

بررسی تولید، هزینه قطع و تبدیل اولین عملیات تنک کردن در توده جنگلکاری شده (بررسی موردی: جنگل تیرومروود، شهرستان تنکابن)

پیمان حامدی قاضی¹، سید رستم موسوی میرکلا^{2*} و احمد صمدی³

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

2- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

3- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد لاهیجان، لاهیجان، ایران.

تاریخ پذیرش: 95/06/19

تاریخ دریافت: 94/11/09

چکیده

در این پژوهش مقدار تولید، هزینه قطع و تبدیل در اولین تنک کردن در سال 1392 در جنگل‌های تیرومروود واقع در شمال ایران مورد بررسی قرار گرفت. منطقه مورد بررسی در سال 1363 با گونه‌های صنوبر، زربین، توسکا، افرا به صورت آمیخته جنگلکاری شده است. در این مطالعه در مجموع تعداد 132 چرخه قطع و تبدیل مورد بررسی قرار گرفت. برای محاسبه مقدار تولید ساعتی از فن زمان‌سنجی استفاده شده است. بعد از مشخص کردن اجزای هر یک از بخش‌های قطع و تبدیل، مؤلفه‌های تأثیرگذار بر مدت زمان هر یک از اجزای عملیات با استفاده از رگرسیون خطی چند عامله به روش گام‌به‌گام تعیین شد. نتایج به دست آمده نشان داد که مدت زمان کل قطع و تبدیل تابعی از مؤلفه‌های تأثیرگذار شامل قطر، حجم و فاصله درختان از یکدیگر بوده است. مقدار تولید ساعتی برای تمام گونه‌ها به طور میانگین 2/8 متر مکعب در ساعت محاسبه شد. مقدار هزینه واحد تولید نیز به طور متوسط 61522 ریال بر متر مکعب به دست آمد. به طور کلی هزینه واحد تولید در عملیات قطع و تبدیل تا حد زیادی به اندازه درختان مورد نظر و وضعیت شاخه دوانی درختان بستگی دارد. بر اساس قانون کلی، هزینه واحد تولید با افزایش اندازه درختان کاهش می‌یابد، بنابراین درخت صنوبر از بقیه گونه‌های ذکر شده اقتصادی‌تر بوده است.

واژه‌های کلیدی: تولید ساعتی، جنگل دست کاشت، زمان‌سنجی، عملیات تنک کردن، قطع و تبدیل.

از مؤلفه‌های متکی به کارگر در عملیات بهره‌برداری محسوب می‌شود که چون در مدت‌زمان خاصی از سال انجام می‌گیرد از اهمیت خاصی برخوردار است. در ایران ااره موتوری تا به امروز بهترین گزینه برای قطع بوده است که ارزانی و در دسترس بودن و راحتی آموزش و تعمیر و نگهداری به همراه سبکی این وسیله مانور زیادی برای آن باقی گذاشته است.

تعیین مقدار تولید، هزینه ساعتی و همچنین هزینه هر مترمکعب چوب در تعیین قیمت نهایی چوب‌آلات و تعیین دستمزد کارگران می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. محاسبه تولید ساعتی در هر مرحله بهره‌برداری از طریق مقدار حجم چوب تولیدشده مورد محاسبه قرار گرفته و مقدار آن در هر ساعت تعیین می‌شود. با تعیین تولید ساعتی و انجام هزینه‌یابی برای ماشین‌آلات و کارکنان موجود می‌توان هزینه هر واحد کار یا هزینه هر مترمکعب چوب تولیدشده را برای مرحله مربوطه محاسبه کرد. قطع و تبدیل چه در عرصه‌های جنگلی و چه در جنگلکاری‌ها یکی از مهم‌ترین مراحل بهره‌برداری است که هزینه‌هایی را به مجریان تحمیل می‌کند. آگاهی از هزینه‌های پرداخت‌شده برای هر واحد تولیدی به‌عنوان یک اهرم قوی برای مدیریت واحد جنگلداری و به‌منظور استفاده بهینه از امکانات و نیروی کار تلقی می‌شود (Naghdi, 2004). در ایران به-خصوص در شمال کشور عرصه‌های جنگلی در مناطق کم شیب با گونه‌های مختلفی جنگلکاری می‌شود. منطقه تیروم‌رود شهرستان تنکابن در سال 1363 با گونه‌هایی مانند صنوبر (*Populus spp*)، زربین (*Cupressus sempervirens* l. Var. *Horizontalis*)، توسکا بیلاقی (*Acer Alnus subcordata* C.A.Mey) و افرا پلت (*velutinum* Boiss.) به‌صورت آمیخته جنگلکاری شده است. عملیات تنک کردن در این جنگلکاری‌ها برای اولین بار در سال 1392 انجام شده است. آنچه در این

در بسیاری از کشورها عرصه‌های طبیعی جنگل توانایی لازم برای سرویس‌دهی به مردم را نداشته و از این‌رو بسیاری از این جوامع سعی می‌کنند برای اهداف زیست‌محیطی و یا تأمین چوب، عرصه‌های مساعد را به جنگلکاری اختصاص دهند. بر اساس تعریف، جنگلکاری عبارت است از ایجاد یک توده مصنوعی روی خاک‌های غیرجنگلی (Afforestation). در مناطق جنگلی در حقیقت جنگلکاری صورت نمی‌گیرد بلکه فقط یک حالت نهالکاری است (Reforestation) ولی در اصطلاح عمومی به هر روشی که منجر به ایجاد توده مصنوعی شود جنگلکاری می‌گویند (Marvie, 2006). پرورش جنگل که عملیات تنک کردن جزئی از آن است در حقیقت مهم‌ترین قسمت فعالیت‌های جنگل‌شناسی کاربردی محسوب می‌شود و کلیه مسائل مربوط به تربیت و اصلاح توده‌های جنگلی را شامل می‌شود. با اجرای عملیات پرورشی، پایداری درختان در برابر آسیب‌های طبیعی افزایش می‌یابد و با ایجاد شرایط مناسب برای درختان باقی‌مانده رشد قطری و در نتیجه تولید چوب آنها افزایش می‌یابد (Kialashaki and Asadpour, 2010)؛ اما انجام عملیات پرورشی در جنگلکاری‌ها در مراحل اولیه آن دارای هزینه‌های زیادی است ولی هر چه به مراحل نهایی نزدیک‌تر می‌شویم شاهد محصولاتی خواهیم بود که قابلیت عرضه به بازار مصرف را داشته باشد. با توجه به قیمت پایین این محصولات و بالا بودن هزینه بهره‌برداری، برآورد مقدار سود و یا زیان عملیات تنک کردن الزامی است. تعیین سود و زیان عملیات تنک کردن پس از پایان مراحل قطع و تبدیل، خروج (به-صورت سنتی و با قاطر) و حمل مشخص می‌شود که در این پژوهش تنها قسمت قطع و تبدیل مورد بررسی قرار گرفته است. قطع و تبدیل درختان با ااره موتوری

ارتفاعات پایین‌بند شروع می‌شود و تا میان‌بند ادامه پیدا می‌کند. جنگل‌های ناحیه طرح از نظر موقعیت جغرافیایی بین عرض $36^{\circ} 44'$ تا $36^{\circ} 50'$ و طول جغرافیایی $50^{\circ} 42'$ تا $50^{\circ} 46'$ واقع شده است. کمترین ارتفاع از سطح دریا 70 متر در قطعه 626 و حداکثر آن 1300 متر در قطعه 601 است. جنگلکاری عرصه‌های مورد بررسی در سال 1363 انجام شده است. موقعیت منطقه مورد بررسی در شکل 1 نشان داده شده است.

پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است، تولید و هزینه قطع و تبدیل با ااره موتوری در اولین تنک کردن است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

منطقه جنگلکاری مورد بررسی جزء جنگل‌های سری شش تنگار، شهرستان تنکابن استان مازندران است که در دامنه شمالی رشته‌کوه‌های البرز، ناحیه شمال غربی با جهت عمومی شمالی در حوضه 32 تیرم‌رود از



شکل 1- موقعیت منطقه مورد بررسی

Figure 1. Location of the study area

بیشتر پژوهش‌ها برای تعیین مقدار تولید و هزینه ساعتی از فن زمان‌سنجی استفاده می‌شود (Nikooy, 2007). زمان‌سنجی یکی از متداول‌ترین روش‌ها برای پژوهش‌های کار است و از آن برای تعیین مقدار تولید، بررسی عوامل مؤثر بر تولید و همچنین برای بهبود بازده کار از طریق حذف کردن زمان غیرضروری استفاده می‌شود. بعد از مشخص کردن اجزای هر یک از بخش‌های قطع و تبدیل، مؤلفه‌های تأثیرگذار بر مدت‌زمان هر یک از این اجزای عملیات با استفاده از رگرسیون خطی چند متغیره به روش گام‌به‌گام تعیین شد. تعداد 132 نمونه درختان قطع و تبدیل شده از چهار گونه جنگلکاری شده شامل

روش پژوهش

طبق نظر Sobhani و همکاران (2007)، اجزای یک نوبت برای قطع و تبدیل یک درخت به شرح زیر است 1- زمان لازم برای حرکت از یک درخت به درخت دیگر، 2- زمان تصمیم‌گیری (تعیین جهت افت)، 3- زمان بن‌زنی، 4- زمان بن‌بری، 5- زمان شاخه‌زنی، 6- زمان تبدیل و 7- زمان سوخت‌گیری.

پس از مراحل بالا درخت قطع شده برای خروج از جنگل آماده می‌شود. همچنین زمان تأخیرهای صورت گرفته در هر بخش که خود به سه دسته فنی، اجرایی و شخصی تقسیم می‌شود نیز در نظر گرفته شده است. در

پس از محاسبه قیمت ااره موتوری، هزینه ثابت کل که حاصل جمع بهره سالیانه، استهلاک و مالیات و بیمه است محاسبه شد، سپس با تقسیم کردن آن بر PMH (حاصل ضرب روزهای مفید کار در 6 ساعت کار مفید روزانه) مقدار هزینه ثابت برای یک ساعت کار به دست آمد. هزینه‌های متغیر کل از جمع هزینه‌های ساعتی سوخت، تعمیر و نگهداری و زنجیر به دست آمد. جمع کل هزینه‌ها نیز شامل جمع هزینه‌های ثابت و متغیر کل به اضافه هزینه کارگری است (Naghdi, 2005). در جدول 1 مقدار هزینه‌ها بر اساس قیمت آنها در سال 1392 نشان داده شده است.

گونه‌های افرا، توسکا، صنوبر و زرین به صورت تصادفی انتخاب و زمان سنجی شد. برای ثبت داده‌ها با استفاده از دوربین دیجیتال تمام اجزای مراحل قطع و تبدیل ضبط شده و هم‌زمان حجم مقدار چوب تولید شده با اندازه‌گیری طول و قطر بینه‌ها محاسبه شد. سپس با بررسی رکوردها مقدار زمان سپری شده در هر یک از اجزای ذکر شده تعیین شد. در نهایت با اطلاع از مقدار حجم چوب تولید شده (قطع و تبدیل شده) و میزان زمان صرف شده برای هر نوبت، تولید ساعتی محاسبه شد. محاسبه هزینه ساعتی

جدول 1- جزییات محاسبه هزینه‌ها

Table 1. Details of cost analysis

هزینه Cost	عامل هزینه Cost factor	هزینه Cost	عامل هزینه Cost factor
19213.33	جمع کل هزینه‌های ثابت، ریال بر ساعت TFC, Rial/Hour	50000000	قیمت خرید ااره موتوری، ریال Chain saw purchase price, Rial
6000	هزینه ساعتی تعمیر و نگهداری، ریال repair hourly cost, Rial	5000000	ارزش اسقاطی ااره موتوری، ریال Chain saw salvage value, Rial
5000	هزینه ساعتی زنجیر، ریال Chain hourly cost, Rial	5	عمر اقتصادی ااره موتوری، سال Chain saw economic life years
32000	هزینه ساعتی سوخت (روغن و بنزین)، ریال Lubricant and fuel hourly cost, Rial	6720000	بهره سالیانه، ریال Annual interest, Rial
43000	جمع هزینه‌های متغیر، ریال بر ساعت TVC, Rial/Hour	21	نرخ سود، درصد Interest rate, %
113125	جمع هزینه‌های کارگری، ریال بر ساعت Total Labor cost, Rial/Hour	9000000	استهلاک، ریال Depreciation, Rial
175338.33	جمع کل هزینه‌ها، ریال بر ساعت TC, Rial/Hour,	1572000	مالیات و بیمه، ریال Taxes and Insurance, Rial
900	PMH	17292000	کل هزینه‌های ثابت، ریال TFC, Rial

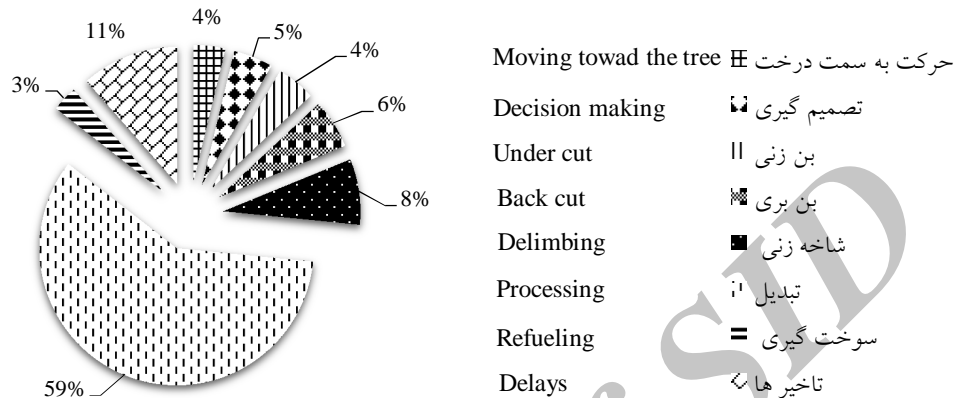
59 درصد بیشترین درصد زمانی را به‌طور میانگین شامل می‌شود. بعد از آن، تأخیرها که شامل جمع تأخیرهای فنی، اجرایی و شخصی است با 11 درصد دارای میانگین درصد بیشتری نسبت به دیگر فازها است. همچنین فازهای شاخه زنی، بن‌بری، تصمیم‌گیری و

نتایج

توزیع زمان صرف شده برای قطع و تبدیل میانگین زمان‌های صرف شده برای قطع و تبدیل در شکل 2 نشان داده شده است. بر اساس شکل، تبدیل با

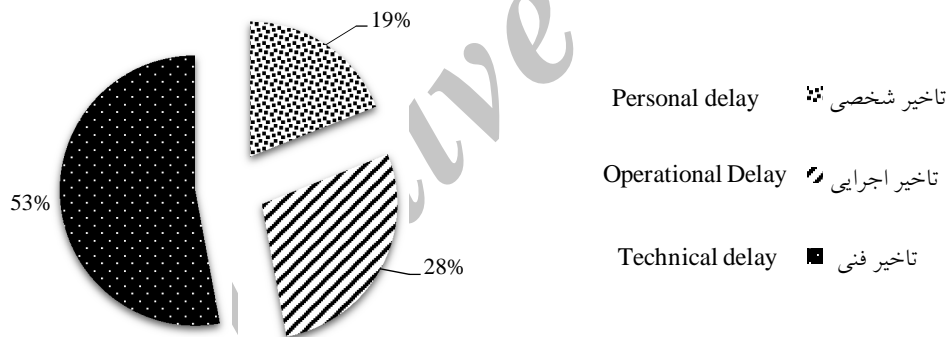
بن زنی به ترتیب هشت، شش، پنج و چهار درصد از کل زمان قطع و تبدیل را به خود اختصاص می دهند. سوخت گیری با 3 درصد، کمترین درصد را در قطع و تبدیل دارد.

در شکل 3 درصد توزیع زمانی هریک از تأخیرهای اجرایی، فنی و شخصی نشان داده شده است. تأخیر فنی با 53 درصد بیشترین سهم را دارد و تأخیرهای اجرایی و شخصی به ترتیب 28 و 19 درصد را شامل می شوند.



شکل 2- میانگین درصد زمانی اجزای قطع و تبدیل

Figure 2. The average time consumption of cutting and processing



شکل 3- درصد تأخیرهای شخصی، اجرایی و فنی

Figure 3. The percentage of personal, operational and technical delays

در جدول 4 متوسط حجم درختان قطع شده، زمان خالص و ناخالص قطع و تولید ساعتی خالص و ناخالص به تفکیک گونه نشان داده شده است. تولید ساعتی صنوبر با 4/67 مترمکعب در ساعت بیشترین تولید ساعتی در بین گونه های مورد بررسی بوده است.

در جدول 2 توصیف آماری مؤلفه های مختلف قطع و تبدیل و در جدول 3 فاصله، زمان و تولید خالص و ناخالص نشان داده شده است. بر اساس نتایج به طور میانگین تعداد درخت قطع شده 6/98 اصله در ساعت است. دیگر مشخصات در جدول 2 و 3 نشان داده شده است.

جدول 2- میانگین، کمترین، بیشترین و انحراف معیار فازهای مختلف قطع و تبدیل

Table 2. The average, minimum, maximum and standard deviation of various elements of cutting and processing

تعداد Number	انحراف از معیار Std. dev.	بیشترین Max	کمترین Min	میانگین Mean	
132	17.36	95	2	22.65	حرکت به سمت درخت (ثانیه) Moving toward the tree (s)
132	12.17	71	8	28.07	تصمیم‌گیری (ثانیه) Decision making (s)
132	19.69	111	9	27.65	بن‌زنی (ثانیه) Under cut (s)
132	19.44	109	6	34.86	بن‌بری (ثانیه) Back cut (s)
132	22.85	124	12	46.57	شاخه زنی (ثانیه) Delimiting (s)
132	208.84	1050	58	354.54	تبدیل (ثانیه) Processing (s)
132	0	18	18	18	سوخت‌گیری (ثانیه) Refueling (s)
132	117.1	514	0	69.11	تأخیرها (ثانیه) Delays(s)

جدول 3- میانگین، کمترین، بیشترین و انحراف معیار زمان خالص و تولید ساعتی قطع و تبدیل

Table 3. The average, minimum, maximum and standard division of pure time and hourly production of felling and processing

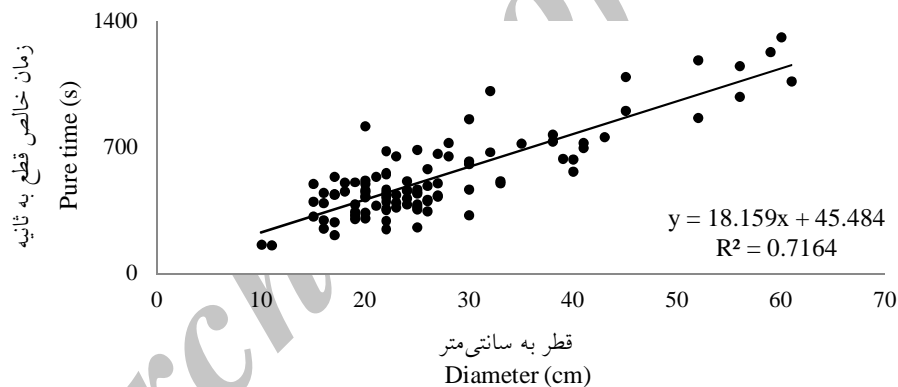
تعداد Number	انحراف از معیار Std. dev.	بیشترین Max	کمترین Min	میانگین Mean	
132	10.95	61	10	26.81	قطر (سانتی‌متر) Diameter (cm)
132	11.38	48	0.6	12.58	فاصله (متر) Distance (m)
132	235	1311	157	532.34	زمان خالص (ثانیه) Pure time(s)
132	238.93	1311	160	601.45	زمان ناخالص (ثانیه) Gross time(s)
132	0.53	2.46	0.02	0.5	حجم (مترمکعب) Volume (m ³)
132	1.76	9.5	0.34	2.8	تولید ساعتی خالص (مترمکعب در ساعت) Productivity(m ³ . hours)
132	1.79	9.5	0.2	2.57	تولید ساعتی ناخالص (مترمکعب در ساعت) Gross Productivity(m ³ . hours)
132	2.99	22.5	2.74	6.98	تعداد درخت قطع شده در ساعت Number of cut trees per hour

جدول 4- حجم، زمان قطع و تبدیل و تولید ساعتی بر اساس گونه

Table 4. Volume, time consumption of cutting and processing and productivity based on species

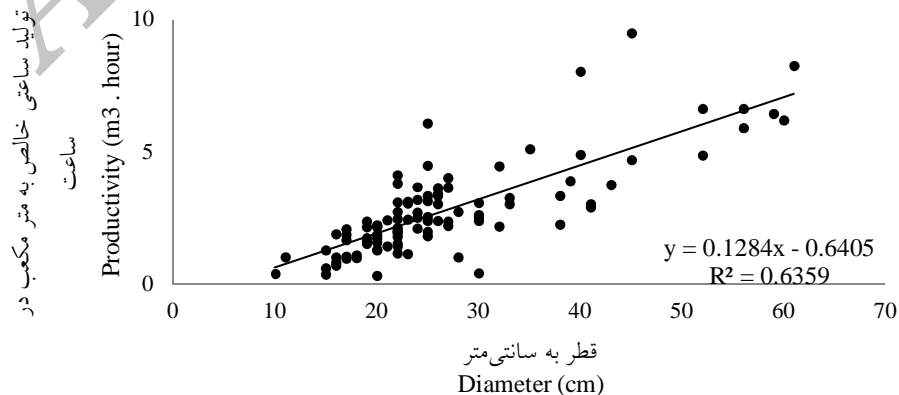
تولید ساعتی	تولید ساعتی خالص	زمان ناخالص	زمان خالص	حجم	گونه
ناخالص (مترمکعب در ساعت)	(مترمکعب در ساعت)	(ثانیه)	(ثانیه)	(مترمکعب)	Species
Gross Productivity (m ³ . hour)	Net productivity (m ³ . hour)	Gross time (s)	Pure time (s)	Volume (m ³)	
4.41	4.67	817.88	746.68	1.08	صنوبر <i>Populus. spp</i>
2.05	2.23	545.45	484.32	0.3	زربین <i>Cupressus sempervirens</i>
2.08	2.52	579.28	500	0.30	توسکا <i>Alnus subcordata</i>
1.61	1.99	452.5	342.75	0.19	افرا <i>Acer velutinum</i>

رابطه قطر با زمان خالص قطع و تبدیل و تولید ساعتی خالص به ترتیب در شکل های 4 و 5 نشان داده شده است که بر این اساس با افزایش قطر اندازه زمان خالص و تولید ساعتی افزایش می یابد.



شکل 4- رابطه قطر با زمان خالص قطع و تبدیل

Figure 4. The relationship between diameter with pure time of cutting and processing



شکل 5- رابطه قطر با تولید ساعتی قطع و تبدیل

Figure 5. The relationship between diameter with hourly production of cutting and processing

بر اساس نتایج، این مرحله مدت زمان بیشتری را نسبت به دیگر مراحل به خود اختصاص داده است. مدل رگرسیونی تبدیل به صورت زیر است:

$$t_6 = -81.021 + 16.283 X_{dim} \quad (4)$$

t_6 زمان تبدیل (ثانیه) و X_{dim} قطر درخت (سانتی-متر) $\{X_{dim} \geq 4/97\}$ است.

7) سوخت گیری (t_7)

میانگین زمان لازم برای سوخت گیری 18/04 ثانیه است.

8) تأخیرها (t_8)

شامل زمان‌هایی است که هدر می‌رود. تأخیرها به سه قسمت فنی، شخصی و اجرایی تقسیم می‌شوند. میانگین زمان صرف شده برای تأخیرها در قطع و تبدیل 69/11 ثانیه است.

- زمان خالص (t_i)

مجموع زمان‌های صرف شده برای تمام فازهای قطع و تبدیل و بدون احتساب تأخیرها که تابعی از قطر و حجم درخت است و مدل آن به صورت زیر است.

$$t_t = 148.6X_v + 11.29X_{dim} + 157.66 \quad (5)$$

t_t زمان خالص کل (ثانیه)، X_{dim} قطر درخت (سانتی متر) و X_v حجم (m^3) هستند.

- زمان کل (t_{tot})

مجموع زمان‌های صرف شده برای تمام فازهای قطع و تبدیل و با احتساب تأخیرها.

$$t_{tot} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 \quad (6)$$

در این رابطه، t_{tot} زمان کل، t_1 زمان حرکت به سمت درخت، t_2 زمان تصمیم گیری، t_3 زمان بن‌زنی، t_4 زمان بن‌بری، t_5 زمان شاخه زنی، t_6 زمان تبدیل، t_7 زمان سوخت‌گیری و t_8 زمان تأخیرها هستند.

- تولید ساعتی

مدل به‌دست آمده برای تولید ساعتی بدون توجه به نوع گونه‌ها به صورت زیر است.

معادله رگرسیون خطی زمان صرف شده در هریک از فازهای قطع و تبدیل

معادله رگرسیون خطی به تفکیک فازهای مختلف به صورت زیر است. در فازهایی که رابطه معنی‌داری شکل نگرفت، میانگین زمان صرف شده در آن فاز آورده شده است.

1) حرکت به سمت درخت (t_1)

این زمان با توجه به فاصله دو درخت، شیب منطقه، وضعیت جنگل می‌تواند متفاوت باشد. رابطه رگرسیونی به‌دست آمده برای این فاز به صورت زیر است.

$$t_1 = 5.826 + 1.33 X_d \quad (1)$$

t_1 زمان حرکت به سمت درخت (ثانیه) و X_d فاصله طی شده در حرکت به سمت درخت (متر) است.

2) زمان تصمیم‌گیری (t_2)

میانگین زمان تصمیم‌گیری برای قطع درخت 28/07 ثانیه است.

3) بن‌زنی (t_3)

زمان بن‌زنی تابعی از قطر درخت است و معادله رگرسیون خطی آن به صورت زیر است.

$$t_3 = -6.212 + 1.247 X_{dim} \quad (2)$$

t_3 زمان بن‌زنی (ثانیه) و X_{dim} قطر درخت (سانتی-متر) $\{X_{dim} \geq 5\}$ است.

4) بن‌بری (t_4)

زمان بن‌بری نیز به قطر درخت وابسته است و مدل به‌دست آمده به صورت زیر است.

$$t_4 = 16.181 + 0.675 X_{dim} \quad (3)$$

t_4 زمان بن‌بری (ثانیه) و X_{dim} قطر درخت (سانتی-متر) است.

5) شاخه زنی (t_5)

این زمان نیز بسته به نوع درخت و قطر آن می‌تواند متغیر باشد. میانگین زمان شاخه زنی 46/57 ثانیه است.

6) تبدیل (t_6)

رابطه (7) $P_T = 0.4 + 2.39 X_v + 0.4 X_n$
 P_T تولید ساعتی خالص (مترمکعب در ساعت)،
 X_v، تعداد بینه و X_n، حجم (مترمکعب) است.
 جزئیات آماری مدل‌های رگرسیونی داده شده است.

جدول 4- مشخصات آماری مدل‌های جزئی رگرسیونی

Table 4. Statistical characteristics of the partial time consumption models

T-test		اشتباه معیار Estimated std. error	متغیرها Term	تعداد N	F-test		R2	متغیر وابسته Dependent variable	مدل Model
P	t-value				P	F-value			
< 0.001	4.7	1.24	ثابت Constant	132	< 0.001	337.01	0.77	t ₁	حرکت به سمت درخت Moving toward the tree
< 0.001	18.36	0.07	فاصله Distance						
0.6	-1.87	3.32	ثابت Constant	132	< 0.001	125.57	0.57	t ₃	بن‌زنی Under cut
< 0.001	11.21	0.11	فاصله Distance						
< 0.001	3.63	4.46	ثابت Constant	132	< 0.001	20.42	0.17	t ₄	بن‌بری Back cut
< 0.001	4.51	0.15	فاصله Distance						
0.006	-2.84	28.56	ثابت Constant	132	< 0.001	589.55	0.74	t ₆	تبدیل Processing
< 0.001	17.02	0.957	فاصله Distance						

هزینه واحد تولید

جدول 6 میانگین، کمترین و بیشترین هزینه به ریال برای تولید یک مترمکعب چوب را به تفکیک گونه نشان می‌دهد. میانگین هزینه یک مترمکعب چوب قطع و تبدیل شده در یک ساعت 61522/2 ریال در کل محاسبه شد. جنس صنوبر مقدار هزینه ساعتی پایین‌تری را نسبت به دیگر گونه‌ها دارد.

بحث

عوامل زیادی بر روی تولید و کارایی عملیات قطع و تبدیل درختان اثر می‌گذارند. در این پژوهش متغیرهایی

که بیشترین اثرگذاری را بر روی زمان قطع درخت دارند، عبارت‌اند از: قطر برابرسینه درختان، حجم و فاصله بین درختان و نوع گونه که با نتایج بررسی‌های انجام شده توسط Sobhani و همکاران (2007); (2007)؛ Wang؛ Sessions (2007)؛ Nikooy و همکاران (2004)؛ Li و همکاران (2006) و Lortz و همکاران (1997) مشابه است؛ که متغیرهای تأثیرگذار بر روی زمان قطع یک درخت را به ترتیب، قطر برابرسینه، فاصله بین درختان، شدت برداشت و نوع گونه اعلام کرده‌اند.

جدول 5- مشخصات آماری مدل‌های رگرسیونی زمان‌سنجی جزئی و کلی و تولید ساعتی

Table 5. Statistical characteristics of the partial and overall time consumption and productivity models

T-test		اشتباه معیار Estimated std. error	متغیرها Term	تعداد N	F-test		R2	متغیر وابسته Dependent variable	مدل Model
P	t-value				P	F-value			
< 0.001	6.24	103.9	ثابت Constant						
< 0.001	8.5	44.36	فاصله Distance	132	< 0.001	37.16	0.8	t _a	زمان خالص Pure time
0.02	-2.56	23.9	تعداد بینه Number						
0.87	0.17	0.23	ثابت Constant						
< 0.001	16.99	0.14	فاصله Distance	132	< 0.001	304.67	0.86	P _T	تولید ساعتی Hourly production
< 0.001	6.63	0.06	تعداد بینه Number						

جدول 6- میانگین، کمترین و بیشترین هزینه (ریال بر مترمکعب) تولید به ازای یک مترمکعب چوب قطع و تبدیل شده

Table 6. The average, minimum and maximum of unit costs (Riyal/m³) of cutting and processing

بیشترین (ریال در ساعت) Max (Rial. Hour)	کمترین (ریال در ساعت) Min (Riyal/Hour)	میانگین (ریال در ساعت) Mean (Riyal/Hour)	
515701.0	18437.3	61522.2	کل Total
449585.5	18437.3	37545.7	صنوبر <i>Populus. spp</i>
515701.0	21227.4	78627.05	زرین <i>Cupressus sempervirens</i>
170231.6	43400.6	69578.7	توسکا <i>Alnus subcordata</i>
427654.7	38791.6	88109.7	افرا <i>Acer velutinum Boiss</i>

با نتایج تحقیقات (Wang et al., Li et al., 2006)؛ (Lortz et al., 1997؛ 2004) یکسان است. اره‌موتورچی باید فواصلی را برای یافتن درختان طی نماید که این فاصله‌ها با توجه به شدت نشانه‌گذاری و شیوه جنگل‌شناسی و فاصله بین درختان متغیر بوده و افزایش فاصله سبب افزایش مدت‌زمان حرکت به سمت درخت می‌شود که در نهایت مدت‌زمان قطع و تبدیل درخت افزایش می‌یابد که با نتیجه به‌دست‌آمده توسط

پردازش هر جزء از قطع درخت نسبت به متغیر مستقل قطر برابر سینه درخت نشان داد که مراحل بن‌زنی و بن‌بری بیشترین مقدار تغییرات را با افزایش قطر برابر سینه درخت دارند و نتایج پژوهش Lortz و همکاران (1997) مؤید این مطلب است. بررسی مقدار تولید ساعتی (مترمکعب در ساعت) قطع و تبدیل با اره موتورچی نشان می‌دهد که با افزایش قطر (در نتیجه آن افزایش حجم)، مقدار تولید خالص افزایش می‌یابد که

ساعت و تولید ساعتی ناخالص که مدت زمان محاسبه شده برای تولید ساعتی به علاوه زمان های تأخیر است برابر $2/57$ مترمکعب در ساعت به دست آمده است. (Nikooy (2007، در پژوهشی تولید ساعتی را برای فاز قطع در دو روش قطع هدایت شده و قطع متداول محاسبه کرد و میزان تولید در قطع هدایت شده (حجم درختان قطع شده در یک ساعت کار) $66/77$ مترمکعب و در قطع متداول $55/4$ مترمکعب بود در حالی که با احتساب زمان های تأخیر این مقدار در هر دو نوع قطع به $53/16$ و $49/04$ مترمکعب کاهش یافت، اما دلیل این اختلاف این است که در این تحقیق تولید ساعتی در عملیات تنک کردن مورد بررسی قرار گرفته و همواره مقدار تولید در عملیات تنک کردن کمتر از تولید در مرحله نهایی بهره برداری است.

بر اساس نتایج، با افزایش قطر تولید ساعتی افزایش می یابد. با توجه به ثابت بودن مقدار هزینه برای یک ساعت کار در قطع و تبدیل می توان به این نتیجه رسید که با افزایش قطر مقدار هزینه کاهش می یابد. Nikooy و همکاران (2009) در پژوهشی اعلام کردند بررسی اثر تغییرات هر یک از متغیرها روی زمان انجام کار و در نتیجه تغییرات هزینه قطع نشان می دهد که با افزایش قطر درختان، هزینه های قطع یک مترمکعب چوب کاهش و با افزایش شیب طولی و فاصله بین درختان هزینه قطع یک مترمکعب چوب افزایش می یابد که با نتایج به دست آمده در این تحقیق در مورد اثر افزایش قطر بر کاهش هزینه ها مطابقت دارد.

می توان نتیجه گیری کرد که صرف نظر از کیفیت و ارزش چوب های مختلف جنگلکاری شده و با توجه به قانون حجم تکه، هزینه بهره برداری با گونه تندرشد مانند صنوبر پایین تر بوده و اقتصادی تر است.

(Jourgholami et al., 2011) مطابقت دارد. نقش اساسی عملیات بینه بری، فراهم کردن محصولاتی با بیشترین ارزش از تنه درختان قطع شده است (Pearcen Dykstra and Sessions, 1988 and Stenzel, 1972 Curran, 2006; Sessions, 2007). در این تحقیق بینه بری با توجه به توانایی حمل حیوان صورت گرفته است.

تعداد درخت قطع شده در ساعت بین چهار گونه مورد بررسی متفاوت است. گونه صنوبر به طور میانگین با $5/55$ درخت قطع شده در ساعت ($10/81$ دقیقه برای هر درخت) کمترین تعداد قطع در ساعت در بین چهار گونه را دارا است که از دلایل آن می توان به قطورتر بودن پایه ها اشاره کرد. گونه زربین با میانگین $7/25$ درخت قطع شده در ساعت بعد از صنوبر کمترین مقدار قطع را دارد و دلیل آن می تواند وجود تعداد زیادی شاخه های ریز باشد که سبب افزایش زمان سرشاخه زنی می شود. بیشترین مقدار قطع نیز به طور میانگین با $12/24$ درخت در ساعت در گونه افرا اتفاق افتاده است که کم قطر بودن و شاخه کمتر نسبت به دیگر گونه ها می تواند دلیل این اختلاف باشد.

همچنین میانگین تعداد درخت قطع شده در این بررسی $6/97$ درخت در ساعت است که با پژوهش انجام شده توسط Sobhani و همکاران (2007) که تعداد هفت درخت را محاسبه کردند، مشابه است. در این بررسی همچنین نشان داده شد که قطر برابر سینه مهم ترین عامل تأثیرگذار بر روی قطع درخت است.

(Nikooy (2007 نیز با مقایسه دو روش قطع هدایت شده و قطع معمول درختان مدت زمان لازم برای قطع یک درخت را در دو روش به ترتیب $5/64$ دقیقه و $6/19$ دقیقه به دست آورد.

تولید ساعتی که بیانگر مقدار حجم تولید شده در یک ساعت کار قطع و تبدیل است $2/8$ مترمکعب در

References

- Dykstra, P.R. & M.P. Curran, 2006. Tree Growth on Rehabilitated Skid Roads in Southeast British Columbia, *Forest Ecology and Management*, 133(1):145-156.
- Jourgholami, M., M. Etehadi Abri & J. Fathi, 2011. Productivity, production rate and cost of tree felling, delimiting, and backing using chainsaw in Kheyroud Forest, *Research Journal of Forest Science and Engineering*, 1(2). 55-68. (In Persian)
- Kialashaki, A. & D. Asadpour Atoei, 2010. Study on effects of trending operation in managed and witness stand (case study parcels 2 and 13 Brenjestanak), *Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources*, 6(1):75-87 (In Persian)
- Li, Y., J. Wang, G. Miller & J. Mcneel, 2006. Production economics of harvesting small diameter hardwood stands in central Appalachia, *Forest Product Journal*, 56(3):81-86.
- Lortz, D., R. Kluender, W. McCoy, B. Stokes & J. Klepac, 1997. Manual felling time and productivity in southern forests, *Forest Product Journal*, 47(10):59-63.
- Marvie Mohadjer, M.R., 2006. Silviculture, University of Tehran Press, Tehran, 204 p (In Persian)
- Naghdi, R., 2004. Study on productivity and cost of Timber jack 405-c skidder in Shafaroud Forests, *Iranian Natural resources Journals*, 4(57):675-686. (In Persian)
- Naghdi, R., 2005. Investigation and comparison of two harvesting systems: tree length and cut-to-length method in order net-work planning in Neka, Iran. Ph.D. thesis. Tarbiat Modares University. Nur, Iran, 92 p. (in Persian)
- Nikooy, M., 2007. Production optimization and reduction impact on forest by preparing harvest planning in Nav, Iran. PhD thesis. University of Tehran. Karaj, Iran, 165 p. (In Persian)
- Nikooy, M., H. Sobhani, B. Majnonian, M.R. Marvi Mohajer & J. Feghhi, 2009. Study of Cost Production of Felling using Chainsaw in Asalem Forest-Guilan, *Iranian Natural resources Journals*, 60(4):1357-1371. (In Persian)
- Pearce, J.k. & G. Stenzel, 1972. Logging and Pulpwood Production, the Ronald Press, New York, 453 p.
- Sessions, J., 1988. Making better tree-brucking decisions in the woods, *Journal of Forestry*, (10):43-45.
- Sessions, J., 2007. Harvesting Operations in the Tropics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 165 p.
- Sobhani. H., M.R. Ghaffarian & M.J. Khakzade Rostami, 2007. Study of the Production and Cost of the felling in Patom Section at Kheyroudkenar Forest, *Education and Research station Iranian Natural resources Journals*, 2(60):492-485. (In Persian)
- Wang, J., C. Long, J. McNeel & J. Baumgras, 2004. Productivity and cost of manual felling and cable skidding in central Appalachain hardwood forests, *Forest Product Journal*, 54(12):45-51.

Study on production, felling and processing costs of first thinning operation in a reforested stand (case study: Tyrum road, Tonekabon city)

P. Hamed Ghazi¹, S. R. Mousavi Mirkala^{2*} and A. Samadi³

1- M.Sc. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I.R. Iran.

2- Assistant professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I.R. Iran.

3- Ph.D. student of Forestry, Faculty of Natural Resources, Azad University of Lahijan, Lahijan, I.R. Iran.

Received: 29.01.2015

Accepted: 09.09.2016

Abstract

In this research, the production rate and cost of felling and processing in the first thinning of Tyrum road forest located in northern Iran has been studied in 2013. The study area was reforested by species such as *Populus spp.*, *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*, *Alnus subcordata*, *Acer velutinum* in 1984. Overall, 132 cycles of felling and processing were recorded. Time study technique was used for calculating hourly production. After defining work phase elements, the influencing variable on each element was determined using stepwise multivariate regression. The results showed that the time consumption of felling and processing was as a function of influencing variables such as diameter, volume, and tree's distance. The average production rate for all species was 2.8 m³ per hour. The average unit production cost obtained 61522 Rials per m³. Overall, unit cost of felling and processing operation mostly depends on the tree size and tree branching size and structure. As a general rule, as tree size increases, the unit cost decreases, therefore *Populus* spp was more economical than other above mentioned species.

Keywords: Hourly production, forest plantation, time study, thinning operation, cutting and processing

* Corresponding author:

Email: rostammosavi@yahoo.com