# ارزيابي كارايي، نرخ توليد و هزينه اسكيدر چرخ لاستيكي تاف (بررسي موردي در جنگل خيرودكنار نوشهر)

مقداد جور غلامي*[۱]، هوشنگ سبحاني[۲] و وحيد اعتماد[۳]
[۱] دانشجوي دكتري جنگلداري، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۲] دانشيار گروه جنگلداري و اقتصاد جنگل، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۳] استاديار گروه جنگلداري و اقتصاد جنگل، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ۸۵/۵/۱۸، تاريخ تصويب: ۸۶/۱/۲۷)

## چكيده

خروج چوب از محل قطع به كنار جاده جنگلي، بيشترين هزينه‌هاي مربوط به عمليات بهره‌برداري را در بر مي‌گيرد. هدف از اين بررسي ارائه روشي براي ارزيابي توليد و هزينه چوبكشي با ماشين چوبكشي چرخ لاستيكي تاف در سامانه گرده بينه كوتاه در جنگل آموزشي - پژوهشي خيرودكنار نوشهر مي‌باشد. در اين بررسي بعد از مشخص نمودن اجزاي كار يک نوبت چوبكشي از محل قطع تا محل انباشت كنار جاده تعداد ۴۶ مورد چوبكشي زمان سنجي شد. علاوه بر اندازه‌گيري زمان اجزاي مرتبط با يک نوبت چوبكشي، متغيرهايي مانند فاصله چوبكشي، شيب طولي مسير چوبكشي، تعداد گرده‌بينه در هر نوبت بار، حجم بار و گونه درخت ثبت شد. با تجزيه و تحليل داده‌ها، معادله رياضي پيش‌بيني زمان چوبكشي تعيين شد. ميزان توليد با به‌شمار آوردن زمان‌هاي تاخير و بدون آن به ترتيب ۵/۹۳ و ۸/۳۳ مترمكعب در ساعت برآورد شد. نرخ ماشين نيز ۴۴۳۹۲۹ ريال در ساعت برآورد شد. به منظور تعيين هزينه چوبكشي از مدل هزينه‌يابي پيشنهادي دستور كار طرح بهره‌برداري سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخيزداري كشور استفاده شد، در نتيجه هزينه چوبكشي هر متر مكعب با به‌شمار آوردن زمان‌هاي تاخير و بدون آن، به ترتيب ۷۴۸۶۱ و ۵۳۲۷۹ ريال است. جمع تأخيرها، زمان حركت بدون بار و زمان حركت با بار بيشترين زمان اجزاي چوبكشي با تاف را تشكيل مي‌دهند. بررسي اثر تغييرات هر يك از متغيرها روي زمان چوبكشي ماشين تاف و در نتيجه تغيير هزينه چوبكشي نشان داد كه افزايش هر يک از متغيرها، باعث افزايش هزينه به صورت خطي مي‌شود و تنها با افزايش كاركرد ساليانه هزينه چوبكشي به ازاء هر متر مكعب به صورت سهمي‌شكل، كاهش مي‌يابد.

واژه‌هاي كليدي: اسكيدر چرخ لاستيكي، تاف، مدل رياضي پيش بيني زمان چوبكشي، توليد، نرخ ماشين، هزينه، سامانه گرده بينه كوتاه، تأخير

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۲ فاكس: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۲ Email: jgholami@nrf.ut.ac.ir

## مقدمه

بهره‌برداري زنجيره‌اي از اقدام‌هاي پشت سرهم است كه براي دستيابي به هدف موردنظر بايد با نظم و ترتيب معيني به انجام برسد. اهداف بهره‌برداري جنگل در واقع انجام طرح‌ها و عملياتي است كه به طور عملي و فني قابل انجام بوده، از لحاظ اقتصادي قابل قبول و از لحاظ زيست محيطي سالم و بي‌خطر باشد. جهت دستيابي به اين اهداف، نيازمند است كه، بهترين برنامه‌ريزي‌ها صورت گرفته و به طور پيوسته بهبود يابد (۱۱). سرشت كار بهره‌برداري و ويژگي‌هاي فرآورده جنگل ايجاب مي‌كند كه، امكانات و وسايل و ماشين‌هاي مختص اين كار مورد استفاده قرار گيرد و اين مجموعه احتياج به سرمايه‌گذاري سنگين دارد(۴).

اين سرمايه‌گذاري هنگفت دليل موجهي بر توجه و دقت در طراحي و مديريت اجرائي برنامه‌هاي بهره‌برداري است. از جمله اهداف اصلي اين پژوهش، تعيين عامل‌هاي موثر در عمليات چوبكشي و ارائه راهكارهاي مناسب براي بازدهي بيشتر و كاهش هزينه‌ها بوده است.

سبحاني با بررسي عامل‌هاي موثر بر چوبكشي با اسكيدر چرخ لاستيكي كلارک[1] مشخص نمودند كه بهترين مدل انجام كار به صورت تابعي از متغيرهاي مستقل فاصله، شيب، تعداد گرده بينه در بار و حجم بار مي‌باشد (۴). فقهي در جنگل‌هاي شفارود گيلان با ارزشيابي دو سامانه مكانيزه بهره‌برداري (تمام تنه و درخت كامل) مشخص نمود كه هزينه چوبكشي در سامانه بهره‌برداري درخت كامل و تمام تنه به ترتيب هر متر مكعب ۲۸۵۸ و ۱۵۰۴ ريال مي‌باشد (۶).

نقدي با بررسي و مقايسه دو روش بهره‌برداري تمام تنه و گرده بينه در جنگل‌هاي نكاء- ظالمرود به اين نتيجه رسيدند كه بازدهي توليد چوبكشي در روش بهره‌برداري تمام تنه به مراتب بيشتر از روش گرده بينه مي‌باشد. ميزان توليد با به‌شمار آوردن زمان‌هاي تأخير در چوبكشي با اسكيدر تيمبرجک در دو سامانه تمام تنه و گرده بينه، به ترتيب ۱۳/۶ و ۱۰/۱ متر مكعب در ساعت و هزينه چوبكشي به ترتيب ۳۸۷۵۳ و ۵۴۳۹۸ ريال در متر مكعب برآورد شد (۸).

در همه اين بررسي‌ها به‌تقريب از مدل‌هاي پيش بيني زمان انجام كار استفاده شده است. در مديريت واحدهاي بهره برداري جهت پاسخگويي به پرسش‌هايي مانند نرخ توليد، هزينه توليد، عامل‌هاي مؤثر بر روند توليد و چگونگي تغييرات اين عامل‌ها و اثرگذاري آنها بر هزينه توليد اقدام به مدلسازي مي‌نمايند.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد بررسي

اين پژوهش در پارسل‌هاي ۱۱۴ و ۱۱۵ بخش پاتم جنگل آموزشي و پژوهشي خيرودكنار نوشهر انجام شد. ارتفاع از سطح دريا ۶۰۰ تا ۷۵۰ متر و ميزان بارندگي منطقه ۱۳۰۰ ميلي متر است كه از اواخر فروردين ماه تا اواخر مرداد كمترين بارندگي را دارد. شيوه بهره‌برداري و جنگلشناسي به صورت گروه گزيني[2] با قطعه‌هايي در سطح بيشينه ۲۵۰۰ متر مربع بود. سامانه بهره‌برداري در پارسل‌هاي مورد بررسي به صورت گرده بينه كوتاه مي‌باشد كه پس از قطع درختان، گرده بينه‌ها به ابعاد بيشينه ۶ متر تبديل شده و با استفاده از اسكيدر در چوبكشي زميني به دپوي كنار جاده كشيده مي‌شوند.

### روش بررسي

اين بررسي به منظور برآورد ميزان توليد و محاسبه هزينه خروج هر متر مكعب چوب از محل قطع تا محل انباشت كنار جاده جنگلي انجام و تلاش شد تا با ارائه مدل رياضي پيش‌بيني زمان چوبكشي، گامي‌در جهت ياري رساندن به مديريت واحد بهره‌برداري برداشته شود، زيرا با استفاده از اين مدل مي‌توان با تعيين ميزان ميانگين متغيرهاي مؤثر در مدل، زمان و هزينه چوبكشي را پيش‌بيني نموده و بر پايه آن نيروي كار، ماشين‌ها و بودجه لازم را برآورد نمود.

---

۱- Clark (667) wheeled skidder

۲- Group selection system

بررسي كار[1]، فن‌هاي بررسي روش[2] و زمان‌سنجي[3] را در بر مي‌گيرد. هدف كلي از بررسي‌هاي كار، اصلاح و بهبود انجام كار است. بررسي روش، بررسي دقيق و منتقدانه چگونگي انجام كار مي‌باشد، مؤثرترين استفاده از تجهيزات و مواد اوليه، نيروي انساني و عملكرد مجموعه تجهيزات، مواد اوليه و نيروي انساني از ديگر اهداف بررسي كار هستند (۶).

زمان سنجي

بررسي‌هاي زماني مجموعه‌اي از روش‌ها در شرايط استاندارد اندازه گيري مي‌باشد كه براي تعيين مقدار زمان لازم براي انجام كارهايي كه شامل تعدادي انسان، ماشين يا فعاليت‌هاي تركيبي است، بكار برده مي‌شود. براي تشخيص دقيق‌تر ويژگي‌هاي جزء به جزء كار و همچنين جدا نمودن كار مفيد (زمان مؤثر) از كار غير مفيد (زمان غير مؤثر يا تأخير) لازم است، كه كار را به اجزاء كوچك كاري[4] تقسيم كرده و سپس زمان انجام هر جزء را ثبت نمود. در اين روش بعد از مشخص كردن حد و مرز هر جزء از كار، زمان شروع بررسي را يادداشت كرده و ضمن كنترل دقيق جريان كار زمان شروع هر جزء از كار در روي برگه‌هايي كه از قبل تعيين شده است، ثبت مي‌شود. در اين بررسي به كمك يك دستگاه كرونومتر يك‌صدم دقيقه‌اي، زمان سنجي به روش زمان‌هاي پيوسته انجام شد (۲).

اجزاء كار

اجزاء كار يك نوبت چوبكشي اسكيدر به منظور انتقال گرده بينه از محل قطع تا محل انباشت كنار جاده به شرح زير مي‌باشد: زمان حركت بدون بار، زمان باز كردن كابل وينچ، زمان بستن چوكر، زمان جمع كردن كابل، زمان حركت با بار، زمان باز كردن چوكر و تخليه بار، زمان جابجا كردن و مرتب كردن تنه‌ها در محل انباشت كنار جاده.

علاوه بر زمان‌هاي ياد شده بيشماري زمان‌هاي تأخير يا توقف نيز در طول هر نوبت چوبكشي اسكيدر ديده مي‌شود كه اين زمان تأخير به سه دسته تقسيم مي‌شود: تأخير فني، تأخير شخصي و تأخير اجرائي.

## تجزيه و تحليل داده‌ها

جمع‌آوري داده‌ها

عمليات جمع آوري اطلاعات مورد نياز به منظور برآورد هزينه چوبكشي با اسكيدر چرخ لاستيكي تاف در خرداد ۱۳۸۳ در پارسل‌هاي ۱۱۴ و ۱۱۵ بخش پاتم جنگل خيرودكنار نوشهر انجام گرفت. اندازه‌گيري‌ها در كار ميداني شامل اندازه‌گيري طول مسيرهاي چوبكشي، اندازه‌گيري شيب طولي مسيرها، اندازه‌گيري زمان كار(بررسي‌هاي زماني) بود. همچنين در هر نوبت چوبكشي، طول و قطر مياني گرده بينه، تعداد گرده بينه در هر نوبت و نوع گونه نيز اندازه‌گيري شد. براي تعيين حجم از فرمول هوبر[5] استفاده شد.

$$V = gm \times L$$

V= حجم گرده بينه

gm= سطح مقطع مياني گرده بينه

L= طول گرده بينه

تعيين تعداد نمونه

براي تعيين تعداد نمونه لازم، ابتدا يك آماربرداري مقدماتي جهت تعيين نمودن واريانس زمان چوبكشي بدون به‌شمار آوردن زمان تاخير به عمل آمد و تعداد ۲۰ نوبت چوبكشي زمان‌سنجي شد و با به‌شمار آوردن اينكه در سطح ۹۵ درصد، دقت مورد نظر ۱۰ درصد ميانگين زمان چوبكشي باشد، با استفاده از رابطه زير تعداد نمونه مورد نياز، ٤٦ مورد محاسبه شد.

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

كه در آن :

n= تعداد نمونه

۱- Work study

۲- Method study

۳- Time study

۴- Work elements

۵- Huber

t= ضريبي كه به تعداد نمونه و سطح اعتماد مورد نظر بستگي دارد و از جدول t بدست مي‌آيد.

S= انحراف از معيار بدست آمده از آماربرداري مقدماتي

E= دقت مورد نظر كه ۱۰ درصد ميانگين زمان يک نوبت چوبكشي در نظر گرفته مي‌شود.

مدل رياضي پيش بيني زمان چوبكشي

مدل‌هاي آماري چند متغيره در مديريت واحدهاي بهره‌برداري و بررسي‌هاي كار مورد استفاده مي‌باشد. وارد كردن جزئيات بيشتر در مدل در زمينه ويژگي‌هاي سامانه مورد بررسي موجب آن مي‌شود كه مدل شباهت بيشتري به سامانه واقعي پيدا كند و نتيجه به واقعيت نزديكتر شود، ولي اين نبايد، منجر به آن شود كه به موجب آن نتيجه‌گيري پيچيده‌تر شده و بررسي با دشوارهايي مواجه شود (۶).

بر اين پايه با استفاده از نرم‌افزار رايانه‌اي SPSS، مدل رياضي پيش بيني زمان چوبكشي تهيه شد. بعد از وارد نمودن داده‌هاي جمع‌آوري شده با استفاده از اين برنامه و با استفاده از پلات‌هاي نرمال[۱] و روش آندرسون- دارلينگ[۲] از عادي بودن توزيع داده‌هاي موجود در هر قسمت اطمينان بدست آمده شد. رابطه بين عامل‌هاي مؤثر اندازه‌گيري شده و اثرگذاري متقابل آنها به صورت تركيب‌هاي دو تايي، با زمان چوبكشي خالص بدون به‌شمار آوردن زمان تاخير مشخص شد. براي تعيين ضرايب متغير و ثابت مدل پيش بيني زمان چوبكشي از روش متداول رگرسيون چند متغيره و از تكنيك رگرسيون مرحله‌اي[۳] استفاده شد.

## نتايج

مدل رياضي پيش بيني زمان چوبكشي

مدل رياضي پيش بيني زمان چوبكشي عبارت است از معادله رگرسيون چند متغيره زمان انجام يك نوبت چوبكشي، به صورت تابعي از متغيرهاي فاصله چوبكشي، تعداد گرده‌بينه در هر نوبت حمل، حجم بار و اثر متقابل شيب و حجم بار :

$$T= ۳/۳۲۳+۰/۰۳۵۶۳D+۱/۸۱۹N+۰/۰۷۶۴SV+۰/۸۸V$$

كه در آن:

T= زمان يك نوبت چوبكشي خالص (دقيقه)

D= فاصله چوبكشي (متر)

N= تعداد گرده بينه در هر نوبت حمل

V= حجم بار (متر مكعب)

SV= بدست آمدهضرب شيب در حجم بار (اثر متقابل)

S= شيب مسيرچوبكشي (درصد)

خلاصه جدول تجزيه واريانس مدل فوق در جدول ۱ آمده است.

در جدول زير مقدار F بدست آمده، بيانگر اين است كه در سطح $\alpha = 0/01$، معني‌دار مي‌باشد و متغيرهاي وارد شده در مدل تا ۸۶/۳ درصد تغييرات را نشان مي‌دهند، $R^2$ همان ضريب تشخيص است.

احراز اعتبار مدل

به منظور احراز اعتبار مدل رياضي پيش بيني چوبكشي، قبل از پايان تجزيه و تحليل‌ها، دو نوبت از اطلاعات بدست آمد: از زمان‌سنجي را از داده‌هاي جمع‌آوري شده مربوط به هر منطقه به طور كاملا تصادفي جدا كرده و در تهيه مدل‌ها دخالت نداده، پس از برازش مدل رگرسيوني، از آنها براي تعيين اعتبار مدل استفاده شد.

براي تعيين اعتبار مدل، حدود اعتماد زمان چوبكشي محاسبه شده، با مدل بدست آورده شده و با زمان واقعي چوبكشي بدست آمده از زمان سنجي (زمان اندازه گيري شده) مقايسه مي‌شود (جدول ۲). اگر زمان واقعي چوبكشي بدست آمده از زمان سنجي در محدوده حدود اعتماد قرار داشت، مدل اعتبار آماري لازم را دارد. به علت اينكه تجزيه و تحليل با نرم‌افزار SPSS انجام گرفت، اين نرم افزار اين قابليت را دارد كه حدود اعتماد مدل را در سطح ۵ درصد يا ۱ درصد خطا، به‌طور مستقيم در اختيار كاربر قرار دهد (جدول ۳).

---

۱- Normal

۲- Anderson- Darling

۳- Stepwise Regression

جدول ۱- تجزیه واریانس مدل ریاضي پیش‌بیني زمان چوبکشي با اسکیدر تاف

| منبع | جمع مربعات | درجه آزادي | میانگین مربعات | $F=\frac{MSK}{MSe}$ | $R^2$ (درصد) | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| رگرسیون | ۱۴۵۲/۹۸ | ۴ | ۳۶۳/۲۵ | ۶۴/۶۸ | ۸۶/۳ | ۰/۰۰۰ |
| خطا | ۲۳۰/۲۴ | ۴۱ | ۵/۶۲ | | | |
| جمع | ۱۶۸۳/۲۲ | ۴۵ | | | | |

جدول ۲- زمان واقعي چوبکشي بدست آمده از زمان سنجي در دو نمونه

| متغیر | شیب مسیر | فاصله چوبکشي | حجم بار | تعداد بینه |
|---|---|---|---|---|
| نمونه‌یک | ۲۲/۳ | ۱۰۲ | ۱/۱۵۴۸ | ۲ |
| نمونه دو | ۲۱/۷ | ۱۷۳ | ۲/۶۵۳۵ | ۳ |

چون زمان اندازه‌گیري شده بین دو حد بدست آمده، قرار مي‌گیرد، پس مدل از اعتبار آماري لازم را دارد.

جدول ۳- احراز اعتبار مدل

| زمان برآوردشده | زمان اندازه‌گیري شده | | حدود اعتماد |
|---|---|---|---|
| ۱۲/۵۸ | ۱۱/۳۴ | <۱۸/۷۱ | زمان اندازه‌گیري شده<۴/۹۳ |
| ۲۰/۶۸ | ۱۴/۱۶ | <۲۹/۶۶ | زمان اندازه‌گیري شده<۸/۳۲ |

محاسبه میزان تولید سامانه چوبکشي

میزان تولید با به‌شمار آوردن زمان‌هاي تأخیر ۵/۹۳ متر مکعب در ساعت و تولید خالص (بدون تأخیر) ۸/۳۳ متر مکعب در ساعت است.

میزان تولید (ریال/مترمکعب) = حجم چوب کشیده شده به دپو (متر مکعب) ÷ کل زمان لازم براي عملیات چوبکشي (ساعت)

محاسبه هزینه چوبکشي

به منظور محاسبه هزینه چوبکشي در هر یك از مناطق مورد بررسي از دستور کار پیشنهادي تهیه طرح بهره‌برداري سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداري کشور استفاده شده است. با استفاده از این دستور کار، هزینه سامانه که از جمع هزینه‌هاي ماشین و هزینه پرسنلي تشکیل مي‌شود، محاسبه شده است. از تقسیم هزینه سامانه بر میزان تولید، مي‌توان هزینه چوبکشي واحد تولید را محاسبه نمود.

مبناي محاسبات قیمت‌ها بر پایه قیمت ماشین و سایر لوازم و وسایل در سال۱۳۸۳ مي‌باشد، ماشین تاف یك ماشین قدیمي‌است، به علت اینکه قیمت اولیه این ماشین مشخص نبوده و از سوي دیگر به علت قدیمي‌بودن این ماشین، هزینه‌هاي تعمیر و نگهداري این ماشین بسیار بالا است و هزینه‌هاي تعمیرات ماشین تاف در سه سال اخیر ملاك عمل قرار گرفت. قیمت خرید ماشین با استعلام از دفتر بهره برداري سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداري کشور بدست آمده است. با توجه به آب و هواي منطقه و همچنین اشتغال کارگران جنگل به امور دیگر با توجه به طرح بهره برداري بخش پاتم, تعداد روزهاي کار ۱۵۰ روز محاسبه شد.

- هزینه ثابت
- قیمت خرید ریال p= ۲۰۰۰۰۰۰۰۰
- قیمت اسقاطي s= ۲۰۰۰۰۰۰۰
- ساعت‌هاي کار برنامه‌ریزي شده ساعت SH=۱۵۰×۷=۱۰۵۰
- ساعت‌هاي کار مفیدساعت PH =۱۵۰×۴=۶۰۰
- ضریب بهره‌وري درصد U= ۵۷

- عمر مفيد ماشين سال N=۱۰
- ميانگين ارزش سرمايه‌گذاري ريال A =۱۱۹۰۰۰۰۰۰
- استهلاك ريال D =۱۸۰۰۰۰۰۰
- سود سرمايه‌يا بهره بانكي ريال

I=A×i=۱۱۹۰۰۰۰۰۰×۲۰%=۲۳۸۰۰۰۰۰

- بيمه و ماليات ريال T =۴۱۸۰۰۰۰
- جمع هزينه‌هاي ثابت در ساعت‌هاي كار مفيدريال در ساعت TFC/PH = ۷۶۶۳۳
- جمع هزينه‌هاي ثابت در ساعت كار برنامه‌ريزي شده ريال در ساعت TFC/S =۴۳۷۹۰

- هزينه جاري يا متغير
- جمع كل هزينه‌هاي متغير

Toc = MR + FLC + t + k =
۱۴۲۲۹۶=۱۵۱۰۰+۳۲۰۰۰+۷۳۵۰+۸۷۸۴۶ ريـــــال در ساعت

MR= هزينه تعميرات
FLC= هزينه سوخت و روغن
t= هزينه تاير
K= هزينه كابل وينچ

- نرخ ماشين (**MRH**)

ريال در ساعت كار مفيد MRH/PH =۲۱۸۹۲۹
ريال در ساعت كار برنامه‌ريزي شده MRH/SH =۱۸۶۰۸۶

- هزينه كارگري در ساعت (**LC**)

با به‌شمار آوردن هزينه سالیانه راننـده و سـه نفـر كـارگر، شامل دستمزدها و تمام مزايا و هزينه‌هاي بالاسري

ريال در ساعت $L.C = \frac{135000000}{600} = 225000$

- جمع كل هزينه‌ي چوبكشي (**T.C**)

ريال بر ساعت كار مفيد TC/PH =۴۴۳۹۲۹
ريال بر ساعت كار برنامه‌ريزي شده TC/SH =۴۱۱۰۸۶

كه از آن هزينه خروج چوب بـا اسـكيدر تـاف بـدون بـه‌شـمار آوردن زمان‌هاي تاخير بدست مي‌آيد.

هزينه چوبكشي (ريال/مترمكعب)

$$\text{هزينه چوبكشي}(\frac{\text{ريال}}{\text{متر مكعب}}) = \frac{443929}{8/33213} = 53279$$

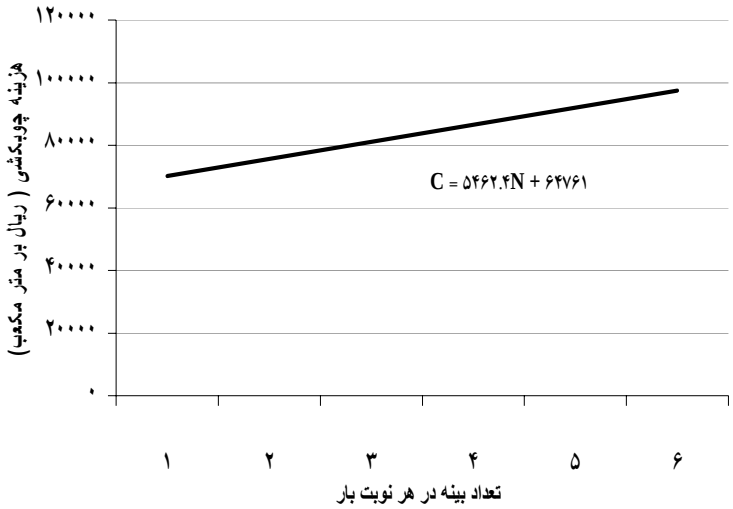
بررسـي اثـر تغييـر متغيرهـا روي زمـان و هزينـه چوبكشي با استفاده از مدل هزينه چوبكشي

با استفاده از مدل هزينه چوبكشي و با تغيير دادن متغيرها در دامنه مورد بررسـي مـي‌تـوان اثـر تغييـرات هـر يـك از متغيرها را روي زمان و هزينه چوبكشي مورد بررسـي قـرار داد. بدين صورت كه با ثابت نگه داشتن ميانگين‌هاي سـاير متغيرها و تغيير متغير مورد نظـر در دامنـه مـورد بررسـي، هزينه چوبكشي محاسبه مي‌شود. با افزايش حجم بار، تعداد گرده بينه در بار، فاصـله چوبكشـي، شـيب طـولي مسـير و تأخيرها زمان و هزينه چوبكشي به صـورت خطـي افـزايش مي‌يابد(جـداول ۴، ۵ و ۶ و نمـودار ۱ و۲ و ۳). بـا افـزايش كاركرد ساليانه در دستور كـار محاسـبه هزينـه چوبكشـي، هزينه چوبكشي به صورت سهمي‌كاهش مـي‌يابـد و روابـط بين هزينه چوبكشي و متغيرهاي ياد شده نيز بدست آمد.

رابطه‌ي حجم و هزينه C=۳۳۴۴ V+۶۵۰۴۴
رابطه‌ي تعداد گرده بينه و هزينه C=۵۴۶۲ N+۶۴۷۶۱
رابطه‌ي فاصله چوبكشي و هزينه C=۵۳۵۰ D+۵۸۸۰۳
رابطـه‌ي بـين شـيب طـولي مسـير و هزينـه S+۷۳۶۵۸ C=۱۱۳۰
رابطه‌ي بين تأخيرها و هزينه C=۶۰۰۶ X+۴۷۲۶۴

جدول ۴- اثر تغییرات متغیر تعداد بینه در هر بار روي زمان و هزینه چوبکشي در چوبکشي با اسکیدر تاف

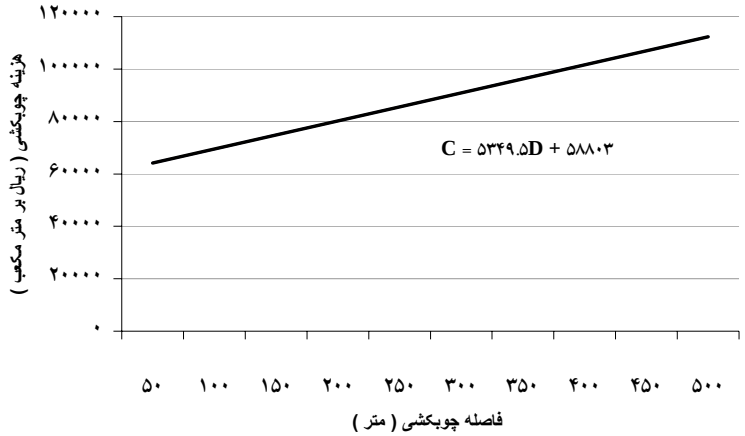
| هزینه چوبکشي (ریال بر متر مکعب) | زمان چوبکشي ( ساعت) | زمان چوبکشي ( دقیقه) | تعداد بینه در هر نوبت بار |
|---|---|---|---|
| ۷۰۲۲۳ | ۰/۲۷ | ۱۶/۱۹ | ۱ |
| ۷۵۶۸۶ | ۰/۳۰ | ۱۸/۰۱ | ۲ |
| ۸۱۱۴۸ | ۰/۳۳ | ۱۹/۸۳ | ۳ |
| ۸۶۶۱۰ | ۰/۳۶ | ۲۱/۶۵ | ۴ |
| ۹۲۰۷۳ | ۰/۳۹ | ۲۳/۴۷ | ۵ |
| ۹۷۵۳۵ | ۰/۴۲ | ۲۵/۲۹ | ۶ |




شکل ۱- اثر تغییرات متغیر تعداد بینه در هر بار روی هزینه چوبکشی در چوبکشی با اسکیدر تاف

جدول ۵- اثر تغییرات متغیر فاصله چوبکشي روي زمان و هزینه چوبکشي در چوبکشي اسکیدر تاف

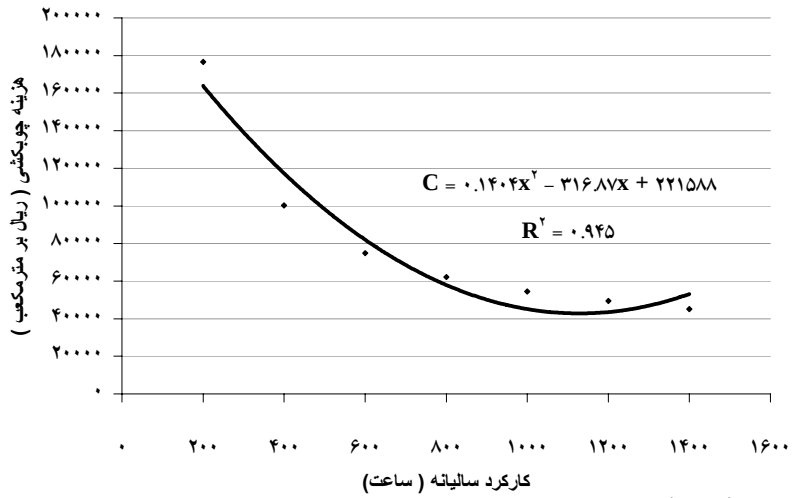
| هزینه چوبکشي (ریال بر متر مکعب) | زمان چوبکشي ( ساعت) | زمان چوبکشي ( دقیقه) | فاصله چوبکشي (متر) |
|---|---|---|---|
| ۶۴۱۵۳ | ۰/۲۴ | ۱۴/۱۷ | ۵۰ |
| ۶۹۵۰۱ | ۰/۲۶ | ۱۵/۹۵ | ۱۰۰ |
| ۸۰۲۰۱ | ۰/۳۲ | ۱۹/۵۱ | ۲۰۰ |
| ۹۰۸۹۹ | ۰/۳۸ | ۲۳/۰۸ | ۳۰۰ |
| ۱۰۱۵۹۸ | ۰/۴۴ | ۲۶/۶۴ | ۴۰۰ |
| ۱۱۲۲۹۸ | ۰/۵۰ | ۳۰/۲۱ | ۵۰۰ |




شکل ۲- اثر تغییرات متغیر فاصله چوبکشی روی هزینه چوبکشی در چوبکشی به اسکیدر تاف

جدول ۶- اثر تغییرات کارکرد سالیانه روي زمان و هزینه چوبکشي در اسکیدر تاف

| هزینه چوبکشي (ریال بر متر مکعب) | کارکرد سالیانه (ساعت) |
|---|---|
| ۱۷۶۵۷۷ | ۲۰۰ |
| ۱۰۰۲۸۵ | ۴۰۰ |
| ۷۴۸۵۵ | ۶۰۰ |
| ۶۲۱۴۰ | ۸۰۰ |
| ۵۴۵۱۰ | ۱۰۰۰ |
| ۴۹۴۲۴ | ۱۲۰۰ |
| ۴۵۱۰۰ | ۱۴۰۰ |

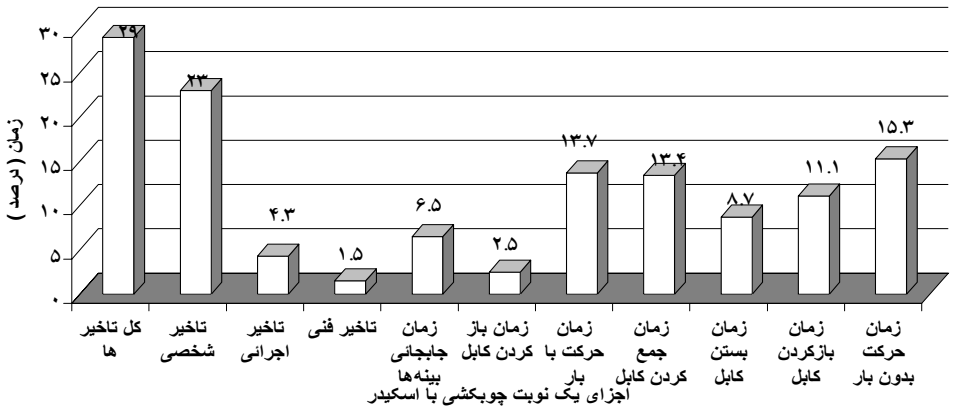



شکل ۳- اثر تغییرات کارکرد سالیانه روی هزینه چوبکشی در چوبکشی با اسکیدر تاف

تجزیه و تحلیل اجزاي چوبکشي و تاخیرها در اسکیدر تاف

بیشترین زمان صرف شده در یک نوبت چوبکشي مربوط به تأخیرها و در حدود ۲۹ درصد مي‌باشد. زمان حرکت بدون بار ۱۵/۳ درصد، زمان حرکت با بار ۱۳/۷ درصد و زمان جمع کردن کابل ۱۳/۴ درصد زمان یک نوبت چوبکشي با اسکیدر تاف را تشکیل مي‌دهند (نمودار ۴).

جمع سه مرحله وینچینگ (زمان باز کردن کابل، بستن کابل به گرده بینه و وینچ کردن کابل) ۳۳/۲ درصد زمان یک نوبت چوبکشي با اسکیدر تاف را صرف مي‌کند. اگر چه نشانه‌گذاري در پارسل‌هاي مورد بررسي به صورت گروه گزیني بوده و فاصله‌هاي وینچینگ زیاد نبود ولي این زمان به‌نسبت زیاد است و بدون در نظر گرفتن تأخیرها حدود ۴۷ درصد زمان یک نوبت چوبکشي خالص را شامل مي‌شود که به دلیل سامانه بهره‌برداري گرده‌بینه کوتاه مي‌باشد. در نتیجه براي فراهم نمودن یک بار، چندین تنه باید به هم بسته شود، که این باعث افزایش زمان چوبکشي مي‌شود. زمان حرکت بدون بار بیشتر از زمان حرکت با بار است، به علت اینکه چوبکشي در جهت رو به پایین انجام مي‌گیرد و وزن بار بر روي مالبند باعث شتاب بیشتر ماشین مي‌شود. نساختن و تدارک نکردن محل انباشت مناسب، باعث افزایش زمان جابجائي بینه‌ها در محل انباشت به میزان قابل توجه شده است. میزان تأخیرها حدود ۲۹ درصد زمان یک نوبت چوبکشي را شامل مي‌شود که حدود ۸۰ درصد آن شخصي و ۱۵ درصد فني و ۵ درصد اجرائي است. در چوبکشي با ماشین تاف میزان تأخیرها در کار با آن زیاد است، ولي مي‌توان با مدیریت کار و استفاده از اصل تشویق و تنبیه، این میزان تأخیرها را کاهش داد و به حد قابل قبول رساند. از سوي دیگر میزان تأخیرهاي فني نیز در اسکیدر تاف زیاد است که لزوم جابجائي این ماشین با یک ماشین نو را قطعي مي‌سازد.




نمودار ۴- درصد زمان صرف شده بوسیله اجزای یک نوبت چوبکشی با اسکیدر تاف با احتساب زمان تاخیر

بحث

در این بررسي به علت اینکه دامنه تغییرات متغیر شیب وسیع نبوده‌یا به عبارتي شیب مسیر چوبکشي براي همه بارهاي چوبکشي تاحدودي یکنواخت بوده، در نتیجه متغیر شیب به صورت اثر متقابل وارد مدل شد. از سوي دیگر آزمون تجزیه علیت یا مسیر[1] نشان داد که متغیر فاصله چوبکشي بیشترین تأثیر را بر مدل و زمان یک نوبت چوبکشي دارد و با طراحي دقیق مسیرهاي چوبکشي بر پایه فاصله‌هاي اقتصادي مي‌توان تا اندازه زیادي هزینه‌هاي چوبکشي را کنترل نمود.

۱- Path Analysis

ميزان توليد با تأخير حدود ۲۹ درصد كمتر از توليد خالص است. در واقع اگر كار چوبكشي به گونه‌اي مطلوب مديريت شود و از تأخيرهاي قابل پرهيز شخصي و فني كاسته شود، حدود ۲۹ درصد بر ميزان توليد افزوده شده و به عبارت ديگر ۲۹ درصد در هزينه‌ها صرفه جوئي شده و افزايش بهره‌وري را بدنبال خواهد داشت.

به علت سامانه بهره‌برداري گرده‌بينه كوتاه و تبديل گرده‌بينه به ابعاد كمتر از ۶ متر، متغير تعداد بينه در هر بار تأثير فراواني در افزايش زمان چوبكشي و بالتبع افزايش هزينه چوبكشي دارد. در بيشتر بررسي‌هاي انجام شده در ايران، فاصله چوبكشي تأثير قابل توجهي بر افزايش زمان چوبكشي دارد، در حالي‌كه در اين بررسي تعداد گرده‌بينه در هر بار نيز داراي تأثير قابل توجهي است. فراهم نمودن حجم يک بار، گاهي منجر به بستن پنج يا شش بينه مي‌شود كه هر گرده‌بينه داراي زمان وينچينگ جداگانه مي‌باشد و اين زمان زيادي را به ازاي واحد متر مكعب صرف مي‌كند.

از سوي ديگر بستن چند بينه با كابل و جور كردن آن باعث دشوراي‌هايي در كار چوبكشي مي‌شود. بستن چند بينه با هم باعث مي‌شود كه بار بخوبي بر روي مالبند قرار نگيرد و سر بينه‌ها به اندازه كافي از زمين بلند نشده و روي زمين كشيده شود كه، باعث كنده شدن و به هم خوردگي خاک در طول مسير شده و علاوه بر اين، گير كردن بينه‌ها به زمين، سرعت حركت ماشين را پايين آورده است. به‌علاوه اگر زمان‌هائي كه صرف بينه‌بري در سامانه گرده‌بينه كوتاه شده، نيز در نظر گرفته شود، ملاحظه مي‌شود كه سامانه گرده‌بينه كوتاه تأثير قابل توجهي در افزايش هزينه‌ها دارد كه نقدي (۸) در بررسي خود به آن پرداخته و به نتيجه فوق رسيده است.

روش نشانه‌گذاري در اين بررسي نيز تأثير قابل توجهي بر زمان چوبكشي دارد، همان‌طوركه ايگان (۲۰۰۳) نيز در بررسي خود، به رابطه مثبت و قوي بين توده چوبكشي، سامانه نشانه‌گذاري و حجم قطع در هكتار با چوبكشي زميني اشاره دارد.

با توجه به اينكه افزايش زمان تأخير، تأثير قابل توجهي در افزايش هزينه چوبكشي دارد و تأخيرهاي شخصي بيشترين سهم را نسبت به بقيه دارد، بنابراين با مديريت درست مي‌توان اين نوع تأخيرها را كاهش داد. ماشين تاف يک ماشين قديمي‌بوده كه تأخيرهاي فني آن قابل توجه است و در طول كار چوبكشي باعث وقفه‌هائي در كار چوبكشي شده است كه جايگزيني اين ماشين با يک ماشين چوبكشي نو الزامي‌است.

اگر سامانه گزينشي گرده‌بينه كوتاه باشد، با استفاده از چندين چوكر در كشيدن بينه‌ها، علاوه بر صرفه جوئي زماني، در اين مرحله مي‌توان به جاي كشيدن يک بينه، چند گرده‌بينه را در هر نوبت وينچ كرده و خارج نمود و با تردد كمتر اسكيدر در محوطه قطع، مقدار كوبيدگي خاک را كاهش داد و از صدمه به درختان سرپاي حاشيه مسير و زادآوري مسير وينچ كابل به مقدار قابل ملاحظه‌اي جلوگيري كرد(۸).

استفاده از اين نتايج، اهرم قوي براي مديريت واحد بهره‌برداري در جهت آگاهي از مقدار كارائي ماشين آلات و افزايش بهره‌وري كار چوبكشي و كنترل هزينه‌ها به شمار مي‌آيد.

## منابع


۱- جورغلامي، مقداد. ۱۳۸۴. ارزيابي كارائي، نرخ توليد و هزينه دو نوع ماشين چوبكشي بزرگ و كوچک مقياس(بررسي موردي تاف و تيمبرجک). پايان‌نامه كارشناسي ارشد. دانشكده منابع طبيعي كرج. دانشگاه تهران.

۲- ساريخاني، نصرت‌ا... . ۱۳۸۰. بهره‌برداري جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. شماره ۲۰۹۹. چاپ دوم. ۷۷۶ صفحه.

۳- سازمان جنگل‌ها و مراتع كشور، ۱۳۷۶. دستور كار تهيه برنامه‌ي بهره‌برداري. ۳۹ ص.

۴- سبحاني، هوشنگ و رحمت قاسمزاده. ۱۳۶۸. عامل‌هاي موثر بر چوبكشي توسط اسكيدر چرخ‌لاستيكي كلارک. مجله منابع طبيعي. شماره ۴۳، صفحه‌ي ۵۳ تا۶۴.

۵- سبحاني، هوشنگ. ۱۳۷۸. طرح بهره‌برداري دومين تجديدنظر بخش نم‌خانه جنگل آموزشي و پژوهشي خيرودكنار نوشهر.

۶- فقهي، جهانگير. ۱۳۶۸. ارزشيابي دو سامانه مكانيزه بهره‌برداري جنگل. پايان‌نامه كارشناسي ارشد. دانشكده منابع طبيعي كرج. دانشگاه تهران.

۷- گروه جنگلداري و اقتصاد جنگل، ۱۳۷۴. طرح جنگلداري سومين تجديدنظر بخش پاتم جنگل آموزشي و پژوهشي خيرودكنار نوشهر. دانشكده منابع طبيعي كرج. دانشگاه تهران.

۸- نقدي، رامين. ۱۳۸۳. بررسي و مقايسه روشهاي بهره‌برداري تمام‌تنه و گرده‌بينه به منظور ارايه مدل مناسب شبكه جاده‌هاي جنگلي در حوزه نكاء. پايان‌نامه دكتري. دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي نور. دانشگاه تربيت مدرس.

9- Dykstra, D.P. and R. Heinrich. 1996. FAO model code of forest harvesting practice. Italy. Rom.85 P.

10- Egan, A.F. and J. Baumgas. 2003. Ground skidding and harvested stand attributes in Appalachain Hardwood stands in West Virginia. Forest Product Journal. Vol: 53(9). P: 59-65.

11- Heinimann, H.R. 2004. Forest operation under mountainous conditions. Elseveir 2td. 7p.

12- International Labour Office (ILO), 1998. Safety and health in forestry work. Geneva. Italy.

13- Miyata, E.S. 1980. Determining fixed and operating costs of logging equipment. USDA Forest Service. Genaral Thechnical Report.

14- Sobhani, H. and W.B. Staurt. 1991. Harvesting Systems Evaluation In Caspian Forest. Journal of forest engineering. Vol.2, No. 2, P: 21-24.

# Evaluation of productivity, machine rate, and costs on TAF skidder (case study: In Kheyroudkenar Forest)

**M. Jour gholami[*1], H. Sobhani[2] and V. Etemad[3]**
[1] Ph. D. student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[2] Associate prof, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[3] Assistant prof, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
(Received 09 August 2006, Accepted 16 April 2007)

## Abstract

Transportation of wood from the cutting areas to the roadside imposes highest expenses in the whole logging operations. This research deals with this matter and studies the production and cost rates of TAF Skidder in cut-to-length system. The study was carried out in Kheyroudkenar Educational and Research Forest Station at Nowshahr, Iran. Using continuous time studies, the effective factors of skidding including winching distances, volume, slope, number of logs and tree species were identified and recorded. Overall, 46 turns were recorded on TAF, and the collected data were analyzed and skidding models were developed. The results showed that the production rates for TAF were 5.93 $m^3$/hr (including delay times) and 8.33 $m^3$/hr (no delays). Production costs were 74,861 and 53,279 Rials/$m^3$, respectively. Studying the changes in each variable while the other variables kept fixed showed that, except the annual utilization of the cost of machinery produces a parablic function, factors have a positive linear relation with cost.

**Key words:** Wheeled Skidder, TAF, Model of skidding turns time, Machine rate, cost of skidding, Cut-to-length system, Delay

* Corresponding author: Tel: 0261-2249312 , Fax: 0261-2249312 ,E-mail: jgholami@nrf.ut.ac.ir