

ارائه مدل قطع درخت به وسیله اره موتوری در شیوه تک‌گزینی (مطالعه موردی: بخش نم‌خانه، جنگل خیرود)

جعفر فتحی^{۱*}، محمدرضا آذرنوش^۲، نصرت‌اله رأفت‌نیا^۳ و جواد میرعرب^۴

* نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس. پست الکترونیک: jafar28@gmail.com

۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس.

۳- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۲۸

چکیده

اره‌موتوری با توجه به شرایط خاص جنگلهای شمال ایران، در عملیات قطع و تبدیل به وسیله‌ای بی‌بدیل تبدیل شده است. با این حال، انجام تحقیقاتی در مورد ارزیابی عملکرد و کارایی این وسیله ضروریست. تحقیق حاضر به منظور مطالعه زمانی عملیات قطع درخت، برآورد و محاسبه میزان تولید و هزینه اره‌موتوری و ارائه مدل رگرسیونی پیش‌بینی زمان قطع درخت انجام شد. در این تحقیق میزان تولید ساعتی قطع درخت به وسیله اره‌موتوری با در نظر گرفتن زمانهای تأخیر و بدون آن، به ترتیب برابر ۵۱/۶ مترمکعب در ساعت (۹/۶ درخت در ساعت) و ۸۶/۲ مترمکعب در ساعت (۱۶ درخت در ساعت) بدست آمد. میزان تولید ساعتی با احتساب زمانهای تأخیر حدود ۵۹/۹ درصد کمتر از تولید خالص قطع درخت با اره‌موتوری بود. بررسی میزان تولید (مترمکعب در ساعت) قطع با اره‌موتوری نشان داد که با افزایش قطر، میزان تولید بدون تأخیر قطع درخت به صورت رابطه توانی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، هزینه واحد تولید نیز به همین نسبت کاهش می‌یابد. متوسط زمان خالص یک دوره کار قطع برابر ۳/۷۴ دقیقه و متوسط زمان یک دوره قطع درخت با زمان تأخیر برابر ۶/۲۴ دقیقه بود.

واژه‌های کلیدی: مطالعه زمانی، قطع درخت، مدل رگرسیونی، تولید، هزینه.

مقدمه

برنامه‌ها پُرهزینه خواهد بود و منجر به صدمات زیست‌محیطی، همچنین اُفت زیاد چوب، استفاده محدود از منابع موجود و صدمه به نیروی کار می‌شود (Sessions *et al.*, 2007). بهره‌برداری از طراحی شروع و شامل مؤلفه‌هایی مانند قطع درختان، سرشاخه‌زنی، تاج‌بری، بینه‌زنی، حمل و نقل اولیه، بارگیری، حمل و نقل ثانویه و تخلیه می‌شود (مجنونیان، ۱۳۶۸). در بین مؤلفه‌های بهره‌برداری، مؤلفه قطع به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین موارد از اهمیت به‌سزایی برخوردار است که در ایران به دلیل شرایط خاص توپوگرافی، وجود درختان قطور و استفاده

بهره‌برداری از جنگل شامل مراحل فنی و اجرایی است که برای برداشت چوب، فراهم‌سازی عرصه برای زادآوری و برقراری ثبات و بهبود اکوسیستم جنگل در محدوده وسیعی به‌لحاظ زمانی و مکانی صورت می‌گیرد (Heinemann, 2004). بهره‌برداری یک فعالیت ضروری در مدیریت جنگل بوده که شامل تمام فعالیت‌ها از قطع درخت تا تحویل چوب به کارخانه می‌باشد که اگر به‌درستی برنامه‌ریزی و اجرا شود سود پیش‌بینی شده را محقق خواهد ساخت. در مقابل، طراحی و اجرای ضعیف

اره‌موتوری برای قطع درخت ۳۶۲ فوت مکعب به‌ازای هر ساعت کار مفید و متوسط زمان قطع درخت ۴/۵۷ دقیقه بود (Wang et al., 2004).

بررسی تولید و هزینه سه سیستم بهره‌برداری در جنگلهای آپالاچی مرکزی ویرجینیا نشان داد که عوامل مؤثر بر زمان قطع درخت با اره‌موتوری عبارتند از: قطر درخت و فاصله بین درختان. همچنین میزان هزینه واحد تولید اره‌موتوری در مقایسه با فلربانچر (Feller-Buncher) و هاروستر (Harvester) به‌مراتب بیشتر است (Li et al., 2006).

با مقایسه دو سیستم بهره‌برداری شامل قطع درخت با اره‌موتوری و هاروستر، از لحاظ تولید، هزینه و صدمه به توده باقیمانده در جنگل ملی وایمینگ مشخص شد که با افزایش قطر درخت زمان قطع درخت افزایش می‌یابد. این تحقیق منتج به ارائه مدل رگرسیونی برآورد زمان قطع در ارتباط با قطر درخت شد (Rummer & Klepac, 2002).

نیکوی (۱۳۸۶) طی تحقیقی در جنگلهای اسالم گیلان، مدل ریاضی پیش‌بینی زمان قطع درخت را ارائه نمود که این مدل تابعی از متغیرهای قطر درخت و فاصله بین درختان قطع شونده است. در این تحقیق میزان تولید در سیستم قطع با احتساب زمانهای تأخیر و بدون آن به‌ترتیب برابر ۵۳ و ۶۷ مترمکعب در ساعت بود.

جورغلامی و مجنونیان (۱۳۸۹) در تحقیقی به بررسی کارایی اره‌موتوری در عملیات بینه‌بری در دو سیستم گرده‌بینه کوتاه و بلند پرداختند. نتایج آنها بیانگر برتری سیستم گرده‌بینه بلند در تولید ساعتی بود که متوسط زمان خالص یک نوبت کار کمتر بدست آمد.

در مجموع، این تحقیق به‌منظور مطالعه زمانی پیوسته عملیات قطع درخت با اره‌موتوری، برآورد و محاسبه میزان تولید و هزینه اره‌موتوری و اکیپ قطع درخت در شیوه تک‌گزینی و ارائه مدل رگرسیونی پیش‌بینی زمان قطع انجام شد.

از شیوه‌های گزینشی، مکانیزاسیون پیشرفته و کاربرد ماشین‌آلات قطع و تبدیل کاربردی نداشته و معمولاً به‌وسیله اره‌موتوری انجام می‌شود (ساریخانی، ۱۳۸۷). انداختن درخت با اره‌موتوری یکی از مؤلفه‌های به‌شدت کاربر و خطرناک عملیات بهره‌برداری بوده (Anon., 1998) و در واقع به‌عنوان شروع کننده زنجیره تولید، حائز اهمیت است. با توجه به وضعیت و شرایط جنگلهای شمال ایران، قطع درخت با اره‌موتوری اولین و تنها گزینه بوده و یکی از مؤلفه‌های اثرگذار در مدیریت بهره‌برداری از این جنگلها به‌شمار می‌رود. به‌منظور تعیین میزان مطابقت و تبعیت عملیات بهره‌برداری با اهداف تعیین شده، ارزیابی بهره‌برداری صورت می‌گیرد که در واقع درصد یافتن جواب این سؤال است که آیا اجرای عملیات با روشهای صحیح و معیارهای تعیین شده منطبق و سازگار بوده و آیا اهداف تبیین شده حاصل شده‌اند؟ این ارزیابی‌ها زمینه لازم برای کنترل کیفی عملیات بهره‌برداری از جنگل را فراهم نموده و ضرورتی اساسی برای مدیریت پایدار جنگل است.

بررسی کارایی و زمان قطع درخت با اره‌موتوری در جنگلهای کاج شمال آمریکا در ۱۶ توده که به ۴ شیوه قطع یکسره، پناهی، گروه‌گزینی و تک‌گزینی بهره‌برداری می‌شده‌اند، نشان داد که عوامل مؤثر بر مجموع زمان قطع، به‌ترتیب اهمیت عبارت بودند از: قطر برابرسینه درخت، فاصله بین درختان و شدت برداشت. همچنین نتایج نشان داد که مجموع زمان قطع درخت شامل زمانهای حرکت به‌سمت درخت، آماده نمودن محل، انداختن درخت و بینه‌بری و تاج‌بری است که با شدت برداشت رابطه عکس و با عوامل قطر برابرسینه و فاصله درختان رابطه مستقیم دارد (Lortz et al., 1997).

مطالعه کارایی و هزینه سیستم قطع با اره‌موتوری و خروج با اسکیدر کابلی در جنگلهای پهن‌برگ آپالاچی آمریکا نشان داد که زمان قطع هر درخت بیشتر تحت تأثیر قطر برابرسینه و فاصله بین درختان می‌باشد. تولید

مواد و روشها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

نوشهر انجام شد. شیوه جنگل‌شناسی در این پارسل‌ها تک‌گزینی می‌باشد. سایر مشخصات این پارسل‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

این بررسی در پارسل‌های ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۱، ۲۲۱ بخش نم‌خانه جنگل آموزشی- پژوهشی خیرودکنار

جدول ۱- مشخصات عمومی پارسل‌های مورد مطالعه

پارسل ۲۲۱	پارسل ۲۱۱	پارسل ۲۰۹	پارسل ۲۰۸	مشخصات
۳۶/۸	۴۰/۹	۲۷/۸	۳۱/۳	مساحت (هکتار)
۱۰۸۵-۱۱۹۰	۷۹۰-۹۵۰	۸۰۰-۱۱۰۰	۸۳۰-۹۷۰	ارتفاع از سطح دریا (متر)
شیبهای تند تا ۷۰ درصد	یال و دره متناوب و یک دره عمیق و ناهموار	دامنه منتهی به دره پُرشیب	دارای بریدگی در قسمت جنوبی	پستی و بلندی
دامنه شمال‌غربی و شمال‌شرقی	جنوب‌غربی	جنوبی	جنوبی	جهت عمومی
راش - ممرزستان	راش، ممرز همراه افرا، توسکا، بلوط و سایر گونه‌ها	راش، ممرز همراه توسکا، افرا و سایر گونه‌ها	بلوط - ممرزستان و راشستان مخلوط	تیپ فعلی جنگل
به‌همراه افرا	۳۶۲	۱۸۹	۲۸۲	تعداد در هکتار (اصلی)
۱۴۹	۲۰۱	۵۶۶	۴۰۳	حجم در هکتار (سیلو)
۳۷۴	۱۴	۲۹	۱۸	حجم نشانه‌گذاری در هکتار (سال ۱۳۸۸)
۲۱				

روش تحقیق

در نهایت با در نظر گرفتن ۳ نمونه برای اعتبارسنجی مدل، تعداد ۳۲۹ نمونه برای تعیین مدل، اندازه‌گیری شد. به هنگام جمع‌آوری داده‌های این تحقیق، همه دوره‌های کار مطالعه نشدند، بلکه دوره‌های اندازه‌گیری شده به‌صورت تصادفی در طول پیشرفت کار در داخل توده اندازه‌گیری شدند. پس از نمونه‌برداری و وارد نمودن داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار آماری، نرمال و همگن بودن داده‌های موجود در هر قسمت کنترل شد و در صورت برقرار نبودن این مفروضات، داده‌ها تبدیل شدند (Zar, 1999). بر این اساس با استفاده از نرم‌افزار SPSS، مدل ریاضی پیش‌بینی زمان قطع درخت تهیه شد. پس از وارد نمودن داده‌های جمع‌آوری شده، با استفاده از این برنامه و با استفاده از پلات‌های نرمال و روش آندرسون- دارلینگ از نرمال بودن توزیع داده‌های موجود

در این تحقیق زمان‌سنجی با استفاده از دستگاه زمان‌سنج به‌روش زمان‌های پیوسته انجام شد. اجزاء زمانی با توجه به دوره کار شامل زمان حرکت به سمت درخت، زمان تصمیم‌گیری در مورد جهت انداختن درخت، زمان بُن‌زنی، زمان بُن‌بری، زمان گوه زدن، زمان سرویس و سوخت‌گیری بود. عوامل مؤثر بر زمان قطع یک درخت به‌وسیله اره موتوری شامل: قطر درخت (سانتی‌متر)، فاصله طی شده بین دو درخت (متر)، شیب طولی مسیر طی شده بین دو درخت (درصد)، شیب عرضی کنار کُنده درخت (درصد) و جهت انداختن درخت بودند که اندازه‌گیری شدند. ابتدا نمونه‌برداری اولیه با ۵۰ نمونه انجام شد که براساس آن تعداد نمونه برای تعیین مدل قطع درخت با اره موتوری در شیوه تک‌گزینی، ۳۲۶ دوره بدست آمد.

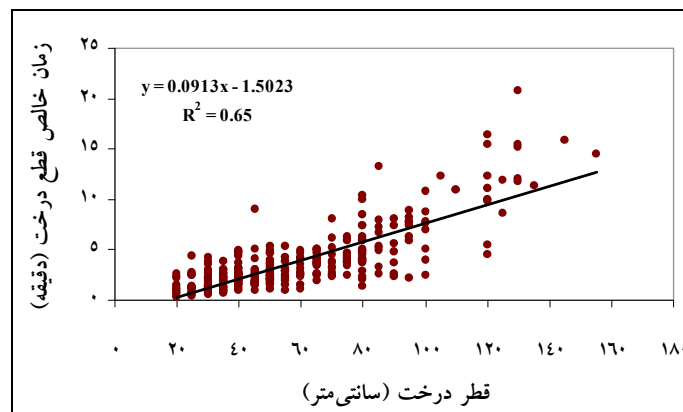
طولی مسیر طی شده بین دو درخت (درصد)، شیب عرضی کنار کُنده (درصد) و جهت انداختن درخت، نمودار پراکنش ابر نقاط بین زمان قطع درخت (یک دوره کار) با متغیرهای مذکور بدست آمد (شکل‌های ۱ تا ۳). همچنین عوامل مؤثر بر زمان قطع اندازه‌گیری شدند. جدول ۲ مشخصه‌های اندازه‌گیری شده در مطالعه زمانی عملیات قطع درخت را نشان می‌دهد. شکل ۱ نشان می‌دهد که با افزایش قطر درخت، زمان خالص قطع درخت به صورت خطی افزایش می‌یابد، همچنین زمان بُن‌زنی و بُن‌بری که اجزای اصلی قطع درخت را تشکیل می‌دهند، با افزایش قطر افزایش می‌یابند.

در هر قسمت اطمینان حاصل شد. رابطه بین عوامل مؤثر اندازه‌گیری شده و اثرات متقابل آنها به صورت ترکیب‌های دوتایی با زمان قطع درخت بدون احتساب زمان تأخیر مشخص شد. برای تعیین ضرایب متغیر و ثابت مدل پیش‌بینی زمان قطع درخت، از روش رگرسیون چندمتغیره و تکنیک گام به گام (Stepwise) استفاده شد. به منظور محاسبه هزینه سیستم از دستورالعمل پیشنهادی تهیه طرح بهره‌برداری سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور استفاده شد (سبحانی و رأفت‌نیا، ۱۳۷۶).

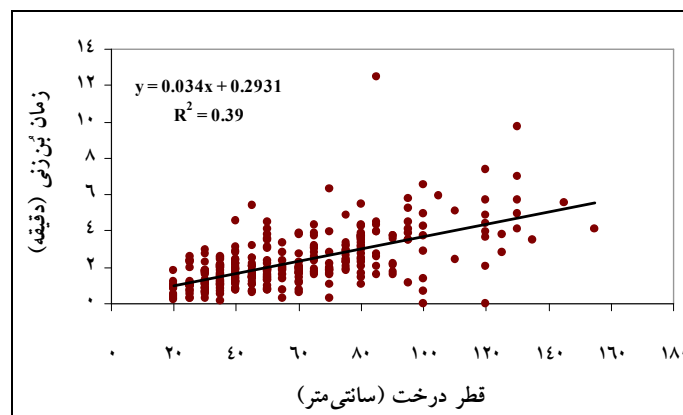
نتایج

تحلیل داده‌های قطع با ارموتوری

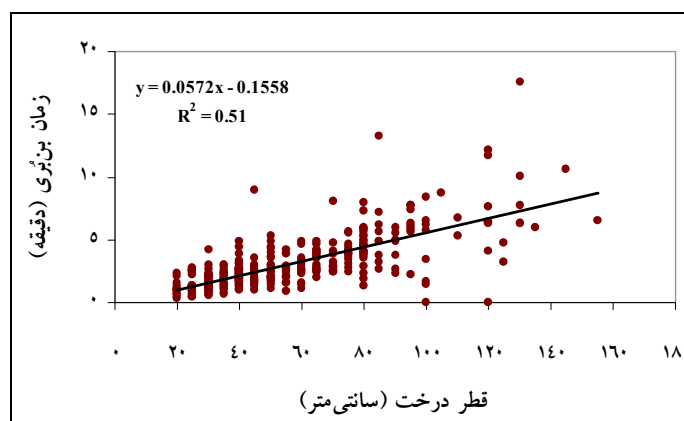
با اندازه‌گیری عوامل مؤثر بر زمان قطع درخت شامل: قطر درخت، فاصله طی شده بین دو درخت (متر)، شیب



شکل ۱- نمودار رابطه بین زمان خالص قطع درخت با قطر درخت



شکل ۲- نمودار رابطه بین زمان بُن‌زنی درخت با قطر درخت



شکل ۳- نمودار رابطه بین زمان بُن‌بری درخت با قطر درخت

جدول ۲- مشخصه‌های آماری مطالعه زمانی عملیات قطع درخت با اره موتوری

مشخصه	زمان بُن‌زنی	زمان	شیب عرضی کنار کنده (درصد)	شیب مسیر (درصد)	فاصله (متر)	حرکت به سمت درخت	حجم درخت (مترمکعب)	قطر درخت (سانتی‌متر)
میانگین	۱/۳	۰/۲۸	۳۳/۲۹	۱۷/۵۳	۳۳/۹	۰/۶۶	۵/۳۷	۵۷/۴۴
حداقل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲۲	۲۰
حداکثر	۱۰/۰۲	۱/۶۷	۸۰	۶۵	۱۷۰	۳/۵۶	۴۹/۲	۱۵۵
انحراف از معیار	۱/۲۲	۰/۲۱	۱۴/۷۴	۱۲/۶۱	۳۰/۱۹	۰/۶۴	۶/۵۸	۲۷/۵۲
مشخصه	کل زمان کار	تأخیر اجرائی	تأخیر فنی	تأخیر شخصی	زمان خالص	زمان سوخت و سرویس	زمان گوه زدن	زمان بُن‌بری
میانگین	۶/۲۴	۰/۶	۰/۷۸	۱/۱۲	۳/۷۴	۰/۱۸	۰/۴۳	۰/۸۸
حداقل	۰/۳۴	۰	۰	۰	۰/۳۴	۰	۰	۰
حداکثر	۶۶/۴	۲۵/۵۵	۳۱/۷۱	۵۸/۰۱	۲۰/۸۳	۲/۹۸	۶/۴۵	۸/۲
انحراف از معیار	۸/۳۸	۲/۵	۳/۳	۶/۴۱	۳/۱۱	۰/۵	۱/۱۷	۱

کلیه زمانها به دقیقه می‌باشد.

مدل پیش‌بینی زمان قطع درخت با اره موتوری

مدل ریاضی پیش‌بینی زمان قطع درخت با اره موتوری عبارت است از رابطه رگرسیون چندمتغیره زمان قطع یک درخت (رابطه ۱)، به صورت تابعی از متغیرهای قطر درخت و فاصله طی شده بین دو درخت:

$$Y = -1.82976 + 0.08875X_1 + 0.01388X_2 \quad (1)$$

که در آن Y : زمان قطع یک درخت (دقیقه)، X_1 : قطر درخت (سانتی‌متر) و X_2 : فاصله طی شده بین دو درخت (متر) می‌باشد.

جدول ۳ خلاصه نتایج تجزیه واریانس مدل رابطه ۱ را نشان می‌دهد. در جدول ۳ مقدار آماره F بدست آمده، بیانگر این است که در سطح ۱ درصد معنی‌دار است و متغیرهای وارد شده در مدل تا حدود ۶۷ درصد تغییرات (R^2) را نشان می‌دهند.

جدول ۳- تجزیه واریانس مدل ریاضی پیش‌بینی زمان قطع درخت با ارموتوری

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	R ²	معنی‌داری
رگرسیون	۲۱۰۴/۷۸	۳	۱۰۵۲/۳۹	۳۲۷/۶۳	٪۶۶/۹	۰/۰۰۰**
خطا	۱۰۳۷/۵۲	۳۲۳	۳/۲۱			
مجموع	۳۱۴۲/۳۱	۳۲۶				

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد

احراز اعتبار مدل

به منظور احراز اعتبار مدل ریاضی پیش‌بینی زمان قطع درخت، سه نمونه از اطلاعات حاصل از زمان‌سنجی از داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به هر منطقه به‌طور کاملاً تصادفی جدا شده و در تهیه مدل‌ها دخالت داده نشد، ولی پس از برازش مدل رگرسیونی از آنها به‌منظور تعیین اعتبار

مدل استفاده گردید. جدول ۴ اطلاعات مربوط به اندازه‌های مشاهده شده و برآورد شده به‌وسیله مدل و دو حد پایین و بالای دامنه پیش‌بینی برای سه نمونه در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نمایش می‌دهد. در نهایت نتیجه‌گیری شد که مدل رگرسیونی زمان قطع درخت از اعتبار آماری برخوردار است.

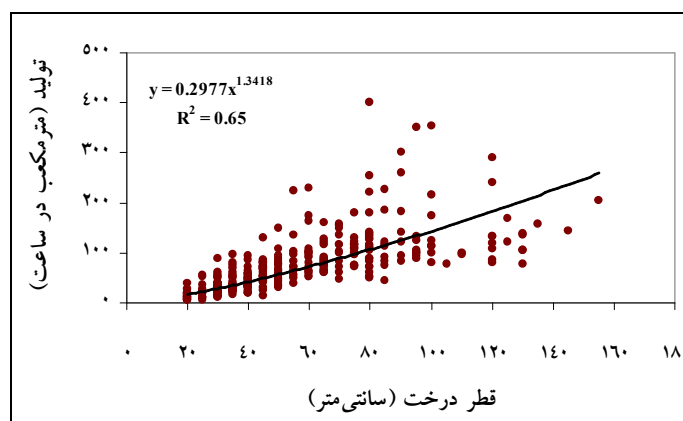
جدول ۴- نمونه اندازه‌گیری شده (مشاهده)، برآورد مشخصه به کمک مدل رگرسیونی و دو حد پایین و بالای پیش‌بینی

نمونه	قطر (سانتی‌متر)	فاصله (متر)	زمان مشاهده (دقیقه)	زمان برآورد (دقیقه)	
				حد پایین	حدود اعتماد (۹۵ درصد)
۱	۶۵	۴۵	۳/۰۱	۴/۴۳	۲/۴۱
۲	۲۰	۸	۰/۹۳	۰/۷۵	-۰/۰۷
۳	۱۱۰	۸	۵/۸	۶/۱۸	۴/۶۳

محاسبه میزان تولید سیستم قطع درخت با ارموتوری

در این تحقیق میزان تولید ساعتی قطع درخت بوسیله ارموتوری با در نظر گرفتن زمانهای تأخیر و بدون آن، به ترتیب برابر ۵۱/۶ مترمکعب در ساعت (۹/۶ درخت در ساعت) و ۸۶/۲ مترمکعب در ساعت (۱۶ درخت در ساعت) بدست آمد. میزان تولید ساعتی با احتساب

زمانهای تأخیر حدود ۵۹/۹ درصد کمتر از تولید خالص قطع درخت با ارموتوری است. بررسی میزان تولید (مترمکعب در ساعت) قطع با ارموتوری نشان می‌دهد که با افزایش قطر درخت، میزان تولید بدون تأخیر قطع درخت به‌صورت رابطه توانی افزایش می‌یابد (شکل ۴).



شکل ۴- رابطه بین تغییرات تولید قطع درخت با اره موتوری با قطر درخت

وسایل در سال ۱۳۸۹ بود، با توجه به آب و هوای منطقه و همچنین اشتغال کارگران جنگل به امور دیگر، تعداد روزهای کار ۱۸۰ روز محاسبه شد. عمر مفید ماشین (اره موتوری) ۴ سال، قیمت خرید ۱۴ میلیون ریال و ضریب بهره‌وری ۸۳ درصد در نظر گرفته شد. جدول ۵ خلاصه هزینه‌یابی عملیات قطع درخت را نشان می‌دهد. گروه اره‌موتورچی متشکل از اره‌موتورچی، کمک اره‌موتورچی و کارگر است.

هزینه سیستم قطع درخت با اره موتوری

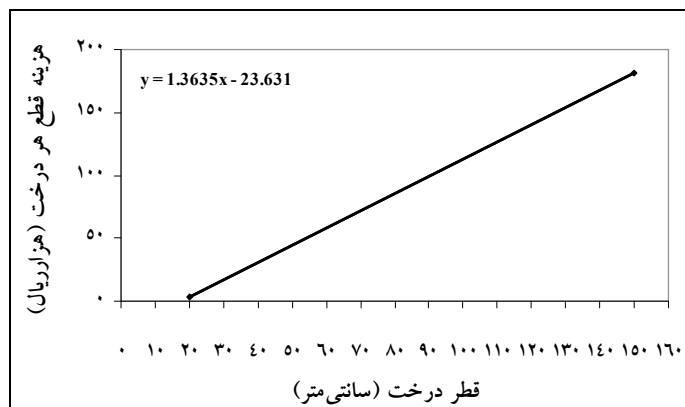
با استفاده از دستورالعمل سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور ذکر شده در روش تحقیق، هزینه سیستم قطع که از مجموع هزینه‌های اره‌موتوری و هزینه‌های پرسنلی تشکیل می‌گردد، محاسبه شد. از تقسیم هزینه سیستم بر میزان تولید، می‌توان هزینه قطع واحد تولید (درخت یا مترمکعب) را محاسبه نمود. مبنای محاسبه قیمت‌ها براساس قیمت ماشین و سایر لوازم و

جدول ۵- خلاصه نتایج هزینه‌یابی عملیات قطع با اره موتوری

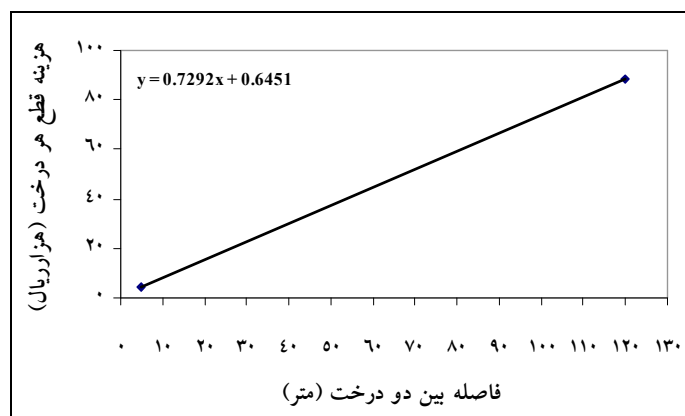
کل هزینه	هزینه	قیمت	هزینه‌های متغیر (ریال)				هزینه‌های ثابت (ریال)				
			هزینه در	سوخت	تعمیر و	نگهداری	هزینه در	سود	استهلاک	شاخص‌های	
سیستم	کارگری	ماشین	ساعت	زنجر	و روغن	ساعات	بیمه و	سرمایه	هزینه		
(ریال)	(ریال)	(ریال)	کار مفید			کار مفید	مالیات		هزینه		
۲۵۱۹۹۲	۱۳۷۵۰۰	۱۱۴۴۹۲	۱۰۷۱۴۳	۷۱۴۳	۱۰۰۰۰۰	۴۶۶۷	۷۳۴۹	۶۰۱۳۰۰	۱۸۱۳۰۰۰	۴۲۰۰۰۰۰	(ریال)

خطی افزایش یافته می‌یابد (شکل‌های ۵ و ۶). اگرچه هزینه قطع به‌ازای هر درخت با افزایش قطر به تبع افزایش زمان، افزایش می‌یابد، ولی هزینه واحد تولید (مترمکعب) چوب قطع شده با افزایش قطر کمتر می‌شود که به‌صورت یک تابع نمایی کم‌شونده است (شکل ۷).

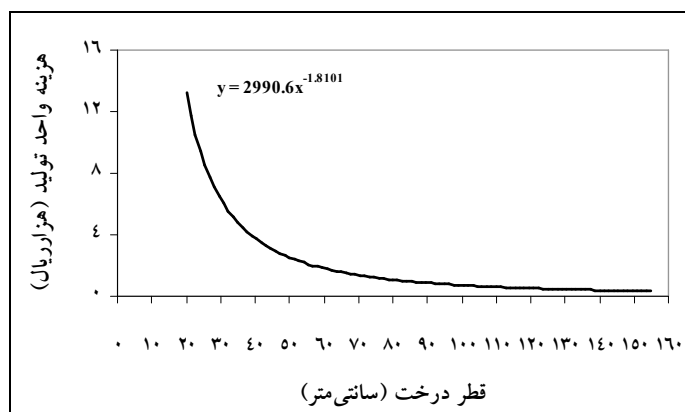
به‌منظور تعیین اثر تغییرات متغیرهای قطر درخت و فاصله بین دو درخت بر روی زمان و هزینه قطع درخت، با ثابت نگه‌داشتن میانگین سایر متغیرها و تغییر هزینه‌های قطر درخت و فاصله بین دو درخت، زمان و هزینه قطع با اره‌موتوری محاسبه گردید. نتایج نشان داد که با افزایش دو متغیر یادشده، زمان و هزینه قطع درخت به‌صورت



شکل ۵- اثر تغییرات متغیر قطر درخت بر هزینه قطع هر درخت



شکل ۶- اثر تغییرات فاصله بین دو درخت بر هزینه قطع هر درخت

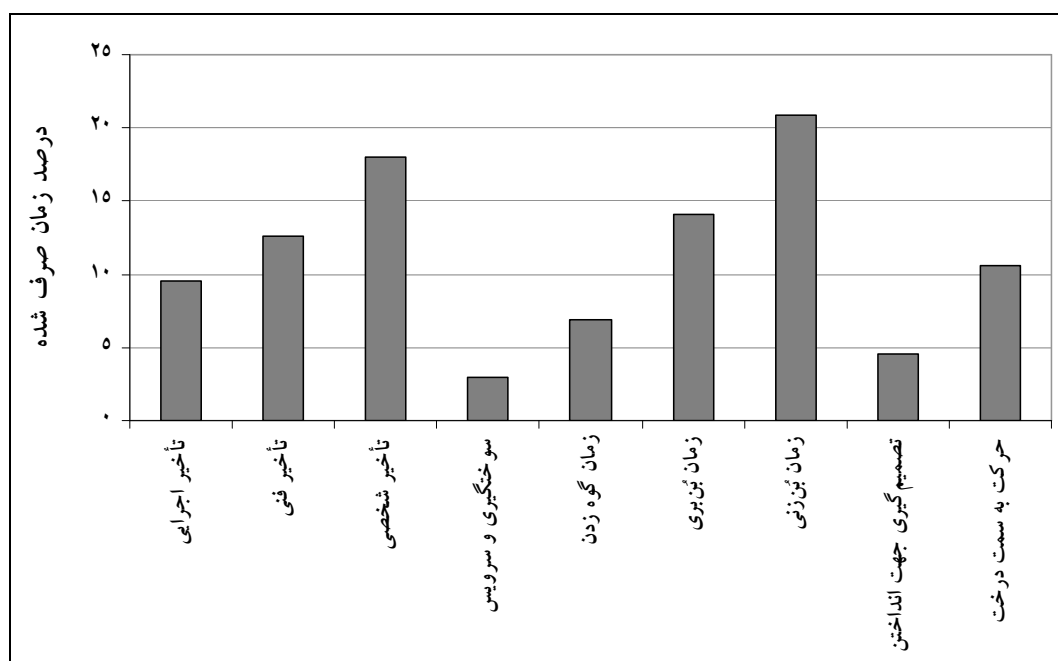


شکل ۷- اثر تغییرات قطر درخت بر هزینه واحد تولید (ریال بر متر مکعب)

تجزیه و تحلیل اجزای قطع درخت با اره موتوری

بیشترین زمان صرف شده در یک نوبت قطع درخت مربوط به زمان‌های بُن‌زنی، تأخیر شخصی و زمان بُن‌بری به ترتیب با ۲۰/۹، ۱۷/۹۷ و ۱۴/۱۳ درصد است (شکل ۸). به‌طور متوسط حدود ۵۹/۹ درصد از زمان کار تولیدی است. متوسط زمان خالص یک دوره کار قطع برابر ۳/۷۴ دقیقه و متوسط زمان یک دوره قطع درخت با زمان تأخیر

برابر ۶/۲۴ دقیقه است؛ هر چند نشانه‌گذاری درختان به شیوه تک‌گزینی سبب شده که ۱۰/۶ درصد از زمان یک دوره کاری صرف پیدا کردن درخت نشانه‌گذاری شده، شود. تأخیرهای شخصی که عمدتاً مربوط به زمانهای استراحت و صرف غذاست، بیش از نیمی از زمان دوره کاری را به‌خود اختصاص داده که می‌توان با مدیریت مناسب این نوع تأخیرها، به افزایش بازده کار کمک نمود.



شکل ۸- درصد زمان صرف شده برای اجزای یک نوبت قطع درخت به وسیله اره موتوری با احتساب زمان تأخیر

بحث

قطع درخت با اره موتوری یک عملیات بسیار پیچیده است و عوامل بسیار زیادی بر روی تولید و کارایی قطع اثر می‌گذارند. هر چند بسیاری از این عوامل قابل شناسایی و تعیین نمی‌باشند و حتی بسیاری از آنها قابلیت کمی شدن را ندارند، اما در این تحقیق متغیرهایی که بیشترین اثرگذاری بر روی زمان قطع درخت را دارند در نظر گرفته شدند. در مطالعات انجام شده (Sessions, 2007; Wang et al., 2004; Li et al., 2006; Lortz et al., 1997; Rummer & Klepac, 2002)

تأثیرگذار بر زمان قطع یک درخت به ترتیب اهمیت عبارت بودند از: قطر برابرسینه، فاصله بین درختان، شدت برداشت و نوع گونه.

در این تحقیق نیز عوامل مؤثر و معنی‌دار بر زمان قطع عبارت بودند از قطر درخت که به‌تنهایی بیش از ۷۰ درصد عوامل را پوشش می‌دهد و فاصله بین درختان. جهت انداختن درخت با در نظر گرفتن تمایل درختان به‌ویژه در درختان قطور، زمان زیادی را صرف می‌کند که در تحقیقات مشابه کمتر مورد توجه قرار گرفته که عمده

تأخیر برابر ۶/۲۴ دقیقه است. اره‌موتورچی باید فواصل بین درختان را برای یافتن درخت طی نماید که این با توجه به شدت نشانه‌گذاری و شیوه نشانه‌گذاری تک‌گزینی، سبب افزایش زمان قطع درخت خواهد شد. در هنگام قطع درخت سعی شده که قطع به صورت هدایت شده صورت گیرد و با استفاده از بُن‌زنی محاسبه شده و دقیق، درخت در جهت مناسب انداخته شود تا حداقل خسارت به چوب تنه و عرصه و زادآوری وارد گردد. در مواردی هم برای نیل به این منظور با استفاده از گوه، درخت در جهات جانبی یا خلاف میل انداخته شد.

هزینه واحد تولید (ریال بر مترمکعب) با احتساب زمانهای تأخیر و بدون احتساب آن، برای قطع درخت به ترتیب برابر ۴۸۸۰ و ۲۹۲۰ ریال بر مترمکعب بدست آمده است. هزینه قطع هر درخت با احتساب زمانهای تأخیر و بدون احتساب آن به ترتیب برابر با ۲۶۲۲۰ و ۱۵۷۰۰ ریال به‌ازای هر درخت است. اگرچه هزینه قطع به‌ازای هر درخت با افزایش قطر به تبع افزایش زمان، افزایش می‌یابد، ولی هزینه واحد تولید (مترمکعب) چوب قطع شده با افزایش قطر کمتر می‌شود و به صورت یک تابع نمایی کم شونده است، چون هزینه تولید با افزایش حجم سرشکن شده و کاهش می‌یابد. در این تحقیق با مشخص کردن متغیرها و عوامل مؤثر در زمان قطع، مدل ریاضی پیش‌بینی زمان قطع درخت در منطقه مشخص گردید؛ به طوری که به کمک این مدل می‌توان در هر پارسل با تعیین مقادیر متوسط عوامل مؤثر در مدل، زمان قطع را برآورد نمود و بر مبنای آن هزینه‌های قطع و امکانات مورد نیاز در برنامه‌ریزی کار را پیش‌بینی کرد.

منابع مورد استفاده

- جورغلامی، م. و مجنونیان، ب.، ۱۳۸۹. بررسی کارایی عملیات بینه‌بری با اره‌موتوری به دو روش گرده‌بینه کوتاه و بلند. مجله جنگل ایران، ۱ (۲): ۱-۱۲.

دلیل آن وجود گونه‌های پهن‌برگ قطور در جنگلهای شمال ایران است.

در این تحقیق براساس دستورالعمل بین‌المللی زمان‌سنجی (Bjorheden & Thompson, 1995)، زمان سوخت‌گیری و تعمیر و نگهداری جزء زمان کار در نظر گرفته شده است. در مطالعات ذکر شده (Li et al., 2006; Wang et al., 2004; Rummer & Klepac, 2002; Lortz et al., 1997)، چهار جزء کاری برای قطع درخت با اره‌موتوری در نظر گرفته شده که شامل حرکت به سمت درخت، پیدا کردن درخت، قطع درخت و سرشاخه‌زنی و تاج‌بری است. در این تحقیق، قطع درخت به دو جزء بُن‌زنی و بُن‌بری تقسیم شد. نکته قابل توجه این است که عملیات بینه‌بری و سرشاخه‌زنی به همراه قطع درخت انجام نمی‌شود و اره‌موتورچی پس از قطع و انداختن درخت به طرف درخت بعدی حرکت می‌کند.

برآزش هر جزء از قطع درخت نسبت به متغیر مستقل قطر برابر سینه نشان داد که دو جزء بُن‌زنی و بُن‌بری، بیشترین مقدار تغییرات را با افزایش قطر برابر سینه درخت دارند، در حالی که دو جزء حرکت به سمت درخت و تصمیم برای قطع درخت دارای تأثیرپذیری کمتری نسبت به قطر برابر سینه درخت هستند که نتایج تحقیق (Lortz et al., 1997) مؤید این مطلب است.

میزان تولید ساعتی با احتساب زمانهای تأخیر، حدود ۶۰ درصد کمتر از تولید خالص قطع درخت با اره‌موتوری است. تأخیرهای شخصی بیش از نیمی از زمان دوره کاری را به خود اختصاص داده که می‌توان با مدیریت مناسب این نوع تأخیرها، به افزایش بازده کار و تولید کمک نمود. بررسی میزان تولید (مترمکعب در ساعت) قطع با اره‌موتوری نشان می‌دهد که با افزایش قطر، میزان تولید بدون تأخیر قطع درخت به صورت رابطه توانی افزایش می‌یابد (Sessions, 2007; Wang et al., 2004; Li et al., 2006; Lortz et al., 1997; Rummer & Klepac, 2002). متوسط زمان خالص یک دوره کار قطع برابر ۳/۷۴ دقیقه و متوسط زمان یک دوره قطع درخت با زمان

- Klepac, J. and Rummer, B., 2000. Productivity and cost comparison of two different-sized skidders. Written for Presentation at the 2000 ASAE Annual International Meeting Sponsored by ASAE Midwest Express Center, Milwaukee, Wisconsin, USA, 10 p.
- Li, Y., Wang, J., Miller, G. and McNeel, J., 2006. Production economics of harvesting small-diameter hardwood stands in central Appalachia. *Forest Products Journal*, 56 (3): 81-86.
- Lortz, D., Kluender, R., McCoy, W., Stokes, B. and Klepac, J., 1997. Manual felling time and productivity in southern forests. *Forest Products Journal*, 47 (10): 59-63.
- Rummer, R. and Klepac, J., 2002. Mechanized or hand operations: which is less expensive for small timber? In: Baumgartner, D.M., Johnson, L.R. and DePuit, E.J., (Eds.). *Small Diameter Timber: Resource Management, Manufacturing, and Markets* proceedings from conference held February 25-27, 2002 in Spokane, Washington, 268 p.
- Sessions, J., Boston, K., Murphy, G., Wing, M.G., Kellogg, L., Pilkerton, S., Zweedee, J.C. and Heinrich, R., 2007. *Harvesting Operation In The Tropics*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 170 p.
- Wang, J., Long, C., McNeel J. and Baumgras, J., 2004. Productivity and cost of manual felling and cable skidding in central Appalachian hardwood forests. *Forest Products Journal*, 54 (12): 45-51.
- Zar, J., 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Newjersy, USA, 890 p.
- ساریخانی، ن.، ۱۳۸۷. بهره‌برداری جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، ۷۷۶ صفحه.
- سبحانی، ه. و رأفت‌نیا، ن.، ۱۳۷۶. دستورالعمل تهیه برنامه بهره‌برداری. ۳۹ صفحه.
- مجنونیان، ب.، ۱۳۶۸. بررسی محل و موقعیت بهره‌برداری در سیستم تولید جنگل، مجله منابع طبیعی ایران، ۴۳: ۱۱۲-۱۰۲.
- نیکوی، م.، ۱۳۸۶. بهینه کردن هزینه‌های تولید و کاهش صدمات بهره‌برداری و حمل و نقل به چوب، درخت و جنگل با طراحی بهره‌برداری. رساله دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۸۷ صفحه.
- Anonymous, 1998. *Safety and health in forestry work*. International Labor Office (ILO) Geneva, Italy, 116 p.
- Bjorheden, R. and Thompson, M.A., 1995. *An International Nomenclature for Forest Work Study*. Paper presented at the XX IUFRO World Congress, Tampere, 6-12 August 1995, Manuscript, 16 p.
- Heinemann, H.R., 2004. *Forest operation under mountainous conditions*. In: Burley, J., Evans, J. and Youngquist, J., (Eds.). *Encyclopedia of Forest Sciences*. Elsevier Academic Press, Amsterdam: 279-285.

Prediction model of tree felling by chainsaw in selection system (Case study: Namkhaneh District, Kheiroud forest)

J. Fathi ^{1*}, M.R. Azarnoosh ², N. Rafatnia ³ and J. Mirarab ⁴

1* - Corresponding author, M.Sc. student of forestry, Faculty of natural resources, Islamic Azad university, Chalous branch, Iran.

E-mail: jafar28@gmail.com

2- Assistant Prof., Faculty of natural resources, Islamic Azad University, Chalous branch, Iran.

3- Associate Prof., Faculty of forestry and wood and paper technology, Gorgan University of agricultural science and natural resources, Gorgan, Iran.

4- M.Sc. graduated, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karadj, Iran.

Received: 14.09.2010 Accepted: 19.11.2010

Abstract

Regarding to special situation of northern forests in Iran, chainsaw is a unique cutoff. Nevertheless, study to evaluate operation efficiency is imperative. Present study was carried out with the aim of time study of cutting operation, estimating the productivity and costs of chainsaw, and developing a regression model. According to the results of this study, the hourly production of cutting by chainsaw with and without delay time were 51.6 m³/h (9.6 trees/h) and 86.2 m³/h (16 trees/h), respectively. Cutting productivity was increased related to DBH as power model and on the other hand the unit cost was decreased. Total cutting cycle time with and without delay time were averaged 6.24 and 3.74 minutes, respectively.

Key words: time study, cutting, regression model, production, cost.