Yt = 424/4 + 0/53X1 + 94x3$$

F=18/23 R=92/21 % a=1%

$$Yca = 357 + 0/241x1 + 1/7x2 + 110x3 + 118x4$$

F=2/97 R=54/3% a=1%

مدل ریاضی زمان چوبکشی توسط تیمبرجک و کاترپیلار در مسیر B :

$$Yt = -678 + 2/95x1 + 18/9x2 + 159x3 + 325x4$$

F=66/81 R=98/2 % a=1%

$$Yca = 132 + 2/09x1 + 19/4x2 + 49/9x3 - 45/3x4$$

F=14/27 R=91/9% a=1%

مدل ریاضی زمان چوبکشی توسط تیمبرجک و کاترپیلار در مسیر C:

$$Yt = -5263 + 1/61x1 + 341x2 + 53/6x3 + 87/1x4$$

F=13/56 R=73/1 % a=1%

$$Yca = 1289 + 0/569x6 + 11x3 - 7/1x4$$

F=11/071 R=85/18% a=1%

مدل ریاضی زمان چوبکشی توسط تیمبرجک و کاترپیلار در مسیر D:

$$Yt = 851 + 0/722x1 + 5/6x2 + 114x3 + 16/7x4$$

F=8/45 R=87/1 % a=1%

$$Yca = 1629 + 1/17x1 + 8/4x2 - 35/6x3 - 354x4$$

F=0/63 R=33/6% a=1%

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاصل از مدلهای رگرسیون چند متغیره نشان داد که در هفت مدل پیش بینی شده، بیشترین همبستگی بین متغیرهای مستقل فاصله، شیب، تعداد تنه و حجم بار در هر نوبت با زمان چوبکشی وجود دارد (۷ و ۱۱).

تنها در مسیر c و در مورد ماشین کاترپیلار مشخص شد که بیشترین همبستگی بین متغیرهای مستقل فاصله چوبکشی، تعدادتنه و اثر متقابل فاصله و شیب با زمان چوبکشی وجود دارد.

در تمام مدلها مقدار F حاصل از تجزیه واریانس بیانگر این است که در سطح a=1% رابطه معنی‌دار وجود دارد و متغیرهای وارد شده به وضوح درصد تغییرات را نشان می‌دهند.

برای تعیین اعتبار مدل حدود اعتماد زمان چوبکشی محاسبه شده توسط مدل را بدست آورده و با زمان واقعی چوبکشی حاصل از زمان سنجی مقایسه می‌شود. اگر زمان اندازه‌گیری در محدوده حدود اعتماد قرار داشت، می‌توان پذیرفت که مدل از اعتبار آماری لازم برخوردار است (۷).

بدین منظور زمان چوبکشی مربوط به ۹ نمونه تصادفی با استفاده از مدل برآورد گردید. مقایسه زمان برآورد شده با زمان واقعی (اندازه گیری)، نشان می‌دهد که در تمام موارد مدلهای پیش‌بینی زمان چوبکشی از اعتبار لازم آماری برخوردار هستند.

جدول۵- داده های انتخاب شده جهت احراز اعتبار مدل برای تیمبرجک

شیب (درصد)	تعداد تنه	حجم بار در هر نوبت (متر مکعب)	فاصله چوبکشی (متر)	زمان چوبکشی واقعی (ثانیه)	زمان چوبکشی مدل (ثانیه)	نوع مسیر	حدود اعتماد (ثانیه)
- ۰/۵	۱	۲/۳۴۱	۳۱۰/۳	۶۷۳	۶۸۲/۸۶	A	۶۰۸/۳۵ < t < ۷۵۷/۳۷
+ ۴	۱	۳/۷۵۳	۵۰۷	۱۱۶۹/۵	۱۱۷۴/۱۲	B	۸۶۸/۰۲۵ < t < ۱۴۸۹/۱
- ۱۴/۵	۲	۳/۴۵۱	۱۰۵۰	۱۸۹۶	۱۸۳۷/۷۸	C	< t < ۲۳۰۹/۴۴ ۱۳۶۶/۱۲
- ۱۴	۱	۳/۱۵۴	۱۵۲۱/۵	۲۳۶۱	۲۲۸۸/۹۳	C	۸۱۷/۲۷< t < ۲۷۶۰/۵۹
- ۱۰	۱	۲/۵۶۱	۱۰۲۱/۷۹	۱۸۲۰	۱۸۰۶/۳۱	D	< t < ۱۹۱۲/۴۱ ۱۶۹۹/۸۴

جدول ۶- داده های انتخاب شده جهت احراز اعتبار مدل برای کاترپیلار

شیب (درصد)	تعداد تنه	حجم بار در هر نوبت (متر مکعب)	فاصله چوبکشی (متر)	زمان چوبکشی واقعی (ثانیه)	زمان چوبکشی مدل (ثانیه)	نوع مسیر	حدود اعتماد (ثانیه)
-۱۵/۵	۱	۱/۹۸۱	۳۴۵/۸	۷۶۳	۸۱۰/۴۵	A	۶۰۱/۶۵< t < ۱۰۱۸/۳۵
+۱۵/۸	۱	۲/۱۵۵	۲۶۴/۵	۸۴۹	۹۴۳/۶	B	۸۰۶/۰۹ < t < ۱۰۸۱/۳
- ۱۴	۱	۲/۳۵۱	۱۵۲۱/۵	۲۶۸۸	۲۷۲۴/۶۱۹	C	۲۵۳۶/۷۶< t < ۲۹۱۲/۴۸
- ۱۰	۲	۲/۲۵۵	۱۰۲۱/۵	۲۰۶۹	۲۰۳۸/۶۸	D	۱۶۷۶/۹۵< t < ۲۴۰۰/۴۱

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری:

مدلهای ریاضی پیش‌بینی زمان چوبکشی، نقش مهمی در ارزیابی عملکرد ماشینها، سیستم‌های حمل و نقل و برنامه‌ریزی اقتصادی دارد. زیرا با استفاده از این مدلها می‌توان با تعیین مقادیر متوسط متغیرهای موثر در مدل، زمان و هزینه چوبکشی را پیش‌بینی نموده و بر اساس آن تعداد نیروی کار، نوع و تعداد ماشین آلات و بودجه لازم را برآورد نمود. همچنین با مطالعه و بررسی بیشتر روی متغیرهای موثر در مدل مناسب‌ترین و بهترین شرایط را برای چوبکشی با اسکیدر فراهم کرد (۷و۱۱).

مدلهای ریاضی پیش بینی زمان چوبکشی نشان می‌دهد که در تمام موارد، پیش‌بینی زمان چوبکشی رابطه مستقیم و خطی با فاصله چوبکشی، شیب مسیر، تعداد تنه و حجم بار در هر نوبت چوبکشی دارد، ولی میزان تولید روزانه ماشین با فاصله و شیب (میزان و نوع شیب) رابطه معکوس ولی با تعداد تنه و حجم بار در هر نوبت رابطه مستقیم دارد. با کاهش حجم بار در هر نوبت چوبکشی مقدار تنه های کشیده شده در یک روز کاهش یافته و هزینه کشیدن یک متر مکعب چوب افزایش می یابد. Naghdi در سال 1996 با مطالعه‌ای که به منظور برآورد تولید وهزینه چوبکشی اسکیدر تیمبرجک انجام داد نیز به این نتیجه دست یافت.

از اینرو چوبکشی با حجم بار بیشتر در هر نوبت، راندمان تولید را افزایش می‌دهد. بنابراین باید سعی شود تا ماشین‌آلات با توجه به شرایط و موقعیت کاری، به طور یکنواخت و با حداکثر ظرفیت کارکنند (۷و۱۱).

میزان تأخیر خصوصا" تأخیر اجرایی سهم بسزایی در زمان کل چوبکشی داشته است که در نهایت موجب کندی عمل و کاهش میزان تولید و راندمان هر دو نوع ماشین خصوصاً کاترپیلارگردید.

Sobhani (1988)، Pilevar (1994) و Naghdi (1996) نیز در مطالعات خود نشان دادند که زمانهای تاخیر از عوامل مهم تاثیرگذار بر زمان و هزینه چوبکشی می‌باشد.

ویژگیهای فنی ماشین، مهارت خدمه و شرایط آب و هوایی منطقه نیز درمیزان تاخیرها و زمان چوبکشی تأثیر گذارند (۱۱).

از اینرو انتخاب ماشین مناسب و رعایت اصول فنی و مقررات اجرایی از جمله کسب مهارت در رانندگی، کاهش زمان تأخیرها، سرویس‌دهی منظم و مناسب تأثیر فوق‌العاده‌ای در کاهش زمان چوبکشی، افزایش راندمان تولید و در نهایت کاهش هزینه سیستم دارد (۷و۸).

علی رغم اینکه هزینه ساعتی تیمبرجک با توجه به اجاره بها، بیشتر از هزینه ساعتی کاترپیلار است (۱/۶برابر). ولی هزینه کشیدن هر متر مکعب چوب توسط تیمبرجک بر اساس میزان تولید روزانه (میانگین حجم چوب خارج شده) به جز در مسیر B (چوبکشی رو به پایین) کمتر از کاترپیلار است. ولی چنانچه ماشینها با حداکثر ظرفیت خود کار کنند، میزان هزینه چوبکشی هر مترمکعب چوب توسط تیمرجک در تمام موارد کمتر از کاترپیلار می‌باشد.

بنابراین با توجه به محدودیت زمانی و هزینه خروج هر متر مکعب چوب، به نظر می‌رسد ماشین کاترپیلار در منطقه مورد بررسی مناسب کشیدن تنه‌ها خصوصا" در مسیرهای

Archive of SID

www.SID.ir

طولانی با شیب زیاد نمی‌باشد. لذا در مواقع ضروری، بهتر است از کاترپیلار در مسیرهای کوتاه و با شیب مثبت (حرکت بار به سمت پایین) استفاده نمود.

نتایج حاصل از مشاهدات و بررسی‌های بعمل آمده، کمبودها و نواقص زیادی را در منطقه نشان می‌دهد. لذا جهت رفع این نواقص و افزایش میزان راندمان تولید، پیشنهادات لازم به شرح ذیل داده شده است.

۱-ایجاد محل دپو در فواصل مناسب :

در اکثر موارد گریزگاههای موجود در کنار جاده به عنوان محل جمع‌آوری چوب‌آلات انتخاب شده‌اند که موجب تخریب جاده و کاهش راندمان کار گردیدند. از اینرو با ایجاد دپو در فواصل مناسب می‌توان علاوه بر افزایش راندمان کار از تخریب جاده نیز جلوگیری نمود.

۲-انتخاب و تعیین مسیر چوبکشی مناسب:

در پارسل ۹ (مسیرC) با افزایش طول و شیب مسیر چوبکشی، زمان چوبکشی و میزان تأخیر به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است، لذا در طراحی مسیر چوبکشی، طول مسیر بایستی حتی الامکان کوتاه باشد. زیرا افزایش طول مسیر چوبکشی علاوه بر کوبیدگی و افزایش سطح تخریب، در روزهای گرم موجب داغ کردن موتور می‌گردد. مسیر چوبکشی بهتر است. در مناطق رانشی یا محل عبور چشمه و یا در مناطق سایه‌گیر انتخاب نگردد، زیرا سایه درختان مانع خشک شدن سریع مسیر و موجب گیر کردن ماشین می‌گردد. نکته دیگر اینکه از انتخاب مسیرهای چوبکشی با شیب زیاد به خصوص در چوبکشی رو به بالا باید اجتناب کرد (۱۱).

حتی الامکان باید دقت نمود تا از ایجاد پیچ در طول مسیر چوبکشی خودداری گردد. زیرا موجب افزایش طول مسیر و خارج شدن تنه از مسیر گردیده و به درختان حاشیه مسیر نیز آسیب می‌رساند.

۳-افزایش طول زمان انجام کار:

زمان چوبکشی معمولا"درفصل مساعد سال صورت می‌گیرد که غالبا" در اواخر بهار تا اوایل پاییز ادامه دارد (۹) از اینرو با توجه به طولانی بودن روز بایستی حداکثر بهره‌وری را از زمان داشته باشیم، بدین ترتیب با ایجاد استراحتگاهای شبانه و امکانات رفاهی برای رانندگان وکارگران در منطقه، میتوان مدت زمان مفید انجام کار را افزایش داد.

۴-آموزش پرسنل (استفاده از نیروی ماهر)

چوبکشی حداقل به سه نفر نیروی ماهر (راننده اسکیدر، کمک راننده و چوکربند) نیازمند است از اینرو آموزش این افراد و افزایش دانستنیها و مهارت آنها سهم به سزایی در افزایش راندمان و کاهش زمان کل چوبکشی در هر نوبت دارد که این کار می تواند توسط کارشناسان سازمان جنگلها انجام گیرد.

۵-کاهش زمان بستن قلاب:

مشاهدات نشان دادکه گیر کردن چوکر و ایجاد مشکل جهت قلاب بستن مخصوصا" در زمانی که تعداد تنه ها زیاد باشد موجب افزایش زمان تأخیر می‌گردد (۷و۱۱) لذا با پیش‌بینی و قرار دادن چوکر روی تنه‌ها قبل از رسیدن ماشین و آماده نگه‌داشتن آن برای وصل به قلاب می‌تواند راه‌حل مناسبی برای پایین آوردن زمان انجام کار باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

۶-آماده کردن تنه‌ها:

در اکثر موارد مشاهده گردید که شاخه‌های قبل از زمان کشیدن، مانع گیر کردن تنه‌ها در مزاحم و امتداد ریشه بر روی تنه موجب ایجاد از طول مسیر به اطراف و بستر جاده شده و خسارت و افزایش زمان بستن قلاب و حرکت با بکشی جلوگیری می‌کند زدن مسیر چو شخم لذا قطع شاخه‌های نازک و مزاحم .بار گردید را نیز کاهش می- زمان بستن قلاب اینکه ضمن دهد.

References

1- Assad, M.T., B. Heidari., 2011. Applied Regression Analysis, Mashhad university jihad Publishers, No: 432, 336 pp.

2- Dykestra .,1987. Quantitative methods for natural resources management, MC Graw hill.

3- lanford, B.L., H. Sobhany , & B. J. stokes, 1990. Tree - length landing production rates for southern pine, forest production journal V33 (10) : 43-46.

4-Khajenoori, A., 1987. Statistical advance methods, Faculty of natural resources, Tehran university, pamphlet, hand written, 75 PP.

5-Khajenoori, A., 1993. Research method, Tehran university Publishers, No: 2180.

6- Mazandaran Natural Resources Office., 1996. Forest plan, Resket district, 347pp.

7- Naghdi, R., 1996. Estimating of Timberjac cost and production for two area, M.S Theses, Faculty of natural resources, Tehran university, 166 pp.

8- Pilevar, B., 1994. Estimating of Production cost for two forest wood logging systems, M.S Theses, 155 PP

9- Sarikhani, N., 1991. Forest harvesting, Tehran university Publishers, No: 2099, P86, 776 PP.

10- Sobhani, H., 1988. Studying of New descript statistic methods for assessment forest sciences, Journal of Iran natural resources 42: 77-94.

11- Sobhani, H., 1989. Studying of effective factors on wood skidding by Clark skidder , Journal of Iran natural resources 43: 53-54.

Archive of SID

www.SID.ir