



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هجدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۰

<http://jwsc.gau.ac.ir>

روش سنتی تبدیل چوب (الوارگیری) در جنگل؛ تولید، هزینه‌ها و افت آن (مطالعه موردی: بخش نمخانه)

مقداد جور غلامی^۱، * باریس مجنونیان^۲ و علی اقتصادی^۳

^۱ استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، استاد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی،

دانشگاه تهران، ^۲ استادیار موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۳۱

چکیده

در ایران به دلیل نبودن حداقل زیرساخت‌های ضروری در جنگل‌های شمال، سیستم سنتی به منظور حمل چوب‌های تبدیل شده توسعه یافت. درختان قطور پس از قطع در پای کنده، سرشاخه زنی، بینه بری، به قطعات کوچک‌تر مانند الوار، تراورس، کاتین و غیره تبدیل و حمل می‌شوند. به منظور ارزیابی این سیستم، مرحله تبدیل (الوارگیری) در دو پارسل بخش نمخانه جنگل خیرود مطالعه شد. اهداف این پژوهش عبارت بودند از: مطالعه زمانی عملیات تبدیل سنتی (الوارگیری) گرده‌بینه، برآورد و محاسبه نرخ تولید و هزینه، ارائه مدل رگرسیونی پیش‌بینی زمان تبدیل و تعیین افت چوب و کاهش ارزش آن. معادله رگرسیون چند متغیره زمان تبدیل سنتی به دست آمده در این پژوهش به صورت تابعی از متغیر قطر و طول گرده‌بینه می‌باشد. در این پژوهش میزان تولید ساعتی تبدیل سنتی گرده‌بینه بر اساس حجم چوب‌آلات به دست آمده با در نظر گرفتن زمان‌های تاخیر و بدون آن، به ترتیب برابر ۰/۶۹ و ۰/۹۳ مترمکعب در ساعت است. با افزایش قطر، تعداد چوب‌آلات تولید شده به صورت رابطه توانی افزایش می‌یابد. هزینه واحد تولید بر اساس حجم گرده‌بینه تبدیل شده با احتساب زمان‌های تاخیر و بدون احتساب آن، به ترتیب برابر ۲۴۵۹۵۰ و ۱۸۳۱۴۰ ریال بر مترمکعب به دست آمد. با

*مسئول مکاتبه: bmajnoni@ut.ac.ir

افزایش قطر هزینه واحد تولید چوب تبدیل شده به صورت یک تابع نمایی کم شونده می‌باشد. میانگین زمان یک سیکل کار تبدیل سنتی (الوارگیری) گرده‌بینه با در نظر گرفتن زمان‌های تاخیر و بدون آن، به ترتیب برابر با ۳۰ دقیقه و ۳۵ صدم ثانیه و ۲۲ دقیقه و ۶ صدم ثانیه است. به طور میانگین درصد افت چوب ۳۴/۲۴ درصد به‌ازای حجم گرده‌بینه تبدیلی است.

واژه‌های کلیدی: تبدیل سنتی، مطالعه زمانی، تولید ساعتی، هزینه ساعتی، افت چوب

مقدمه

بهره‌برداری، زنجیره‌ای از اقدام‌های پشت سرهم است که برای دستیابی به هدف موردنظر باید با نظم و ترتیب معینی به انجام برسد (هاینمن، ۲۰۰۴). بهره‌برداری یک فعالیت ضروری در مدیریت جنگل است و شامل تمام فعالیت‌ها از قطع درخت تا تحویل چوب به کارخانه می‌باشد که اگر به درستی برنامه‌ریزی و اجرا شود سود پیش‌بینی شده را محقق خواهد ساخت. در مقابل، طراحی و اجرا ضعیف برنامه‌ها پر هزینه خواهد بود و منجر به صدمات زیست‌محیطی، همچنین افت زیاد چوب، استفاده محدود از منابع موجود و صدمه به نیروی کار می‌شود (سشنز و همکاران، ۲۰۰۷). عملیات بهره‌برداری از طراحی شروع شده و مولفه‌های قطع درختان، سرشاخه زنی، بینه‌زنی، حمل و نقل اولیه، بارگیری، حمل و نقل ثانویه و تخلیه را شامل می‌شود.

در بین مولفه‌های بهره‌برداری، قطع درخت به‌عنوان شروع و ابتدا زنجیره کار بهره‌برداری اهمیت زیادی دارد و به شدت بر روی مراحل بعدی کار تاثیرگذار است. قطع درخت شامل زیرمولفه‌های قطع و انداختن، درجه‌بندی، اندازه‌گیری، سرشاخه‌زنی و بینه‌بری است (ساریخانی، ۲۰۰۸). در گذشته قطع، سرشاخه‌زنی و تبدیل در جنگل‌های طبیعی و جنگل‌کاری‌ها بیشتر با تبر و اره دوسر دندانه رنده‌ای و اره دستی انجام می‌شد، ولی امروزه در عملیات قطع و سرشاخه‌زنی در شمال ایران، اره موتوری جایگزین ابزار دستی شده است. جنگل‌های کوهستانی شمال ایران به دلیل داشتن شیب‌های نسبتاً زیاد و درختان قطور پهن‌برگ و استفاده از روش‌های گزینشی، مکانیزاسیون پیشرفته و استفاده از ماشین‌های چندکاره قطع و تبدیل کاربرد چندانی ندارد (ساریخانی، ۲۰۰۸). بینه‌بری و تبدیلی عملیاتی است که در آن درخت قطع شده به قطعات کوچک‌تر بریده می‌شود، به عبارت دیگر بینه‌بری شامل تبدیل درختان به گرده‌بینه‌های با ابعاد مورد قبول برای مصرف نهایی می‌باشد (کانوی، ۱۹۸۴؛ دیکستر

و هایبریچ، ۱۹۹۶؛ سشنز، ۱۹۸۸؛ سشنز و همکاران، ۲۰۰۷) که برای مرحله بعدی یعنی چوبکشی یا انتقال آماده می‌شود (پیرس و استنزل، ۱۹۷۲).

مطالعات مختلفی در مورد تولید، هزینه و همچنین عوامل موثر در کار با اره موتوری انجام شده که به مواردی از آن اشاره می‌شود. میزان تولید اره موتوری در عملیات قطع، سرشاخه‌زنی و بینه‌بری در جنگل‌های تروپیکال در محدوده قطری ۱۰ تا ۶۰ سانتی‌متری، برابر با ۵۰ تا ۳۰۰ درخت در روز است (فائو، ۱۹۷۶). در جنگل‌های طبیعی قطر درخت عامل بسیار مهم در زمان قطع، سرشاخه‌زنی و بینه‌بری هر درخت است (سشنز و همکاران، ۲۰۰۷). کانوی (۱۹۸۴) در پژوهشی در ایالات متحده بیان می‌کند که قطر درخت عامل مؤثری در میزان تولید قطع و بینه‌بری درخت است و زمانی که حجم تک درخت کم باشد، هزینه‌ها افزایش می‌یابد. میزان تولید عملیات قطع و بینه‌بری در جنگل‌های نواحی تروپیکال با اکیپ ۲ نفره روزانه ۷۰-۳۰ مترمکعب است و با افزایش قطر درخت میزان تولید اره موتوری افزایش می‌یابد (فائو، ۱۹۷۶). وانگ و همکاران (۲۰۰۴) با مطالعه کارائی و هزینه سیستم قطع با اره موتوری در جنگل‌های پهن‌برگ آپالاجی^۱ آمریکا، مدل رگرسیونی زمان قطع، سرشاخه‌زنی و تبدیل درخت را تهیه نمودند که در آن متغیر قطر برابر سینه به‌عنوان بهترین فاکتور برای پیش‌بینی زمان قطع، سرشاخه‌زنی و تبدیل درخت است. لورتز و همکاران (۱۹۹۷)، رومر و کلیپاک (۲۰۰۲) و لی و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی تولید و هزینه عملیات بهره‌برداری با اره موتوری پرداختند. نیکوی (۲۰۰۷) در پژوهش خود مدل ریاضی پیش‌بینی زمان قطع درخت را تهیه نمود که این مدل تابعی از متغیرهای قطر درخت و فاصله بین درختان قطع شونده است.

در ایران سیستم بهره‌برداری با قاطر از گذشته وجود داشته که در این سیستم یک درخت پس از قطع به وسیله اره‌های دوسر دندانه رنده‌ای و با ورود اره موتوری به ایران، به وسیله اره موتوری تبدیل به الوار^۲ می‌شد. به دلیل عدم وجود حداقلی از زیرساخت‌های ضروری در جنگل‌های شمال، این سیستم (روش) در شروع برداشت‌های سنگین به وسیله پیمانکاران داخلی و خارجی به منظور حمل چوب‌های سنگین و قطور جنگل‌های بکر تکوین و توسعه یافت. درختان قطور جنگل‌های بکر پس از قطع در پای کنده، سرشاخه‌زنی، بینه‌بری، به قطعات کوچک‌تر مانند الوار، تراورس، کاتین و غیره تبدیل و حمل می‌شد. پس از شروع جنگل‌داری علمی و گسترش زیرساخت‌ها در جنگل‌های شمال

1- Appalachian

2- Lumber

در کنار روش‌های پیشرفته و مکانیزه بهره‌برداری و حمل، این روش در شرایط خاص همچنان به حیات خود ادامه داد ولی از مقدار و اهمیت آن به شدت کاسته شد. امروزه با گسترش علایق زیست‌محیطی و توجه به سیستم‌های بهره‌برداری با اثرات منفی کم زیست محیطی و در مقیاس‌های کوچک، توجه به این سیستم سنتی دوباره بیشتر شده است (وانگ، ۱۹۹۷؛ غفاریان، ۲۰۰۳؛ شرشتا و لانفورد، ۲۰۰۵). میزان فرآورده‌های جنگلی حاصل از برداشت چوب در جنگل‌های شمال در طی سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳۸۶ دارای روند تغییرات متنوعی است. فرآورده‌های تبدیلی مانند الوار و تراورس دارای روند کاهشی در این دوره بودند که از ۲۵ درصد حجم کل فرآورده‌ها در سال ۱۳۶۴ به کمتر از ۶ درصد در سال ۱۳۸۶ رسیده است (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۲۰۰۷).

مقدار درصد افت در امور قطع و استحصال چوب در جنگل‌های لوه گرگان ۵۳ درصد برآورد شد (ساریخانی، ۱۹۷۲) که علت عمده آن تراکم کم شبکه جاده در آن زمان بود. حدود ۱۵ درصد از حجم کلی درختان مقطوعه نیز به علت نادرست بودن روش‌های قطع و وسائل مورد استفاده کارگران جنگل از بین می‌رود. سلطانی‌نژاد (۱۹۸۹) پدیده الوارگیری و ضایعات قطع و استحصال چوب در بهره‌برداری سنتی را در جنگل خیرود مطالعه کرد و نتیجه گرفت که مقدار ضایعات مقطع $10/6$ درصد حجم تنه صنعتی بود و $6/2$ درصد حجم تنه صنعتی به خاک اره تبدیل شده و $18/4$ درصد نیز به صورت پشت لا کنار گذاشته شد. عمادی (۱۹۹۷) ضایعات و افت چوب در مراحل مختلف بهره‌برداری را در جنگل‌های فریم تعیین کرد. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که مقدار ضایعات کمی چوب در هنگام قطع (ارتفاع بیش از حد کنده درخت، شکستگی، شکاف و پارگی طولی، مغزکش شدن و شاخه‌زنی) در حدود $8/14$ درصد و در هنگام خروج تنه‌ها (بینه‌بری، کشیدن چوب و مازاد مقطوعات باقی‌مانده در جنگل) در حدود $4/73$ درصد و در محل دیو (برش تنه‌ها و روی هم انباشتن) در حدود $0/21$ درصد بوده است. هرچند تاکنون در ایران مطالعاتی در مورد این روش تبدیل سنتی و افت چوب حاصل از این روش شده است (ساریخانی ۱۹۷۲، سلطانی‌نژاد ۱۹۸۹)، ولی تاکنون هیچ مطالعه مدونی در مورد مطالعه زمانی روش سنتی تبدیل (الوارگیری) و ارائه مدل رگرسیونی تولید و هزینه آن نشده است. این بررسی به‌منظور مطالعه زمانی پیوسته عملیات تبدیل سنتی درخت با اره موتوری، برآورد و محاسبه نرخ تولید و هزینه اره موتوری و اکیپ تبدیل درخت، ارائه مدل رگرسیونی پیش‌بینی زمان تبدیل سنتی و استفاده از عوامل مؤثر بر مدل برای برآورد زمان و هزینه عملیات تبدیل سنتی و همچنین محاسبه افت چوب و ارزش از دست رفته آن انجام می‌شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این پژوهش در پارسل‌های ۲۲۰ و ۲۲۵ بخش نمخانه جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود انجام شد. مساحت این دو پارسل در مجموع برابر ۸۳ هکتار است. موجودی حجمی و تعداد در هکتار در پارسل ۲۲۰ به ترتیب ۵۰۴ سیلو و ۱۷۳ اصله و حجم و تعداد در هکتار در پارسل ۲۲۵ به ترتیب برابر ۳۰۱ سیلو و ۱۲۳ اصله می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا ۱۰۰۰ تا ۱۱۹۰ متر و میزان بارندگی منطقه ۱۵۳۲ میلی‌متر است (گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل؛ طرح جنگل‌داری بخش نمخانه، ۱۹۹۵). شیوه بهره‌برداری و جنگل‌شناسی در پارسل‌های مورد مطالعه به صورت تک‌گزینی و میزان حجم برداشت در پارسل ۲۲۰ و ۲۲۵ به ترتیب ۹۴۸ (۲۷۰ اصله) و ۷۸۲ (۱۸۱ اصله) سیلو (۳۵ و ۱۴ سیلو در هکتار) نشانه‌گذاری شده است. شیب کلی پارسل ۲۲۰ و ۲۲۵ به ترتیب ۴۵ و ۳۵ درصد می‌باشد. تیپ فعلی جنگل، راش ممرز به همراه توسکا و افرا است. عملیات جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در تیر ماه و مرداد ماه ۱۳۸۷ انجام گرفت. گروه اره‌موتوری متشکل از سه نفر شامل اره‌موتورچی، کمک و کارگر همراه می‌باشد. اره‌موتورچی دارای تجربه کاری ۱۵ ساله است.

روش مطالعه: در این بررسی به کمک یک دستگاه زمان‌سنج (کرونومتر)، زمان سنجی به روش زمان‌های پیوسته انجام شد. عوامل که دارای احتمال مؤثر بر زمان تبدیل سستی (الوارگیری) تنه درخت به وسیله اره موتوری بودند، شامل: قطر گرده‌بینه (با دقت میلی‌متر)، طول گرده‌بینه (با دقت دسی‌متر) و شیب عرصه تبدیل (درصد) اندازه‌گیری شدند. شیب عرصه با استفاده از شیب‌سنج در جهت شیب غالب به درصد اندازه‌گیری شد. برای تعیین حجم گرده‌بینه قبل از تبدیل از فرمول هوبر استفاده شد (رابطه ۱) و همچنین حجم چوب‌آلات به دست آمده از فرمول حجم مکعب مستطیل به دست آمد. از اختلاف دو حجم اشاره شده، حجم افت چوب به‌زای تبدیل سستی گرده‌بینه به دست آمده است.

$$V = g_m \times L \quad (1)$$

که در آن: V = حجم گرده‌بینه (مترمکعب)، g_m = سطح مقطع میانی گرده‌بینه (مترمربع) و L = طول گرده‌بینه (متر)

برای تشخیص دقیق‌تر مشخصات جزء به جزء کار لازم است که کار را به اجزاء کوچک کاری تقسیم کرده و سپس زمان انجام هر جزء را ثبت نمود. اجزاء زمانی با توجه به سیکل کار عبارتند از: حرکت به سمت تنه درخت قطع شده، اندازه‌گیری، آماده و مهیا کردن گرده‌بینه برای تبدیل (بینه‌بری،

غلتاندن بینه و قراردادن آن در مکانی مسطح، جدانمودن پشت‌لا یا نصف کردن گرده‌بینه، طناب‌زدن جهت اندازه‌گیری ابعاد و مشخص‌کردن خطوط برش برای گرفتن الوار یا تراورس، آزادکردن و جدا نمودن قطعات بریده شده، قرار دادن آن در مکان مناسب، زمان سوخت‌گیری و سوهان کاری و زمان صرف غذا. همچنین یکسری زمان‌های تأخیر یا توقف نیز در طول تبدیل سنتی تنه درخت مشاهده و جداگانه ثبت شد.

تعیین تعداد نمونه: با آماربرداری مقدماتی و تعیین واریانس زمان تبدیل گرده‌بینه بدون احتساب زمان تاخیر و با احتساب این‌که در سطح ۹۵ درصد، دقت مورد نظر درصدی از میانگین زمان تبدیل گرده‌بینه باشد، با استفاده از رابطه ۱ تعداد نمونه مورد نیاز محاسبه شد.

$$n = \frac{T^2 \times (S \times \%)^2}{(E\%)^2} \quad (2)$$

که در آن: n = تعداد نمونه؛ t = ضریبی که به تعداد نمونه و سطح اعتماد مورد نظر بستگی دارد و از جدول t به دست می‌آید؛ S_x = انحراف از معیار به دست آمده از آماربرداری مقدماتی؛ E = دقت مورد نظر است.

در هنگام جمع‌آوری داده‌های این پژوهش، سیکل‌های اندازه‌گیری شده تبدیل سنتی گرده‌بینه به صورت تصادفی در طول پیشرفت کار در داخل توده و در شرایط مختلف اندازه‌گیری شدند. بر این پایه با استفاده از نرم‌افزار SPSS، مدل ریاضی پیش بینی زمان تبدیل گرده‌بینه تهیه گردید. بعد از وارد نمودن داده‌های جمع‌آوری شده حاصل از زمان سنجی، با استفاده از روش آندرسون- دارلینگ^۱ از نرمال بودن توزیع داده‌ها اطمینان حاصل شد. رابطه بین عامل‌های مؤثر اندازه‌گیری شده و اثرگذاری متقابل آن‌ها به صورت ترکیب‌های دو تایی، با زمان خالص تبدیل گرده‌بینه بدون به‌شمار آوردن زمان تاخیر مشخص گردید. برای تعیین ضرایب متغیر و ثابت مدل پیش بینی زمان تبدیل گرده‌بینه از روش متداول رگرسیون چند متغیره و از تکنیک رگرسیون مرحله‌ای^۲ استفاده شد.

1- Anderson- Darling
2- Stepwise Regression

نتایج

تعیین تعداد نمونه: به منظور نمونه برداری اولیه ۴۵ سیکل کار تبدیل گردهبینه اندازه گیری شد که اشتباه ۱۸ درصد به دست آمد.

$$n = \frac{(2)^2 \times (64/7)^2}{(11)^2} = 139 \quad (3)$$

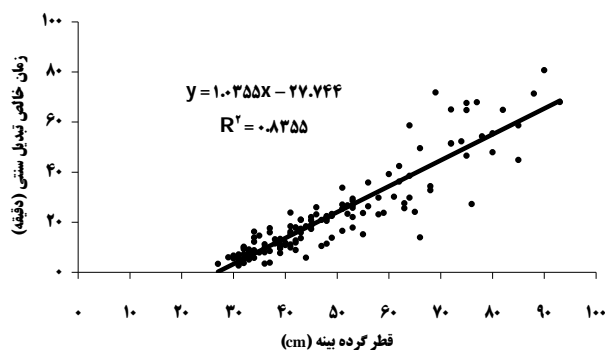
تعداد نمونه برای تعیین مدل تبدیل گردهبینه با اره موتوری برابر با ۱۳۹ سیکل به دست آمد و در نهایت با در نظر گرفتن ۳ نمونه برای اعتبارسنجی مدل، تعداد ۱۴۲ نمونه برای تعیین مدل اندازه گیری شد.

تحلیل داده‌های تبدیل سنتی (الوارگیری): با اندازه گیری عوامل موثر بر زمان تبدیل گردهبینه شامل: قطر گردهبینه، طول گردهبینه و شیب عرصه تبدیل (درصد) نمودار پراکنش ابر نقاط بین زمان تبدیل گردهبینه (یک سیکل کار) با متغیرهای یاد شده به دست آمد (شکل‌های ۱ و ۲). همچنین پارامترهای آماری مطالعه زمانی تبدیل سنتی محاسبه شدند که جدول ۱ پارامترهای اندازه گیری شده در مطالعه زمانی و متغیرهای موثر بر زمان تبدیل سنتی را نشان می‌دهد. شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهند که با افزایش قطر درخت زمان خالص و ناخالص همراه با تاخیر تبدیل سنتی گردهبینه به صورت خطی افزایش می‌یابد، همچنین بین متغیر طول گردهبینه و زمان خالص تبدیل رابطه معنی داری وجود ندارد (شکل ۳). در شکل ۱، ۸۳/۵ درصد تغییرات زمان خالص تبدیل سنتی وابسته به قطر گردهبینه بوده در حالی که در شکل ۲، ۵۳/۶ درصد تغییرات زمان ناخالص تبدیل سنتی وابسته به قطر گردهبینه است و علت این کاهش نیز مربوط به تاخیرها و سایر عوامل می‌باشد.

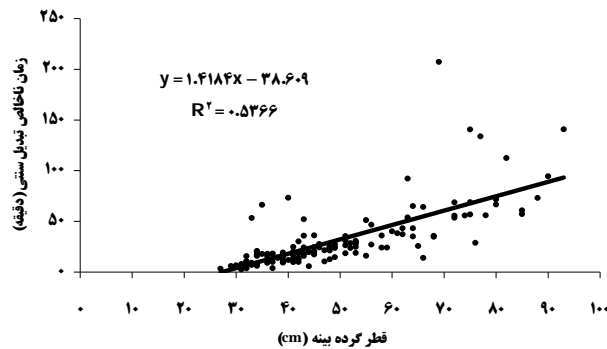
جدول ۱- پارامترهای آماری مطالعه زمانی عملیات تبدیل سنتی گرده‌بینه (الوارگیری).

پارامتر	درصد اقل چوب	اقل چوب (متر مکعب)	حجم گرده‌بینه اولیه (متر مکعب)	ترازوس (متر مکعب)	تعداد الوار و ترازوس	کل زمان کار (دقیقه)	زمان خالص (دقیقه)	کل زمان تاخیر (دقیقه)	تأخیر اجرائی (دقیقه)	تأخیر فنی (دقیقه)
میانگین	۳۴/۲۴	۰/۱۶۸۸	۰/۵۱۸۳	۰/۳۴۹۶	۳/۴	۳۰/۴	۲۹/۴	۷/۷۵	۰/۶۳	۲/۳۵
حداقل	۱۲/۹۷	۰/۰۳۲۴	۰/۰۹۸۱	۰/۰۴۹۳	۱	۲/۶۸	۲/۶۸	۰	۰	۰
حداکثر	۶۳/۱۵	۰/۸۳۱۴	۱/۹۰۱۱	۱/۳۹۱۳	۱۳	۲۰۷	۱۸۴/۸	۱۳۵/۴	۲۱/۲۵	۲۲/۴
انحراف از معیار	۹/۷۲	۰/۱۲۲۳	۰/۳۸۱۹	۰/۲۷۵	۲/۶	۳۰/۶	۲۹/۴	۱۸/۴۱	۳/۰۵	۳/۵۳

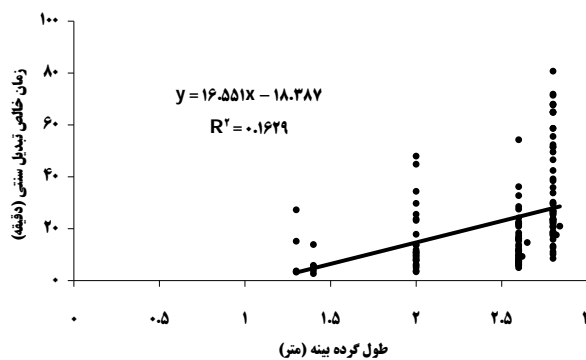
پارامتر	تأخیر شخصی (دقیقه)	زمان صرف غذا	زمان سوخت و سوهان	آزاد جدا و نمودن (دقیقه)	زمان طاب زدن (دقیقه)	جدا نمودن پست‌لا (دقیقه)	آماده و مهیا کردن (دقیقه)	زمان اندازه‌گیری (دقیقه)	شیب عرصه (درصد)	طول گرده‌بینه (متر)	قطر گرده‌بینه (سانتی‌متر)
میانگین	۴/۷۷	۴/۷۴	۲/۰۴	۱۳/۴۶	۲/۶۴	۴/۳۳	۱/۷۱	۰/۴۶	۳۲/۲	۲/۵	۴۸/۶
حداقل	۰	۰	۰	۱/۱۷	۰	۰/۱۲	۰/۳۹	۰/۱	۵	۱/۳	۲۷
حداکثر	۱۱۳	۱۱۳	۱۶/۳	۴۸/۷۳	۱۴/۲	۱۵/۷	۱۰/۴۵	۱/۵۹	۶۵	۲/۸	۹۳
انحراف از معیار	۱۶/۷۳	۱۶/۸	۳/۲	۱۱/۹۹	۲/۵۶	۳/۱۲	۱/۳۳	۰/۲۶	۱۳/۱	۰/۴	۱۵/۸



شکل ۱- نمودار پراکنش ابر نقاط زمان خالص تبدیل سنتی در ارتباط با قطر گرده‌بینه



شکل ۲- نمودار پراکنش ابر نقاط زمان ناخالص همراه با تاخیر تبدیل سنتی در ارتباط با قطر گرده بینه



شکل ۳- نمودار پراکنش ابر نقاط زمان خالص تبدیل سنتی در ارتباط با طول گرده بینه

مدل پیش بینی زمان خالص و زمان ناخالص تبدیل سنتی گرده بینه: مدل ریاضی پیش بینی زمان خالص تبدیل سنتی گرده بینه با اره موتوری به دست آمده در این پژوهش، عبارت است از معادله رگرسیون چند متغیره زمان تبدیل یک گرده بینه که تابعی از متغیر قطر و طول گرده بینه می باشد (رابطه ۴). همچنین مدل ریاضی پیش بینی زمان ناخالص تبدیل سنتی گرده بینه تابعی از متغیر قطر و طول گرده بینه است (رابطه ۵).

$$Y = -48/24686 + 0/98319 X_1 + 9/30672 X_2 \quad (4)$$

$$Y = -62/73051 + 1/35684 X_1 + 10/94924 X_2 \quad (5)$$

که در رابطه ۴ و ۵: $Y =$ زمان تبدیل یک گرده‌بینه (دقیقه)؛ $X_1 =$ قطر گرده‌بینه (سانتی‌متر) و $X_2 =$ طول گرده‌بینه (متر) است.

جدول ۲- تجزیه واریانس مدل ریاضی پیش‌بینی زمان خالص تبدیل سستی گرده‌بینه.

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	$F = \frac{MSK}{MSe}$	R^2 (%)	r	P
رگرسیون	۳۹۰۹۶/۵۴	۲	۱۹۵۴۸/۳	۵۲۲/۸۵	۸۷/۵	۰/۹۴	۰/۰۰۰
خطا	۵۰۸۴/۷۴	۱۳۶	۳۷/۴				
مجموع	۴۴۱۸۱/۲۸	۱۳۸					

جدول ۳- تجزیه واریانس مدل ریاضی پیش‌بینی زمان ناخالص تبدیل سستی گرده‌بینه.

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	$F = \frac{MSK}{MSe}$	R^2 (%)	r	P
رگرسیون	۷۲۲۸۰/۵۸	۲	۳۶۱۴۰/۳	۸۶/۵۳	۵۶	۰/۷۵	۰/۰۰۰
خطا	۵۶۸۰۲/۳۴	۱۳۶	۴۱۷/۷				
مجموع	۱۲۹۰۸۲/۹۳	۱۳۸					

احراز اعتبار مدل: به منظور احراز اعتبار مدل ریاضی پیش‌بینی زمان خالص و ناخالص تبدیل سستی گرده‌بینه با اره موتوری، قبل از اتمام تجزیه و تحلیل‌ها، سه نوبت از اطلاعات حاصل از زمان‌سنجی را از داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به‌طور کاملاً تصادفی جدا کرده و در تهیه مدل‌ها دخالت نداده، پس از برازش مدل رگرسیونی، از آن‌ها برای تعیین اعتبار مدل استفاده شد. به‌علت این‌که تجزیه و تحلیل توسط نرم‌افزار SPSS انجام گرفت، این نرم‌افزار این قابلیت را دارد که حدود اعتماد مدل را در سطح ۵ درصد یا ۱ درصد خطا، به‌طور مستقیم در اختیار کاربر قرار دهد و نتیجه‌گیری شد که مدل‌های فوق از اعتبار آماری لازم برخوردارند. جدول‌های ۴، ۵ و ۶ اطلاعات مربوط به اندازه‌های مشاهده و برآورد شده توسط روابط و دو حد پایین و بالا دامنه پیش‌بینی برای یک نمونه در سطح اطمینان ۹۵ درصد را برای دو مدل رگرسیونی عنوان شده و سه نمونه نمایش می‌دهد.

باریس مجنونیان و همکاران

جدول ۴- مشخصات نمونه‌های اندازه‌گیری شده (مشاهده) در عرصه.

نمونه	گونه	قطر (سانتی‌متر)	طول (متر)	شیب عرصه (درصد)	زمان خالص (دقیقه)	زمان ناخالص (دقیقه)
۱	راش	۳۱	۲	۱۲	۴/۷	۴/۷
۲	ممرز	۵۵	۲/۸	۲۸	۲۴/۵۸	۲۶/۶۸
۳	راش	۷۳	۲	۴۳	۵۱/۳۸	۵۴/۸۴

جدول ۵- دو حد بالا و پایین به دست آمده در مدل‌های حاصل از زمان خالص و ناخالص.

مدل متغیر	مدل		مدل زمان خالص		مدل زمان ناخالص	
	حد بالا	حد پایین	حد بالا	حد پایین	حد بالا	حد پایین
ضریب ثابت	-۴۱/۹۸	-۵۴/۵۱	-۴۱/۷۸	-۴۱/۷۸	-۸۳/۶۷	-۸۳/۶۷
قطر	۱/۰۵	۰/۹۲	۱/۵۸	۱/۵۸	۱/۱۳	۱/۱۳
طول	۱۱/۷۲	۶/۸۹	۱۹/۰	۱۹/۰	۲/۸۹	۲/۸۹

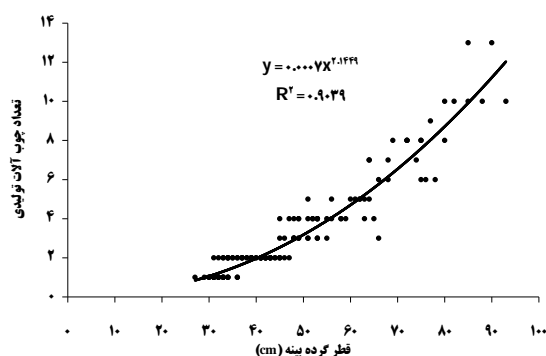
جدول ۶- نمونه اندازه‌گیری شده (مشاهده)، برآورد مشخصه به کمک دو مدل رگرسیونی و دو حد پایین و بالا در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

مشخصه	نمونه	مشاهده	زمان (دقیقه)		نمونه	مشاهده	زمان (دقیقه)		رابطه
			برآورد	حد پایین			حد بالا	برآورد	
رابطه (۱)	۱	۴/۷	۰/۸۵	-۱۲/۳	۲	۲۴/۵۸	۳۱/۸۸	۱۵/۲۱	۴۸/۵۶
	۳	۵۱/۳۸	۴۲/۱۴	۲۶/۱۹	۲	۲۴/۵۸	۳۱/۸۸	۱۵/۲۱	۴۸/۵۶
رابطه (۲)	۱	۴/۷	۱/۲۳	-۴۲/۷۲	۲	۲۶/۶۸	۴۲/۵۵	-۱۳/۱۷	۹۸/۲۸
	۳	۵۴/۸۴	۵۸/۲۲	۴/۹۳	۲	۲۶/۶۸	۴۲/۵۵	-۱۳/۱۷	۹۸/۲۸

میزان تولید تبدیل سنتی گرده‌بین: در این پژوهش میزان تولید ساعتی تبدیل سنتی گرده‌بین به وسیله اره موتوری بر اساس حجم گرده‌بین تبدیل شده با در نظر گرفتن زمان‌های تاخیر و بدون آن از رابطه ۶ به دست می‌آید که به ترتیب برابر ۱/۰۲ مترمکعب در ساعت و ۱/۰۶ مترمکعب در ساعت است.

$$(6) \quad \text{کل حجم گرده بین تبدیل شده (مترمکعب)} = \frac{\text{کل زمان صرف شده (ساعت)}}{\text{مقدار تولید با و بدون تاخیر (مترمکعب در ساعت)}}$$

میزان تولید ساعتی با احتساب زمان‌های تاخیر حدود ۶ درصد کمتر از تولید خالص تبدیل سنتی با اره موتوری است. به عبارت دیگر میزان تولید ساعتی چوب‌آلات (الوار، تراورس و ...) بدون احتساب زمان‌های تاخیر ۰/۷۱ مترمکعب و با احتساب زمان‌های تاخیر ۰/۶۹ مترمکعب می‌باشد. همچنین میزان تولید ساعتی تبدیل سنتی از نظر تعداد چوب‌آلات حاصل شده، با و بدون احتساب زمان‌های تاخیر به ترتیب برابر ۶ و ۷ عدد الوار و تراورس در ساعت است. بررسی میزان تولید بر اساس تعداد چوب‌آلات حاصل شده در تبدیل گرده‌بینه نشان می‌دهد که با افزایش قطر، تعداد چوب‌آلات تولید شده به صورت رابطه توانی افزایش می‌یابد (شکل ۴). جدول ۷ خلاصه جدول تجزیه واریانس مدل را نشان می‌دهد. در جدول ۷ مقدار F به دست آمده، بیانگر این است که در سطح $\alpha = 0.01$ ، معنی‌دار می‌باشد و متغیر وارد شده در مدل تا ۹۰ درصد تغییرات را نشان می‌دهد.



شکل ۴- نمودار پراکنش ابر نقاط حجم تعداد چوب‌آلات تولید شده در ارتباط با قطر درخت

جدول ۷- تجزیه واریانس مدل ریاضی پیش‌بینی تعداد چوب‌آلات به دست آمده در ارتباط با قطر گرده بینه.

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	$F = \frac{MSK}{MSe}$	R^2 (%)	r	P
رگرسیون	۵۹/۷۸	۱	۵۹/۷۸	۱۲۸۹/۲۳	۹۰/۴	۰/۹۵	۰/۰۰۰
خطا	۶/۳۵	۱۳۷	۰/۰۴۶				
مجموع	۶۶/۱۳	۱۳۸					

هزینه سیستم تبدیل سنتی گرده‌بینه با اره موتوری: به منظور محاسبه هزینه سیستم از دستورالعمل پیشنهادی تهیه طرح بهره‌برداری سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور (سبحانی و رافت‌نیا،

باریس مجنونیان و همکاران

۱۹۹۷) استفاده شده است. با استفاده از این دستورالعمل، هزینه سیستم قطع که از مجموع هزینه‌های اوره موتوری و هزینه پرسنلی تشکیل می‌شود، محاسبه شده است. از تقسیم هزینه سیستم بر میزان تولید، می‌توان هزینه واحد تولید (مترمکعب) را محاسبه نمود. مبنای محاسبه قیمت‌ها بر اساس قیمت ماشین و سایر لوازم و وسایل در سال ۱۳۸۷ است، 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 (اوره موتوری) ۳ سال، قیمت خرید ۱۴ میلیون ریال و ضریب بهره‌وری (ساعت کار مفید به ساعت کار برنامه‌ریزی شده) ۸۳ درصد در نظر گرفته شده است. نرخ ماشین^۱ عبارت است از مجموع هزینه‌های ثابت و متغیر در ساعت کار مفید. جدول ۸ خلاصه هزینه‌یابی سیستم تبدیل سنتی (الوارگیری) را نشان می‌دهد.

جدول ۸- هزینه‌یابی سیستم تبدیل سنتی (الوارگیری) با اوره موتوری.

کل هزینه سیستم (ریال)	هزینه کارگری (ریال)	نرخ ماشین (ریال)	هزینه‌های متغیر (ریال)			هزینه‌های ثابت (ریال)			هزینه تولید (ریال)
			هزینه در ساعت کار مفید	بهره و مالیات (سالانه)	سود سرمایه (سالانه)	استهلاک (سالانه)			
۲۵۱۹۹۲	۱۳۷۵۰	۱۱۴۴۹۲	۱۰۰۰۰۰	۴۶۶۷	۷۳۴۹	۶۰۱۳۰۰	۱۸۱۳۰۰۰	۴۲۰۰۰۰۰	۲۵۱۹۹۲

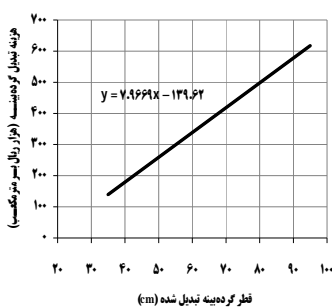
هزینه تبدیل سنتی (الوارگیری): از تقسیم هزینه سیستم بر میزان تولید، هزینه قطع به دست می‌آید (رابطه ۷).

$$(۷) \quad \text{هزینه سیستم (ریال/ساعت)} = \frac{\text{هزینه تبدیل سنتی (ریال بر مترمکعب)}}{\text{میزان تولید (متر مکعب ساعت)}}$$

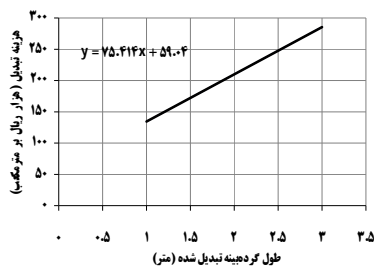
هزینه واحد تولید (ریال بر مترمکعب) بر اساس حجم گرده‌بینه تبدیل شده با احتساب زمان‌های تاخیر و بدون احتساب آن، به ترتیب برابر ۲۴۵۹۵۰ و ۲۳۷۷۳۰ ریال بر مترمکعب به دست آمد. هزینه واحد تولید بر اساس حجم چوب‌آلات به دست آمده بدون احتساب زمان‌های تاخیر ۳۵۴۹۲۰ ریال بر مترمکعب و با احتساب زمان‌های تاخیر ۳۶۴۶۷۰ ریال بر مترمکعب می‌باشد. همچنین هزینه تولید

1- Machine Rate

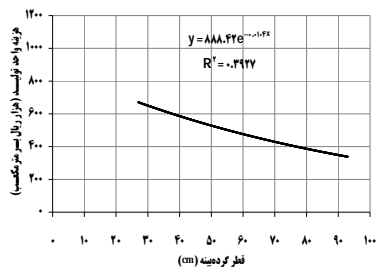
براساس تعداد چوب‌آلات به‌دست آمده با و بدون احتساب زمان‌های تاخیر به‌ترتیب ۳۵۸۰۰ و ۳۷۰۰۰ ریال به‌ازای هر الوار یا تراورس است. به‌منظور تعیین اثر تغییرات متغیر قطر گرده‌بینه بر روی زمان و هزینه تبدیل سنتی با ثابت نگه داشتن میانگین سایر متغیرها و تغییر متغیر قطر و طول گرده‌بینه، زمان و هزینه تبدیل سنتی (الوارگیری) محاسبه شد و نتایج نشان داد که با افزایش متغیر فوق، زمان و هزینه تبدیل به‌صورت خطی افزایش یافته است (شکل‌های ۵ و ۶). هزینه واحد تولید (مترمکعب) چوب تبدیل شده با افزایش قطر کمتر می‌شود (شکل ۷).



شکل ۵- اثر تغییرات قطر گرده‌بینه بر روی هزینه تبدیل هر گرده‌بینه

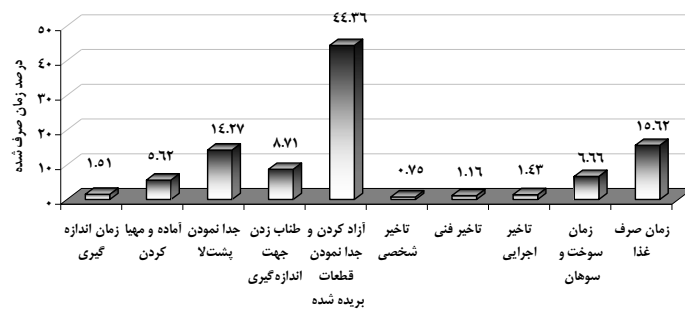


شکل ۶- اثر تغییرات طول گرده‌بینه بر روی هزینه تبدیل هر گرده‌بینه



شکل ۷- اثر تغییرات قطر گرده‌بینه بر روی هزینه واحد تولید

تجزیه و تحلیل اجزا قطع درخت با اره موتوری: از کل زمان تبدیل سنتی گرده‌بینه با اره‌موتوری، آزاد کردن و جدا کردن قطعات یا برش حدود ۱۸۷۲ دقیقه (۴/۴ درصد) را تشکیل می‌دهد که به‌طور متوسط ۱۳/۵ دقیقه از یک سیکل تبدیل سنتی را تشکیل می‌دهد که بیشترین زمان تشکیل دهنده یک سیکل است (شکل ۸). بعد از آن زمان صرف غذا با متوسط زمان ۴/۷۴ دقیقه (۱۵/۶۲ درصد) در مرتبه بعدی قرار دارد. جدا نمودن پشت‌لا یا نصف کردن گرده‌بینه برای تبدیل ۱۴/۳ درصد یک سیکل کار (به‌طور متوسط ۴/۳۳ دقیقه از زمان یک سیکل کار) را تشکیل می‌دهد. طناب زدن به‌منظور اندازه‌گیری ابعاد الوار و تراورس ۸/۷ درصد (به‌طور متوسط ۲/۶۴ دقیقه) از زمان یک سیکل را شامل می‌شود. زمان سوخت‌گیری و زمان سوهان‌کردن، آماده و مهیا کردن بینه، زمان اندازه‌گیری و تاخیر اجرایی به ترتیب ۶/۷، ۵/۶، ۱/۵ و ۱/۴ درصد متوسط زمان یک سیکل تبدیل گرده‌بینه را تشکیل می‌دهد. تاخیرهای فنی مشاهده شده شامل خرابی اسپراکت، گیرکردن زنجیر و درآمدن زنجیر هستند. زمان مربوط به سوخت‌گیری و سوهان کردن زنجیر جزء زمان‌های کاری قرار داده شده است چون جزء زمان کار تولیدی کار تبدیل با اره‌موتوری می‌باشد، در واقع بر اساس تقسیم‌بندی جرهیدن و تامسون (۱۹۹۵) زمان سوخت‌گیری و سوهان کاری جزء زمان سرویس و به‌طور کلی زیر شاخه زمان حمایتی^۱ کار است.



شکل ۸- درصد زمان صرف شده اجزای یک نوبت تبدیل سنتی گرده‌بینه.

افت چوب در اثر تبدیل سنتی: برای محاسبه افت چوب در تبدیل سنتی (الوارگیری) حجم گرده بینه قبل از تبدیل سنتی محاسبه شد و بعد از اتمام تبدیل سنتی گرده‌بینه به چوب‌آلات الواری، تراورس و

1- Supportive work time

لاشه کاتین، حجم تک تک محصولات نیز محاسبه و در نهایت حجم کلی فراورده‌های حاصل از تبدیل سستی برای هر گرده‌بینه محاسبه گردید. در مجموع ۷۲/۰۴۶۵ مترمکعب گرده‌بینه (۱۳۹ گرده‌بینه با ابعاد مختلف) اندازه‌گیری شد. در این پژوهش به‌طور میانگین هر گرده‌بینه ۰/۵۱۸۳ مترمکعب حجم دارد که حداکثر آن ۱/۹۰۱۱ مترمکعب و حداقل آن ۰/۰۴۹۳ مترمکعب می‌باشد. مجموع حجم الوار و تراورس تولیدی ۴۸/۵۹ مترمکعب است که تعداد کل چوب‌آلات تولیدی ۴۷۹ عدد است. به‌طور متوسط از هر گرده‌بینه ۰/۳۴۹۶ مترمکعب الوار و تراورس حاصل شده است. حجم افت چوب از اختلاف حجم گرده‌بینه اولیه و حجم چوب‌آلات حاصل به‌دست می‌آید که به‌طور متوسط برای هر گرده‌بینه ۰/۱۶۸۸ مترمکعب می‌باشد. مجموع افت چوب در اثر تبدیل سستی ۲۳/۴۵۶۶ مترمکعب است که حداقل آن ۰/۰۳۲۴ و حداکثر آن ۰/۷۳۱۴ مترمکعب می‌باشد.

از آن‌جا که به‌طور متوسط قیمت هر مترمکعب گرده‌بینه در کنار دیو در جنگل خیرود در سال ۱۳۷۸ برابر با ۱/۵ میلیون ریال بوده، بنابراین هزینه افت چوب به‌ازای هر متر مکعب در روش سستی به صورت ذیل محاسبه می‌شود.

قیمت یک متر مکعب گرده‌بینه در دیو*درصد افت چوب به‌ازای هر مترمکعب = هزینه افت چوب به ازای هر مترمکعب

$$\text{ریال } ۵۱۳۶۰۰ = ۱۵۰۰۰۰۰ \times ۳۴/۲۴\% \quad (۸) = \text{هزینه افت چوب}$$

بحث: در این پژوهش مدل ریاضی پیش‌بینی زمان تبدیل سستی درخت با اره موتوری به‌صورت تابعی از متغیر قطر و طول درخت است که با نتایج سایر محققان (لورتز و همکاران، ۱۹۹۷؛ رومر و کلپاک، ۲۰۰۲؛ لی و همکاران، ۲۰۰۴؛ وانگ و همکاران، ۲۰۰۶؛ سشنز و همکاران، ۲۰۰۷) مطابقت دارد. روش سستی تبدیل گرده‌بینه به الوار و تراورس بسیار وقت‌گیر بوده و هزینه‌های تولید یک مترمکعب از انواع چوب‌آلات در این روش قابل توجه است. در این پژوهش، هزینه واحد تولید بر اساس حجم چوب‌آلات به‌دست آمده بدون احتساب زمان‌های تاخیر ۲۷۱۵۵۰ ریال بر مترمکعب و با احتساب زمان‌های تاخیر ۳۶۴۶۷۰ ریال بر مترمکعب است. هرچند هزینه تبدیل (الوارگیری) به‌ازای هر گرده‌بینه با افزایش قطر به دنبال افزایش زمان افزایش می‌یابد ولی هزینه واحد تولید (مترمکعب) چوب تبدیل شده با افزایش قطر کمتر می‌شود و به‌صورت یک تابع نمائی کم شونده است به‌علت این‌که

هزینه تولید با افزایش حجم سرشکن شده و کاهش می‌یابد. هرچند، بیشترین نکته‌ای که تا به حال در این روش بر آن تاکید می‌شد، افت قابل توجه چوب در این روش بود. به‌طور میانگین درصد افت چوب ۳۴/۲۴ درصد به‌ازا حجم گرده‌بینه تبدیل شده است که حداقل درصد افت گرده‌بینه ۱۳ و حداکثر آن ۶۳ درصد حجم گرده‌بینه تبدیلی بود. مقدار درصد افت نسبت به سایر تحقیقات انجام شده در زمینه مطالعه تبدیل سنتی کمتر است، به‌دلیل این‌که در این بررسی پشت‌لا و لاشه کاتین‌هایی که دارای قطر و ابعاد مناسب‌تری بودند به‌عنوان کاتین و هیزم در نظر گرفته شدند، هرچند که گرده‌بینه درجه ۱ تا ۴ به چوب‌هایی با ارزش پایین‌تر تبدیل شدند.

با مدیریت مناسب زمان‌های تاخیر حدود ۶ درصد می‌توان تولید را افزایش داد یا به عبارتی دیگر ۶ درصد میزان هزینه تبدیل را کاهش داد. تاخیر اجرائی مشاهده شده بیشتر مربوط به نرسیدن به موقع سوخت و سایر ملزومات به اکیپ بود. تاخیرهای فنی مشاهده شده شامل تاخیرهای خرابی اسپراکت، تعویض قطعات ارموتوری و زنجیر، خارج شدن زنجیر از تیغه هستند. در مجموع می‌توان با مدیریت مناسب تاخیرهای قابل اجتناب، به افزایش بازده کار کمک نمود. همراه داشتن یک بسته کامل از وسایل یدکی ارموتوری و همچنین همراه داشتن سوخت و روغن کافی نقش بسیار مهمی در کاستن تاخیرهای فنی و اجرایی دارد. در این پژوهش بر اساس دستورالعمل بین‌المللی در مورد زمان‌سنجی (جرهیدن و تامسون، ۱۹۹۵) زمان سوخت‌گیری و تعمیر و نگهداری و زمان‌های سوهان کاری جزء زمان کار حمایتی در نظر گرفته شده است.

اگرچه این میزان درصد افت چوب در مقایسه با سایر تحقیقات انجام شده کمتر است. ساریخانی (۱۹۷۲) افت چوب را در جنگل‌های بلوط لوه گرگان ۵۳ درصد برآورد نمود، همچنین وی علت عمده افت بالا چوب را تراکم پایین شبکه جاده در آن زمان بیان می‌کند، در این حالت بخش عمده چوب به‌صورت پشت‌لا کنار گذاشته می‌شد. امروزه با گسترش شبکه راه‌های جنگلی، به‌خصوص در جنگل خیرود، مقدار افت چوب کمتر از گذشته است، زیرا پشت‌لا و سایر مقطوعات در قالب هیزم و لاشه کاتین از عرصه تبدیل خارج می‌شوند. البته باید به این نکته توجه داشت که گرده‌بینه به چنین محصولاتی تبدیل می‌شود، به‌خصوص هیزم و کاتین به‌دست آمده دارای قیمت بسیار کمتری هستند و حتی با افزایش فاصله حمل خروج چنین محصولاتی صرفه اقتصادی ندارد. در بررسی و مطالعه سیستم سنتی تبدیل چوب‌آلات به الوار و حمل آن، هزینه افت چوب حاصل از تبدیل سنتی بیشترین

بخش هزینه‌ها را شامل می‌شود که باید در فرایند محاسبه هزینه از دست رفته این روش سنتی بهره‌برداری در نظر گرفته شود.

منابع

1. 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.
2. Conway, S. 1984. Logging practice; principles of timber harvesting systems. Miller Freeman Publications, Inc. 465 p.
3. Department of Forestry and Forest economics. 1995. First Revision of Forest Management Plan of Namkhaneh District in Kheyroud Forest. Faculty of Natural Resources. Karaj. 320 p. (In Persian).
4. Dykstra, D.P., and Heinrich, R. 1996. FAO model code of forest harvesting practice. FAO. Rome. 97 p.
5. Emadi, S. 1997. Determining of wood wastes and value losses in harvesting process. M.Sc thesis. Natural Resources Faculty. University of Tarbiyat Modares. 91 p. (In Persian).
6. FAO. 1976. Harvesting planted forests in developing countries. A manual on techniques, roads, production and costs. FOI: TF-INT 74 (SWE). FAO Paper, Rome. 76 p.
7. Forest, Range and Watershed Management Organization. 2007. Summary of wood products statistics from 1979 to 2007. Chalus. 50 p. (In Persian).
8. Ghaffarian, M.R. 2003. Investigation of production and stand damage of mule logging in kheyroudkenar forest. M.Sc. thesis. Faculty of Natural Resources. University of Tehran. 109 P. (In Persian).
9. Heinemann, H.R. 2004. Forest operation under mountainous conditions. P279-285. In: Encyclopedia of Forest Sciences, Burley, J., Evans, J., and Youngquist, J., Editors. Elsevier Academic Press: Amsterdam. Netherland.
10. International Labor Office. 1998. Safety and health in forestry work. Geneva. Italy. 116 p.
11. Li, Y., Wang, J., Miller, G., and McNeel, J. 2006. Production economics of harvesting small- diameter hardwood stands in central Appalachia. Forest Prod. J. 56: 3. 81-86.
12. Lortz, D., Kluender, R., McCoy, W., Stokes, B., and Klepac, J. 1997. Manual felling time and productivity in southern forests. Forest Prod. J. 47: 10. 59-63.
13. Nikooy, M. 2007. Optimizing Production Cost and Damage Reduction to Wood, Trees and Forest by Harvest Planning (Case Study: Asalem Forest District area). Ph.D. Thesis. Natural Resources Faculty. Tehran University. 215 p. (In Persian).

14. Pearce, J.k., and Stenzel, G. 1972. Logging and Pulpwood Production, the Ronald Press Co. New York. 453 p.
15. Rummer, R., and Klepac, J. 2002. Mechanized or hand operations: which is less expensive for small timber? P56-62. In: Proceedings from conference held February 25-27, 2002 in Spokane, Washington. Compiled and edited by Baumgartner, D.M., Johnson, L.R., and DePuit, E.J. Washington State University Cooperative Extension. Washington. USA.
16. Sarikhani, N. 1972. Wood waste in cutting, processing and harvesting components in Hyrcanian Forest in different work conditions. Iranian J. Nat. Res. 27: 35-46. (In Persian).
17. Sarikhani, N. 2008. Forest Utilization. University of Tehran Press. No. 2099, Third Edition. 776 p. (In Persian).
18. Sessions, J. 1988. Making better tree- bucking decisions in the woods. J. of Forestry. 10: 43-45.
19. Sessions, J., Boston, K., Murphy, G., Wing, M.G., Kellogg, L., Pilkerton, S., Zweede, J.C., and Heinrich, R. 2007. Harvesting operation in the Tropics. Springer- Verlag, Berlin, Heidelberg. 170 p.
20. Shrestha, S.P., and Lanford, B.L. 2005. Utilization and Cost of Log Production from Animal Logging Operations. Journal of Forest Engineering 16: 2. 167-180.
21. Sobhani, H., and Rafatneia, N. 1997. Guideline for forest harvesting plan. Forest, Range and Watershed Management Organization. Iran. 39p. (In Persian)
22. Soltanijejad, M. 1989. Sawn-lumber processing and value losses in traditional wood processing in Kheyroud Forest. M.Sc. Thesis. Natural Resources Factually. University of Tehran. 135 p. (In Persian).
23. Wang, J., Long, C., McNeel, J., and Baumgras, J. 2004. Productivity and cost of manual felling and cable skidding in central Appalachain hardwood forests. Forest Prod. J. 54: 12. 45-51.
24. Wang, L. 1997. Assessment of animal skidding and ground machine skidding under mountain condition. J.F. Engineering 8: 2. 57-64.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(4), 2012

<http://jwsc.gau.ac.ir>

Traditional Wood Processing (Lumber) Method in Forest; Production, Costs and Value Loss (Case Study: Namkhaneh District)

M. Jourgholami¹, *B. Majnounian² and A. Eghtesadi³

¹Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran, ²Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran, ³Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands

Received: 2010-2-9 ; Accepted: 2011-6-21

Abstract

Lack of forest management plan and forest road network caused that the traditional tree felling and processing was developed in Hyrcanian forest. In this system, trees are felled, limbed and topped motor-manually. Felled trees are processed with chainsaws into lumber and/or pulpwood. In order to evaluate this system, lumber processing was studied in two compartments of Namkhaneh district in Kheyroud forest. Objects of this study were time study of lumber processing, estimating productivity and costs, developing regression model, and obtaining wood waste and value loss. Factors affecting on regression model of lumber processing were dbh and log length. The hourly productions of lumber processing, based on production of lumber, with and without delay time were 0.69 m³/h and 0.93 m³/h, respectively. Number of produced lumber in this method increased exponentially in relation to dbh. The unit cost of lumber processing with and without delay time were 245950 and 183140 Rials/m³, respectively. The unit cost of lumber processing decreased exponentially when dbh increased. Average cycle time of the lumber processing with and without delay was 30.35 and 22.06 minutes, respectively. Value losse associated with log degrade averaged 34.24 percent per processed log volume.

Keywords: Lumber processing; Time study; Hourly production; Hourly cost; Value loss.

*Corresponding author; Email: bmajnoni@ut.ac.ir