

## ارزیابی اقتصادی سیستم چوبکشی زتور در جهت چوبکشی رو به بالا

نجیبه گیلانی پور\*<sup>۱</sup>، حمید آریا<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱/۲۶

### چکیده

بررسی و ارزیابی سیستم‌های بهره‌برداری و تعیین روشهای متناسب با شرایط توپوگرافی جنگلهای شمال به دلیل اهمیت خاص فعالیت‌های بهره‌برداری، حمل و نقل فرآورده‌ها و جاده‌سازی، به عنوان پرهزینه‌ترین و مخرب‌ترین فعالیت‌های جنگلداری، موردنیاز است. در این تحقیق ارزیابی اقتصادی سیستم چوبکشی اسکیدر چرخ‌زنجیری زتور در جهت چوبکشی رو به بالا مد نظر می‌باشد. بعد از عملیات صحرائی و زمان‌سنجی سیستم، با استفاده از مدل رگرسیون مرحله‌ای، مدل پیش‌بینی زمان چوبکشی ارائه شده است. از بین اجزای هر نوبت چوبکشی اسکیدر چرخ‌زنجیری زتور، حرکت با بار و حرکت خالی بیشترین زمان هر سیکل را تشکیل می‌دهند و از میان تأخیرها، تأخیر فنی بیشترین زمان را شامل می‌شود. در مدل پیش‌بینی زمان چوبکشی با زتور فاصله چوبکشی و شیب مسیر معنی‌دار شده‌اند. میزان تولید ساعتی زتور ۵/۱۲ متر مکعب در ساعت و هزینه تولید سیستم فوق ۱۱۹۷۹۵ ریال به ازای هر متر مکعب بدست آمده است. بنابراین به دلیل اینکه سرعت زتور و در نتیجه راندمان آن پایین است در نتیجه در فواصل طولانی و در جاهایی که زمان چوبکشی محدود است، بکارگیری این سیستم برای عملیات چوبکشی توصیه نمی‌شود. ولی از آنجایی که قدرت این ماشین زیاد است و استقرار آن نیز سریع انجام می‌گیرد، بنابراین بکارگیری این سیستم به طور ترکیبی با سایر سیستم‌ها توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** سیستم چوبکشی زتور، زمان‌سنجی پیوسته، مدل رگرسیون چندگانه، هزینه ساعتی، هزینه تولید

<sup>۱</sup> - دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نور، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، نور، ایران

\*نویسنده مسئول: Email: gilaniipoor.najibeh@yahoo.com

## مقدمه

مکانیزه کردن امور بهره‌برداری با بکارگیری سیستم‌های بهره‌برداری سبک و کم‌فشار و احداث جاده جنگلی همراه با برنامه‌ریزی مناسب، استفاده از ماشین، فاکتورهای کلیدی در جنگلداری پایدار به شمار می‌آیند. در این رابطه عواملی نظیر ساختار تشکیلاتی واحد جنگلداری، شیوه جنگل‌شناسی، شرایط زمین، خاک و توپوگرافی عرصه، وضعیت توده جنگلی، تقاضای بازار، امکانات واحد جنگلداری از نظر ماشین‌آلات، تجهیزات، نیروی انسانی و امکانات زیربنایی (جاده) در انتخاب روش بهره‌برداری تاثیرگذارند (۱۰). در حال حاضر در جنگل‌های شمال ایران درختان پس از قطع به دو روش، خروج صنعتی (تمام‌تنه درخت، گرده‌بینه) و خروج سنتی (چوب‌آلات الواری و تراورس)، از داخل عرصه‌های جنگلی به کنار جاده‌های جنگلی کامیون‌رو حمل گردیده و از آنجا به بازار مصرف حمل می‌گردند.

ارزیابی سیستم‌های بهره‌برداری و تعیین روش‌های متناسب با شرایط توپوگرافی جنگل‌های شمال ایران به دلیل اهمیت خاص فعالیت‌های بهره‌برداری، حمل و نقل فرآورده‌ها و جاده‌سازی، به عنوان پرهزینه‌ترین و مخرب‌ترین فعالیت‌های جنگلداری ضرورت دارد (۶). در بسیاری از موارد ماشین جای ابزارهای دستی و اولیه را گرفته است بدون آنکه در تغییر روش کار مطالعات کافی صورت گرفته باشد. در حالی که مکانیزه کردن امور احتیاج به روش‌های تازه در سطح مدیریت و ارگانیزاسیون و برنامه‌ریزی و اجراء و غیره دارد. هر قدر ماشین‌ها بزرگتر و بازده کار آنها بیشتر و ارزش آنها بالاتر و

سازمان‌دهی امور گسترده‌تر باشد این احتیاج بیشتر محسوس می‌گردد. هسنه مرکزی این مطالعات خود ماشینی است که باید در اوقات انتظار، هزینه‌گردی، بیکاری و اختلالات آن چاره‌اندیشی شود (۹).

Behjou *et al.*, (2008) زمان‌سنجی اسکیدر چرخ‌لاستیکی تیمبرجک ۴۵۰C را در ۶۶ هکتار از جنگل‌های شفارود انجام دادند که متوسط شیب جنگل ۳۰ درصد بوده است. با بررسی ۴۳ سیکل چوبکشی مشخص شد که فاصله چوبکشی، فاصله وینچ کردن و اثر متقابل شیب و فاصله چوبکشی جزء عوامل موثر در زمان هر نوبت چوبکشی می‌باشند. میزان تولید خالص و ناخالص به ترتیب ۲۲/۹۳ و ۲۰/۵۱ مترمکعب در ساعت و هزینه تولید خالص و ناخالص به ترتیب ۶/۲۲ و ۶/۳۱ دلار در مترمکعب بوده است.

Jour Gholami *et al.*, (2008) بررسی عوامل موثر در میزان تولید و هزینه‌ی چوبکشی با اسکیدر چرخ‌لاستیکی تیمبرجک در سیستم گرده‌بینه کوتاه در جنگل آموزشی-پژوهشی خیرودکنار نوشهر انجام دادند. مطالعه زمان-سنجی در ۴۴ سیکل انجام گرفت و نتایج نشان داد که میزان تولید با و بدون تأخیر ۸/۲۲ و ۸/۸۸ مترمکعب در ساعت است. نرخ ماشین نیز ۵۴۸/۱۱۰ ریال در ساعت برآورد شد. هزینه چوبکشی با و بدون تأخیر، به ترتیب ۷/۴۱ و ۶/۸۶ دلار در مترمکعب است.

Gilanipoor *et al.*, (2011) میزان تولید و هزینه اسکیدر چرخ‌زنجیری زتور را در جهت چوبکشی رو به پایین مطالعه کردند. در مدل پیش‌بینی زمان چوبکشی با زتور (چوبکشی رو

مارنی، مارن سیلتی و ماسه سنگ آهکی است. میزان نفوذپذیری سنگ مادری اندک و وضعیت پایداری لایه‌ها متوسط تا کم می‌باشد. میانگین بارندگی در ایستگاه مورد مطالعه ۸۶۶ میلی‌متر می‌باشد. حداکثر دمای مطلق در مرداد ماه ۳۱٫۵ درجه سانتی‌گراد و حداقل دمای مطلق در دی‌ماه ۳٫۶- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. رطوبت نسبی هوا در ماههای مختلف سال از حداقل ۶۹ تا حداکثر ۹۲ درصد نوسان داشته که حداقل آن آذرماه و حداکثر آن در آبان‌ماه اتفاق می‌افتد. تیپ جنگلی در منطقه مورد مطالعه ممرز - بلوط با زیرآشکوب انجیلی به همراه انواع گرامینه، النا، علف روسی، بنفشه و ... می‌باشد.

#### سیستم چوبکشی:

در این بررسی ماشین مورد بررسی تراکتور چرخ زنجیری زتور است که خصوصیات آن در جدول ۱ آمده است. چوبکشی زتور بوسیله کابل و مالبندی انجام می‌گیرد که در عقب دستگاه تعبیه شده است.

به پایین)، فاصله چوبکشی، شیب و حجم بینه در هر نوبت معنی‌دار شده‌اند. میزان تولید بدون احتساب زمان تأخیر برای سیستم‌های چوبکشی تراکتور چرخ زنجیری زتور ۵/۸۴ متر مکعب در ساعت و هزینه تولید خالص آن ۴۹۵۶۶ ریال بر مترمکعب محاسبه شده است. تراکتور چرخ زنجیری زتور یکی از ماشین‌های چوبکشی رایج در جنگل است که گرده‌بینه‌های قطور را از جنگل خارج می‌کند. ولی مطالعات چندانی در مورد ارزیابی اقتصادی این ماشین وجود ندارد. لذا در این مطالعه سیستم تراکتور جنگلی چرخ زنجیری زتور در جهت چوبکشی رو به بالا از نظر اقتصادی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

#### مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه در پارسل ۱۴ سری ۲ طرح جنگلداری چمستان واقع شده است. این سری در طول شرقی  $۵۲^{\circ}۲۰'۳۰''$  تا  $۵۲^{\circ}۷'۳۰''$  و عرض شمالی  $۳۶^{\circ}۲۲'۰۰''$  تا  $۳۶^{\circ}۲۷'۳۵''$  واقع شده است. نوع سنگ مادری عمدتاً آهک، آهک

جدول ۱- خصوصیات تراکتور چرخ زنجیری زتور LTT-100A

| طول | عرض  | قدرت ماشین | فشار بر خاک | فشار در سیستم هیدرولیک | تعداد دندانه | عرض زنجیر | وزن موتور |
|-----|------|------------|-------------|------------------------|--------------|-----------|-----------|
| ۶m  | ۳/۶m | ۸۸/۲kw     | ۰/۰۴۹MPa    | ۱۴MPa                  | ۹            | ۴۴cm      | ۱۱۲۰۰Kg   |

روش تحقیق:

سیستم‌های چوبکشی زتور در جهت چوبکشی رو به بالا انجام گرفته و مدل پیش‌بینی زمان چوبکشی بدست آمده است. سپس میزان تولید و هزینه سیستم‌ها محاسبه شده است. یکی از روش‌های مطالعه کار، زمان‌سنجی پیوسته است

به منظور شناسایی و ارزیابی سیستم لازم است تا روند کار، میزان تولید و هزینه سیستم چوبکشی مورد مطالعه قرار گیرد. به همین منظور در این تحقیق مطالعه زمانی بر روی

میزان تولید و هزینه سیستم:  
میزان تولید از نسبت متوسط حجم چوب خارج شده به زمان بدست می آید. هزینه هر سیستم شامل هزینه ماشین و هزینه کارگری است. هزینه ماشین بر اساس دستورالعمل اتریش (دفتر بهره برداری و بازرگانی سازمان جنگلها) محاسبه شده است.

### نتایج

زمان سنجی هر سیکل چوبکشی اسکیدر چرخ زنجیری زتور:  
با استفاده از روش مطالعه کار و زمان سنجی پیوسته هر سیکل چوبکشی اسکیدر چرخ زنجیری زتور بررسی شد و زمان هر جزء اندازه گیری گردید. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است بیشترین زمان به ترتیب برای حرکت برگشت از محل قطع به دپو و حرکت خالی اسکیدر از دپو به محل قطع معادل ۳۶ و ۳۱ درصد از زمان چوبکشی می باشد. بیشترین تاخیر بوجود آمده در روند کار مربوط به تأخیر فنی می باشد.

که بصورت میدانی انجام می پذیرد. در زمان سنجی پیوسته زمان شروع هر قسمت از اجزای کار ثبت شده و جریان کار دنبال می شود. از اختلاف بین زمانهای شروع اجزای چوبکشی، زمان هر جزء یک چرخه چوبکشی بدست می آید. زمان هر نوبت چوبکشی یک متغیر وابسته است. متغیرهای مستقل متعددی همانند فاصله چوبکشی، شیب مسیر چوبکشی، حجم بار در هر نوبت چوبکشی، تعداد گرده بینه در هر نوبت و تأثیر متقابل دو یا چند متغیر، بر هر نوبت چوبکشی تأثیر می گذارند (۲، ۸، ۷ و ۵). بنابراین در حین زمان سنجی متغیرهای مذکور نیز برداشت شده اند. در این تحقیق، متغیرهای احتمالی همانند فاصله چوبکشی، شیب مسیر، حجم بار، تعداد بینه در هر نوبت مورد اندازه گیری قرار گرفتند. داده ها وارد spss<sup>۱۷</sup> شده اند و بعد از نرمال و همگن کردن، داده ها وارد مدل رگرسیون گام به گام (Regression Stepwise)، شده و بدین ترتیب مدل با استفاده از متغیرها وارد شده ساخته می شود.

جدول ۲- اجزایی هر سیکل چوبکشی اسکیدر چرخ زنجیری زتور

| اجزای هر سیکل | حرکت رفت | استقرار | وینچ کردن | حرکت برگشت | تخلیه و دسته بندی | تأخیر فنی | تأخیر شخصی | تأخیر اجرایی | زمان هر سیکل بدون تأخیر | زمان کل |
|---------------|----------|---------|-----------|------------|-------------------|-----------|------------|--------------|-------------------------|---------|
| زمان (دقیقه)  | ۱۵،۷۸    | ۱،۱۳    | ۴،۳۶      | ۱۸،۵۴      | ۲،۹۱              | ۳،۴۹      | ۲،۷۲       | ۱،۶۶         | ۴۲،۷۵                   | ۵۰،۶۳   |
| درصد زمان کل  | ۳۱،۱۷    | ۲،۲۴    | ۸،۶۳      | ۳۶،۶۲      | ۵،۷۵              | ۶،۸۹      | ۵،۳۷       | ۳،۲۹         | ۸۴،۴۳                   | ۱۰۰     |

در نظر گرفته شده اند که آماره های توصیفی این عوامل در جدول ۳ توضیح داده شده است.

در این مطالعه فاکتورهای فاصله چوبکشی، حجم بینه در هر سیکل، تعداد بینه و شیب مسیر چوبکشی به عنوان متغیرهای مستقل

جدول ۳- آماره‌های توصیفی متغیرهای مستقل مورد مطالعه در چوبکشی با زتور

| متغیرهای مستقل        | میانگین | انحراف معیار | تعداد |
|-----------------------|---------|--------------|-------|
| فاصله چوبکشی          | ۶۱۸,۹۷  | ۳۳۳,۵۸       | ۸۰    |
| حجم بینه در هر سیکل   | ۳,۳۹    | ۱,۴۵         | ۸۰    |
| تعداد بینه در هر سیکل | ۱,۷۰    | ۰,۷۰         | ۸۰    |
| شیب مسیر چوبکشی       | ۱۴,۰۳   | ۵,۴۲         | ۸۰    |

مدل پیش‌بینی زمان چوبکشی با اسکیدر چرخ زنجیری زتور:  
جدول ۴ نتیجه آنالیز واریانس ANOVA را نشان می‌دهد. میزان Sig نشان می‌دهد که اختلاف زمان چوبکشی در بین فاکتورها معنی‌دار است و می‌توان از مدل رگرسیونی برای بدست آوردن رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته استفاده کرد.

جدول ۴- آنالیز واریانس ANOVA

| مدل       | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F      | Sig   |
|-----------|--------------|------------|----------------|--------|-------|
| رگرسیون   | ۲۳۵۷۷,۰۹     | ۲          | ۱۱۷۸۸,۵۴       | ۴۲,۵۱۸ | ۰,۰۰۰ |
| باقیمانده | ۲۱۳۴۸,۸۹     | ۷۷         | ۲۷۷,۲۵         |        |       |
| مجموع     | ۴۴۹۲۵        | ۷۹         |                |        |       |

برای مدل‌سازی هر سیکل چوبکشی اسکیدر چرخ زنجیری زتور از مدل رگرسیونی چند متغیره مرحله‌ای (Regression Stepwise Model) استفاده شده است. در جدول زیر ضریب همبستگی چندگانه (R) و ضریب تعیین مدل رگرسیون ( $R^2$ ) نشان داده شده است.

جدول ۵- ضرایب همبستگی و ضریب تعیین مدل رگرسیونی

| مدل | R     | $R^2$ | ضریب تعدیل شده | اشتباه معیار برآوردی |
|-----|-------|-------|----------------|----------------------|
| ۱   | ۰,۷۲۴ | ۰,۵۲۵ | ۰,۵۱۲          | *۱۶,۶۵               |

\*پیشگویی‌کننده‌ها: عدد ثابت، فاصله چوبکشی، شیب مسیر چوبکشی

در جدول ۶ ضرایب مدل رگرسیونی و آزمونهای مربوط به آن نشان داده شده است و با توجه به Sig مشخص می‌شود که تاثیر فاصله چوبکشی و شیب مسیر چوبکشی بر زمان هر سیکل چوبکشی با زتور معنی‌دار است. با استفاده از داده‌های این جدول می‌توان مدل رگرسیونی چوبکشی با زتور را به صورت زیر نوشت:  
 $T=12.14+0.04D+0.84S$   
که در این رابطه:  
T: زمان هر سیکل چوبکشی بر حسب دقیقه  
D: فاصله چوبکشی بر حسب متر  
S: شیب مسیر چوبکشی بر حسب درصد

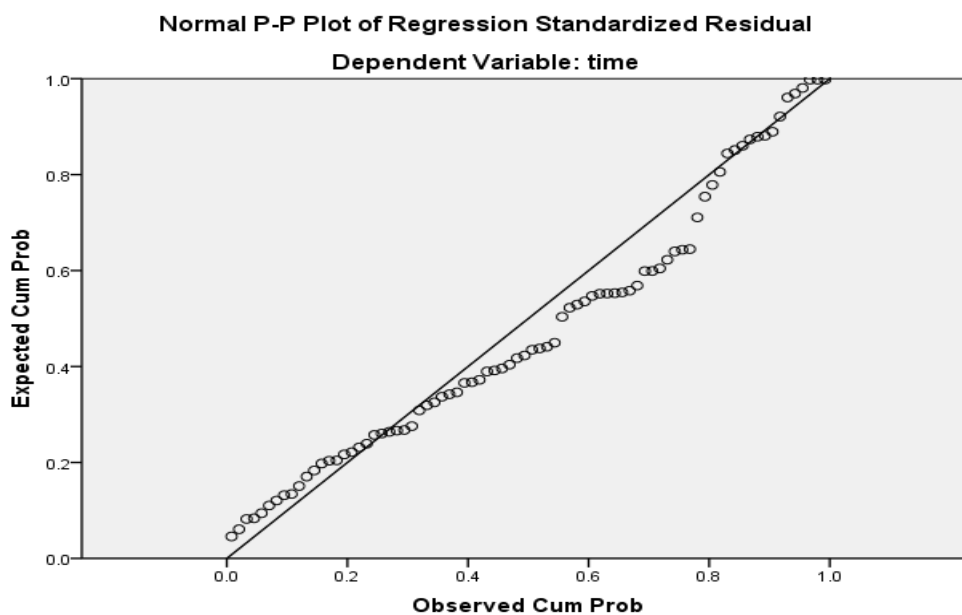
جدول ۶- ضرایب مدل رگرسیونی

| Sig   | t     | ضرایب استاندارد نشده |              | مدل          |
|-------|-------|----------------------|--------------|--------------|
|       |       | B                    | اشتباه معیار |              |
| ۰,۰۲۷ | ۲,۲۵۸ |                      | ۵,۳۸         | عدد ثابت     |
| ۰,۰۰۰ | ۶,۹۷۲ | ۰,۶۱۶                | ۰,۰۰۶        | فاصله چوبکشی |
| ۰,۰۳۲ | ۲,۱۸۱ | ۰,۱۹۳                | ۰,۳۸۸        | شیب          |

جدول ۷ آماره‌های مربوط به باقیمانده‌ها و شکل ۱ پراکنش باقیمانده استاندارد به ازای موارد پیش‌بینی شده را نشان می‌دهد. در مقادیر مختلف متغیرها نشان داده شده است.

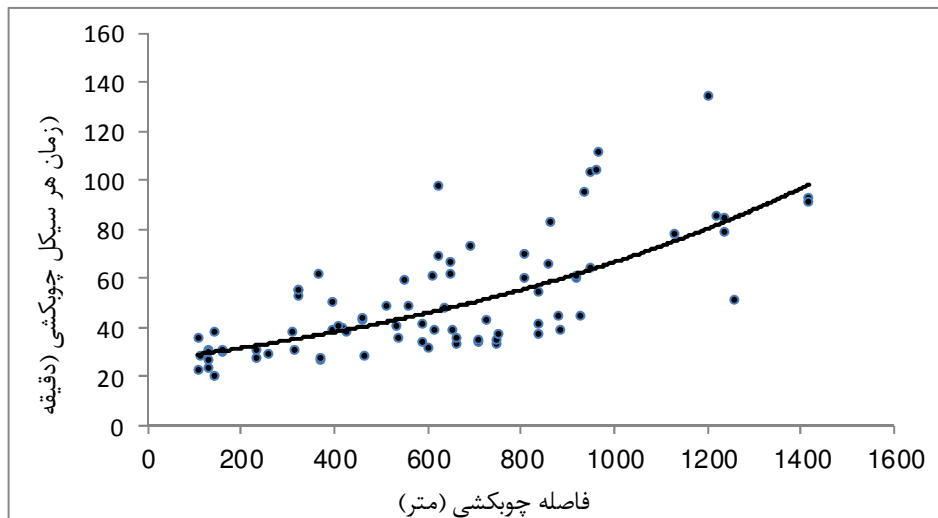
جدول ۷- آماره باقیمانده‌ها

| N  | انحراف معیار | میانگین | حداکثر | حداقل   |                              |
|----|--------------|---------|--------|---------|------------------------------|
| ۸۰ | ۱۷,۲۷۵       | ۵۱,۳۷۵  | ۹۵,۷۳۸ | ۲۳,۹۴۲  | مقدار پیش‌بینی شده           |
| ۸۰ | ۱۶,۴۳۸       | ۰,۰۰۰   | ۴۸,۱۶۳ | -۲۸,۰۹۸ | باقیمانده                    |
| ۸۰ | ۱,۰۰۰        | ۰,۰۰۰   | ۲,۵۷۴  | -۱,۵۸۲  | مقدار پیش‌بینی شده استاندارد |
| ۸۰ | ۰,۹۸۷        | ۰,۰۰۰   | ۲,۸۹۳  | -۱,۶۸۷  | باقیمانده استاندارد          |



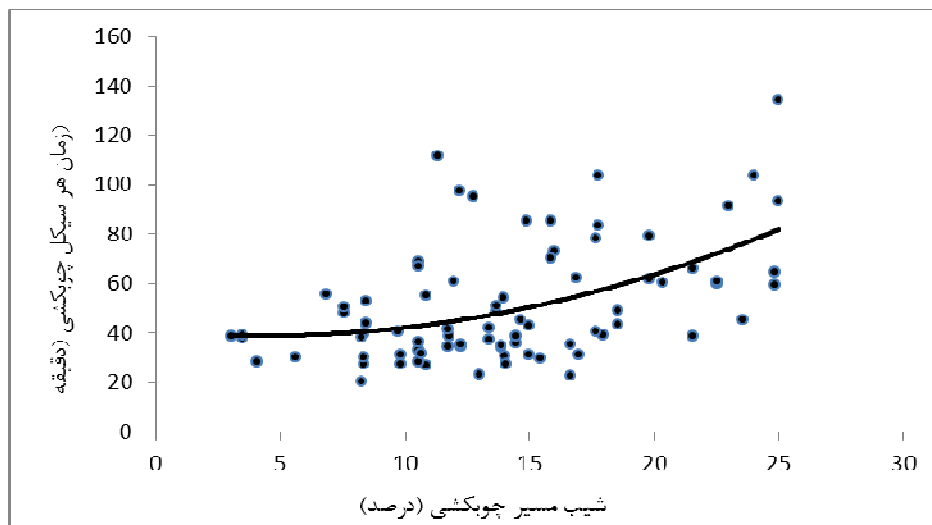
شکل ۱- نمودار پراکنش P-P باقیمانده استاندارد رگرسیون

شکل زیر پراکنش زمان هر سیکل چوبکشی را در فواصل مختلف چوبکشی نشان می‌دهد و همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش فاصله چوبکشی، زمان مربوط به هر سیکل افزایش می‌یابد.



شکل ۲- نمودار تأثیر فاصله چوبکشی بر زمان چوبکشی زتور

در شکل ۳ تأثیر شیب مسیر چوبکشی بر زمان هر سیکل چوبکشی نشان داده شده است. با افزایش میزان شیب، زمان هر سیکل چوبکشی افزایش می‌یابد.



شکل ۳- نمودار تأثیر شیب مسیر بر زمان چوبکشی زتور

مترمکعب در ساعت و با در نظر گرفتن زمان تأخیر ۴/۳۲ مترمکعب در ساعت است. هزینه سیستم شامل هزینه‌های ثابت، متغیر و هزینه کارگری است که در جدول زیر محاسبه شده است:

میزان تولید و هزینه اسکیدر چرخ زنجیری زتور: میزان تولید زتور با نسبت متوسط حجم گرده بینه خارج شده از جنگل به متوسط زمان خروج گرده‌بینه بدست آمده است. مقدار تولید زتور بدون در نظر گرفتن زمان تأخیر ۵/۱۲

جدول ۸- محاسبه هزینه سیستم چوبکشی زتور

| عنوان هزینه                               | نوع هزینه | هزینه (ریال) |
|---|-----------|--------------|
| استهلاک ماشین                             | ثابت      | ۳۹۰۴۷۱۵۴     |
| سود سرمایه                                | ثابت      | ۱۰۰۱۸۷۵۰۰    |
| بیمه و مالیات                             | ثابت      | ۱۳۹۲۳۴۶۵     |
| مجموع هزینه ثابت در ساعات کار مفید        |           | ۱۲۷۶۳۱       |
| مجموع هزینه ثابت در ساعات برنامه‌ریزی شده |           | ۹۵۷۲۳        |
| استهلاک کابل                              | متغیر     | ۷۵۰۰         |
| تعمیرات                                   | متغیر     | ۸۵۰۰۰        |
| سوخت                                      | متغیر     | ۸۶۰۰۰        |
| زنجیر                                     | متغیر     | ۱۲۵۰۰۰       |
| مجموع هزینه جاری                          | متغیر     | ۳۱۱۰۰۰       |
| هزینه کارکنان                             | متغیر     | ۸۰۰۰۰        |

قیمت یک دستگاه زتور ۷۰۰ میلیون ریال و تعداد روز کاری ۲۰۰ روز در سال می‌باشد. ساعت کار مفید ۶ ساعت در روز، ساعت کار برنامه‌ریزی شده ۸ ساعت در روز، نرخ واقعی تنزیل ۳,۵ درصد، نرخ تورم ۲۸,۵ درصد و عمر مفید ماشین ۲۰ سال می‌باشد.

نرخ ماشین (MRH):  
 $MRH/PH=TFC+TOC=۴۳۸۶۳۱$  ریال  
 نرخ اجاره کردن ماشین:  
 $MRH/SH=۴۰۶۷۲۳$  ریال  
 هزینه کل سیستم:  
 ریال  $۵۱۸۶۳۱ =$  هزینه کارکنان + نرخ ماشین

هزینه تولید بدون تأخیر:

ریال بر مترمکعب  $۱۰۱۱۵۰ = (۵/۱۲) / ۵۱۸۶۳۱ =$  میزان تولید بدون تأخیر / هزینه سیستم

هزینه تولید با تأخیر:

ریال بر مترمکعب  $۱۱۹۷۹۵ = (۴/۳۲) / ۵۱۸۶۳۱ =$  میزان تولید با تأخیر / هزینه سیستم

سیکل را تشکیل می‌دهند. این نتیجه با تحقیق Behjou *et al.*, و (2001) Curro, (2005) Naghdi (2008) که بر روی سایر ماشین آلات انجام شده است مطابقت دارد. زیرا زتور یک ماشین چرخ زنجیری کندرو است و سرعت قابل ملاحظه‌ای ندارد و زمان حرکت ماشین در طول مسیر زیاد است. این مسئله نشان می‌دهد که بکارگیری زتور در فواصل طولانی اقتصادی نیست. بکارگیری این ماشین در کنار جاده و در مسیر

هزینه تولید با وجود زمان تأخیر حدود ۱۸۶۴۵ ریال به ازای هر ساعت برای هر مترمکعب چوب‌آلات افزایش می‌یابد.

### بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که مشاهده شده از بین اجزای هر نوبت چوبکشی اسکیدر چرخ زنجیری زتور، حرکت با بار و حرکت خالی بیشترین زمان هر



بینه در هر نوبت چوبکشی در مدل چوبکشی معنی دار نشده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش فاصله چوبکشی، مدت زمان لازم برای هر سیکل چوبکشی افزایش می‌یابد. علت این امر کندرو بودن زتور است و وقتی فاصله چوبکشی زیاد می‌شود، این مسئله مشهودتر است. بنابراین به دلیل اینکه سرعت زتور و در نتیجه راندمان آن پایین است در نتیجه در فواصل طولانی و در جاهایی که زمان چوبکشی محدود است، بکارگیری این سیستم برای عملیات چوبکشی توصیه نمی‌شود. ولی از آنجایی که قدرت این ماشین زیاد است و استقرار آن نیز سریع انجام می‌گیرد، بنابراین بکارگیری این سیستم به طور ترکیبی با سایر سیستم‌ها توصیه می‌شود.

مقدار تولید زتور بدون در نظر گرفتن زمان تأخیر ۵/۱۲ مترمکعب در ساعت و با در نظر گرفتن زمان تأخیر ۴/۳۲ مترمکعب در ساعت است. هزینه تولید با و بدون تأخیر اسکیدر چرخ زنجیری زتور به ترتیب ۱۱۹۷۹۵ و ۱۰۱۱۵۰ ریال بر مترمکعب می‌باشد. هزینه تولید با وجود زمان تأخیر حدود ۱۸۶۴۵ ریال به ازای هر ساعت برای هر مترمکعب چوب‌آلات افزایش می‌یابد.

فرعی برای جمع‌آوری چوب و قرار دادن در کنار مسیر اصلی چوبکشی و خروج چوب‌آلات با اسکیدر چرخ لاستیکی توصیه می‌شود. از میان تأخیرها، تأخیر فنی بیشترین زمان را شامل می‌شود. زیرا زتور ایران جزء ماشین‌های مستعمل است و همانطور که در بخش هزینه‌ها آمده هزینه تعمیرات آن بالا و تأخیر فنی زیاد است و از این لحاظ این پژوهش با مطالعه Najafi (2006) که روی HSM انجام شده است مطابقت دارد و با مطالعه Naghdi (2005) که بر روی تیمبرجک انجام شده، در تناقض است. پاره شدن کابل عامل اصلی تأخیر فنی در سیکل کاری زتور می‌باشد. یکی از دلایل پاره شدن کابل این است که چون این ماشین قدرت بالا و سرعت پایینی دارد، در نتیجه برای جبران کندی سرعت و افزایش بازدهی ماشین، حجم زیادی را به ماشین می‌بندند و کابل پاره می‌شود. بنابراین به منظور کاهش این تأخیر پیشنهاد می‌شود که در موقع بستن بار توانایی کابل هم در نظر گرفته شود و همچنین از کابل‌های با کیفیت بالاتر و چوکربندهای ماهر استفاده شود.

در مدل چوبکشی فاصله و شیب مسیر چوبکشی معنی دار شده است و حجم و تعداد

## References

- 1- Behjou, F.K., B. Majnounian, M. Namiranian, J. Dvorak, 2008. Time study and skidding capacity of the wheeled skidder Timberjack 450c in Caspian forests. Journal of forest science, 4: 183-188.
- 2- Fegghi, J., 1988. Evaluation of mechanized forest exploitation systems, Master's Thesis.
- 3- Gilanipoor, N., A. Najafi, S.M. Heshmat vaezin, 2011. Models and production costs steel track skidder in downward skidding (Case Study: Forest Education - Research Tarbiat Modares University), Journal of forest Iran. 4(3): 2011.

- 4- Jour Gholami, M., B. Majnounian, 2008. Productivity and cost of wheeled skidder in Hyrcanian forest. *International journal of natural and engineering sciences* 2(3): 99-103.
- 5- Kazemi Talkooi, A., 1997. Master's thesis, Department of Natural Resources, Tehran University.
- 6- Kharecha, P., 1997. Energy evaluation of the effects of human activities on luquillo experimental forest. Puertotico. Thesis department of environmental engineering sciences, university of Florida. Gainesville, Fl. 91pp.
- 7- Naghdi, R. 2005. Survey efficiency Timberjak 450c in Shafarood of Gilan Forest. *Journal of the Iranian Natural Resources*. 57. pp 675-687.
- 8- Najafi, A., H. Sobhani, A. Saied, M. Makhdoom, M. Marvi Mohajer, 2006. Survey time study and costing HSM904 skidder. *Journal of Natural Resources*, 60(3): 921-930.
- 9- Sarikhani, N., 1990. Forest Logging, Tehran University Press, Number 2099. 2: 776pp.
- 10- Sarikhani, N., B. Majnoonian, 1993. Guide the design, implementation and operation of forest roads. Publication No. 131. PBO.