

ارزیابی تراکم مسیرهای چوب‌کشی و جاده‌های جنگلی در جنگل‌های نکا- ظالم‌رود

سیدرضا مصطفی‌نژاد*

مری پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

* رایانامه نویسنده مسئول: M.seyedreza@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۳

چکیده

برای ارزیابی تأثیر تراکم طولی و شبکه‌بندی جاده و مسیر چوب‌کشی در افزایش راندمان خروج چوب، دو پارسل ۳۳ سری سه بخش پنج و پارسل ۱۸۹ سری پنج بخش یک طرح نکا- ظالم رود مورد مطالعه قرار گرفت. پارسل ۳۳ دارای تراکم طولی جاده بیشتر و تراکم مسیر چوب‌کشی کمتر و در مقابل، پارسل ۱۸۹ دارای تراکم طولی جاده کمتر و تراکم مسیر چوب‌کشی بیشتر بوده است. زمان-سنجی عملیات خروج چوب از محل قطع تا دپوی کنار جاده و بالعکس برای هر یک از اجزای خروج چوب انجام شد. تمام داده‌ها به‌صورت جداگانه در پنج کلاسه فاصله چوب‌کشی دسته‌بندی و به‌صورت دو به دو با استفاده از آزمون t با هم مقایسه گردید. نتایج نشان داد که در هر کلاسه فاصله چوب‌کشی و بین کلاسه‌های مختلف فاصله برای زمان چوب‌کشی در سطح احتمال ۹۹ درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشته است. هم‌چنین در خصوص حجم چوب خارج شده نیز بین تیمارها تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد دیده شده است. دو پارسل از نظر زمان چوب‌کشی و حجم چوب خارج شده در سطح احتمال ۹۵ درصد با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. در پارسل ۱۸۹ در مقایسه با پارسل ۳۳ در نصف مدت زمان چوب‌کشی بیش از دو برابر حجم چوب خارج شد. نتیجه این که پایین بودن مقدار تراکم طولی جاده و بالا بودن تراکم طولی مسیر چوب‌کشی در پارسل نتیجه مطلوب‌تری به دنبال خواهد داشت. در واقع تراکم طولی مسیرهای چوب‌کشی از تراکم طولی جاده‌ها اهمیت بیشتری دارد.

واژه‌های کلیدی: تراکم طولی جاده، زمان، حجم، مسیر چوب‌کشی.

مقدمه

امری ضروری است.

نوع اسکیدر با توجه به مشخصات و عملکرد آن بر روی تراکم جاده جنگلی تأثیرگذار است، اسکیدر کلارک نسبت به تیمبرجک هزینه‌های چوب‌کشی و جاده‌سازی کمتر دارد طوری که تراکم مناسب طولی جاده برای این دستگاه کشنده ۸ متر در هکتار گزارش شد. از لحاظ فنی هر چه تراکم طولی جاده‌ها افزایش یابد، فاصله جاده‌ها از هم کم شده و به دنبال آن هزینه‌های حمل و نقل کاهش می‌یابد (Naghdi & Mohammadi, 2009; Limaiei, 2009).

جاده‌های جنگلی بر اساس شرایط فیزیکی، اقتصادی و شرایط زیست محیطی طراحی و احداث می‌گردند (Akay, 2006). روش‌های متفاوت زیادی در ارتباط با تعیین تراکم فاصله‌ای و به‌طور کلی شبکه بهینه جاده در مدل‌های متفاوت بهره‌برداری در جنگل‌های مختلف وجود دارد (Tan, 1999; Anderson & Nelson, 2004; Aruga, 2005; Coulter *et al.*, 2006; Ghffarian & Sobhani, 2008; Najafi *et al.*, 2008). بنابراین با متعادل نمودن هزینه حمل و نقل چوب و احداث جاده می‌توان شبکه جاده که تمام سطح جنگل را با حداقل طول پوشش دهد، طراحی کرد (اقتصادی و همکاران، ۱۳۸۲). به‌طور کلی برای مناطق مختلف

جاده‌های جنگلی، به‌منظور دسترسی به تمام سطح جنگل و به‌صورت شبکه از وضعیت بهینه‌ای از نظر تراکم در سطح و توزیع مناسب طراحی و اجرا می‌گردد (کاظمی، ۱۳۹۵). مسیرهای چوب‌کشی جهت خروج چوب از محوطه قطع و انتقال آن به کنار جاده‌های جنگلی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در عملیات چوب‌کشی تراکم طولی و فاصله‌ای مسیرهای چوب‌کشی (مسافت وینچینگ) و درصد شبکه‌بندی دارای اهمیت زیادی دارند. توزیع و تراکم نامناسب مسیرهای چوب‌کشی بر روی هزینه‌های حمل و نقل چوب تأثیر مستقیم می‌گذارد. طراحی زیاد مسیرهای چوب‌کشی سبب تخریب طبیعت می‌شود. از طرفی طول کم و یا ناکافی مسیرهای چوب‌کشی، مشکلاتی مانند عدم امکان دسترسی به تمام تنه‌ها و بینه‌ها، افزایش وینچینگ، خروج اسکیدرها از مسیر چوب‌کشی را به همراه خواهد داشت. در نهایت طراحی کم و یا زیاد مسیرهای چوب‌کشی، سبب افزایش هزینه‌های حمل و نقل خواهد شد. بنابراین مدیریت و طراحی تراکم بهینه و ایجاد یک شبکه‌بندی اصولی و نظارت بر کار خروج چوب

استفاده از اسکیدرهای چرخ لاستیکی به یک شبکه متراکم از جاده‌های جنگلی و مسیرهای چوب‌کشی نیاز است (Naghdi & Bagheri, 2007).

تراکم فاصله‌ای بهینه یک فاکتور مهم در برنامه‌ریزی بهره‌برداری است که به کاهش هزینه کل برداشت و جاده‌سازی کمک می‌کند (Ghaffarian *et al.*, 2009). مطالعات انجام شده با مقدار تراکم طولی ۲۰ متر در هکتار و تراکم فاصله‌ای به صورت تئوری ۵۰۰ متر نشان می‌دهد که متوسط فاصله چوب‌کشی ۱۲۵ متر به دست می‌آید. ولی تراکم فاصله‌ای واقعی ۵۲۵/۹ متر در میانگین شیب ۴۰ درصد به دست خواهد آمد (Lotfalian *et al.*, 2011).

طبق مطالعات انجام شده، شبکه جاده‌ای در جنگل‌های شرکت نکاچوب به دلیل پائین بودن تراکم طولی و درصد شبکه‌بندی جاده‌های اصلی، فقدان شبکه فرعی (امینی، ۱۳۷۱)، هم‌چنین قرارگرفتن شبکه جاده در کلاسه وضعیت نامناسب (کمتر از ۶۵ درصد)، شبکه‌ای غیرقابل قبول است. با محاسبه هزینه‌های چوب‌کشی و جاده‌سازی به ازای هر مترمکعب و تلفیق این هزینه‌ها به ترتیب می‌توان تراکم مناسب شبکه جاده‌های جنگلی را برآورد کرد، به طوری که برای روش تمام

جنگلی شمال، دامنه تراکم طولی بهینه جاده از ۶ تا ۲۸ متر در هکتار به دست آمد (مصطفی‌نژاد، ۱۳۷۴؛ اقتصادی، ۱۳۸۷؛ Ghaffarian & Sobhani, 2008).

در گذشته طول مسیر چوب‌کشی، به اندازه برد اقتصادی کشیدن چوب طراحی می‌شد. این بدین معناست که تا هر فاصله‌ای که کشیدن و خروج چوب مقرون به صرفه باشد، این کار انجام گیرد. امروزه با گسترش ماشین‌آلات و پیشرفت اسکیدرهای تخصصی جنگل، برد اقتصادی این ماشین‌ها افزایش یافت و به دنبال آن مسیرهای چوب‌کشی بسیار طولانی، پرانشعاب و با تردد زیاد در جنگل طراحی می‌گردد که گاهی مشکلات زیست محیطی را به همراه دارد. از این رو لازم است شبکه جاده جنگلی با رعایت ملاحظات اقتصادی و زیست‌محیطی طراحی گردد (لطفعلیان و پارساخو، ۱۳۹۱).

آنچه بر تراکم در هکتار جاده‌های جنگلی تأثیر می‌گذارد، طول مسیر چوب‌کشی خواهد بود. طول مسیر چوب‌کشی متأثر از عواملی چون نوع ماشین، شیب دامنه، جنس خاک، موجودی در هکتار، ابعاد و ارزش مقطوعات و هزینه چوب‌کشی است (لطفعلیان و پارساخو، ۱۳۹۱). مثلاً برای

تنه ۹-۸/۵ متر در هکتار و برای روش گرده‌بینه ۱۰/۵-۱۰ متر در هکتار محاسبه گردید. هم‌چنین مدل مسیرهای چوب‌کشی با متوسط فاصله چوب‌کشی عملی به ترتیب ۶۹۰ متر و ۶۱۰ متر و فواصل مسیرها تا ۱۴۰ متر از یکدیگر محاسبه گردید (نقدی، ۱۳۸۳).

در اتریش برای جاده تراکم‌های طولی ۲۶-۲۰ و ۳۲ متر در هکتار و با توجه به شیب منطقه، فواصل چوب‌کشی ۶۰۰-۵۰۰، ۵۰۰-۴۰۰ و ۴۰۰-۳۰۰ متر را به ترتیب برای شیب‌های ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و بیش از ۶۰ درصد و اسکیدرهای چرخ لاستیکی را به‌عنوان مناسب‌ترین ماشین‌آلات بهره‌برداری و عرض ۵/۵-۵، ۴/۵-۵ و ۳-۴ متر را به ترتیب برای جاده‌های اصلی درجه یک، جاده‌های درجه دو جنگلی و مسیرهای اسکیدرو برای جنگل‌های با مساحت بیش از ۲۰۰۰ هکتار در نظر گرفته می‌شد (FAO, 1985).

در اروپای مرکزی با توجه به شرایط جنگل‌های منطقه جاده با تراکم ۲۵-۱۵ متر در هکتار با فواصل ۷۰۰-۳۰۰ متر را برای جنگل‌های کوهستانی با مساحت حداقل ۱۰۰۰ هکتار و با استفاده از سیستم ترکیبی (جاده و تله‌فریک) به منظور جلوگیری از تخریب، و

اسکیدرهای چرخ لاستیکی را به‌علت فشار کمی که به زمین وارد می‌آورند جهت بهره‌برداری انتخاب نموده‌اند (FAO, 1985). در گذشته اولین روش‌های ارزیابی فنی شبکه جاده جنگلی بر مبنای تراکم طولی و تراکم فاصله‌ای (فاصله بین جاده‌ها) بهینه و مطلوب انجام می‌گرفت (Matthews, 1942; Segebaden, 1964). چند سال پس از آن در ۱۹۶۸ روش ارزیابی دیگری ارائه شد که در آن علاوه بر تراکم طولی و تراکم فاصله‌ای، حداکثر مساحت زیر پوشش چوب‌کشی در ارزیابی فنی مورد توجه قرار گرفت (Backmund, 1968). در سال ۱۹۹۲ در روند ارزیابی شبکه جاده جنگلی، بحث افزودن هزینه‌های بالاسری به هزینه‌های چوب‌کشی مطرح شد (Thompson, 1992). البته از روش‌های ارزیابی اقتصادی نیز برای کاهش هزینه‌های ساخت جاده استفاده شد (عبدی و همکاران، ۱۳۸۷).

روش بک‌موند که بر اساس تعیین تئوریک فواصل دسترسی (چوب‌کشی در سیستم چوب-کشی زمینی) در جنگل عمل می‌کند، رایج‌ترین روش مورد استفاده در ایران است که برای انتخاب بهترین گزینه شبکه جاده جنگلی مورد استفاده قرار می‌گیرد (رأفت‌نیا، ۱۳۶۷؛ مجنونیان، ۱۳۸۴).

طول شرقی و "۳۷ ۹ ۵۳ تا "۳۹ ۱۷ ۵۳ عرض شمالی می‌باشد.

وضعیت کمی و کیفی جاده‌ها و مسیرهای

چوب‌کشی موجود در دو پارسل

مشخصات عمومی هر دو پارسل تقریباً مشابه

بودند (جدول ۱). تراکم جاده‌ها و مسیرهای

چوب‌کشی در دو پارسل در (جدول ۲) نشان داده

شده است. پارسل‌های ۳۳ و ۱۸۹ از لحاظ موقعیت

مکانی جاده به ترتیب در پایین دامنه و بالای یال و

در قسمت جنوب غربی دامنه احداث گردیدند.

عرض مسیرهای چوب‌کشی آن‌ها چهار متر،

متوسط شیب مسیرهای چوب‌کشی پارسل ۳۳ و

۱۸۹ بین ۲۰-۱۸ درصد بود.

این تحقیق با هدف بررسی و مقایسه تراکم

جاده و مسیر چوب‌کشی و تأثیر آن بر زمان

چوب‌کشی و حجم چوب خارج شده انجام شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرای طرح

این تحقیق در پارسل ۳۳ سری ۳ بخش پنج

و پارسل ۱۸۹ سری ۵ بخش ۱ طرح جنگلداری

نکا- ظالم‌رود که تحت مدیریت شرکت سهامی

نکاچوب قرار دارد انجام شد. پارسل ۱۸۹ با طول

شرقی و عرض شمالی به ترتیب ۱۸' ۵۳° تا ۲۷'

۵۳° طول شرقی و ۳۵' ۳۶° تا ۲۹' ۳۶° عرض

شمالی قرار دارد. پارسل ۳۳ با طول و عرض

جغرافیایی به ترتیب "۵۷ ۲۱ ۳۶ تا "۵۲ ۲۵ ۳۶

جدول ۱- مشخصات مناطق مورد مطالعه در طرح جنگلداری نکا ظالم‌رود

پارسل	مساحت (هکتار)	متوسط		متوسط سالیانه	
		ارتفاع از سطح دریا (متر)	شیب پارسل (درصد)	درجه حرارت (سانتی‌گراد)	بارندگی (میلی‌متر)
۳۳	۵۶/۴	۸۰۰	۴۵	۱۵/۵	۱۰۳۷
۱۸۹	۴۲/۱	۷۷۰	۵۰	۱۵/۸۲	۱۰۳۰

جدول ۲- مشخصات جاده‌های اصلی و مسیرهای چوب‌کشی در مناطق مورد مطالعه در مقایسه با معیار فائو

منطقه بررسی	متوسط شیب (درصد)	تراکم جاده		تراکم مسیرهای چوب‌کشی	
		طولی (متر در هکتار)	فاصله‌ای (متر)	طولی (متر در هکتار)	فاصله‌ای (متر)
معیار فائو	>۴۰	۷-۱۰	۱۱۷۶	۶۰-۸۰	۱۴۳
پارسل ۳۳	۴۵	۲۰/۲۰	۴۹۵	۲۹	۳۴۵
پارسل ۱۸۹	۵۰	۵/۲	۱۸۳۲	۸۵	۱۱۸

روش تحقیق

چوب می‌شد. برآورد حجم از فرمول هوبر ($V = g \times l$)

ابتدا جاده‌ها و مسیرهای چوب‌کشی موجود در منطقه مورد مطالعه برداشت و در طول مسیرهای خروج چوب به فواصل ۲۵ متر پیکه‌کوبی گردید. اندازه‌گیری، به صورت زمان‌سنجی پیوسته (ساربخانی، ۱۳۸۰) به طور صد در صد با دقت ثانیه برای تمام درختان قطع شده که توسط دو نفر اندازه‌گیر در محل دپو و منطقه قطع مستقر شده و سیکل زمانی هر مرحله از خروج چوب به وسیله اسکیدر تیمبرجک را در فرم مخصوص ثبت می‌کردند انجام شد. روش بهره‌برداری به صورت تمام‌تنه بود، به نحوی که تنه‌ها پس از وینچ کردن، توسط اسکیدر به سمت دپو حمل می‌گردید. زمان مصرف شده در هر مرحله (سیکل) خروج چوب شامل حاصل جمع زمان هر یک از اجزای خروج

چوب می‌شد. برآورد حجم از فرمول هوبر ($V = g \times l$) که در آن g_m سطح مقطع میانی تنه به مترمربع و l طول تنه (درخت افتاده) به متر، استفاده گردید (زبیری، ۱۳۷۳). برای کل دو پارسل تعداد ۹۴ نمونه برداشت شد و برای هر کلاسه فاصله چوب‌کشی حداقل ۵ نمونه تعیین گردید. داده‌های کل به صورت جداگانه در کلاسه‌های فاصله چوب‌کشی، کمتر از ۲۵۰ متر (۱)، ۲۵۰-۵۰۰ متر (۲)، ۵۰۰-۷۵۰ متر (۳)، ۷۵۰-۱۰۰۰ متر (۴) و بیش از ۱۰۰۰ متر (۵) تقسیم‌بندی و متوسط حجم چوب خارج شده و زمان چوب‌کشی در هر دو پارسل ثبت گردید (جدول ۳) و از طریق آزمون مقایسه میانگین‌ها (OneWay) با SPSS و نیز کل داده‌های دو پارسل از طریق آزمون t استیودنت (t مستقل) با هم مقایسه شدند.

نتایج

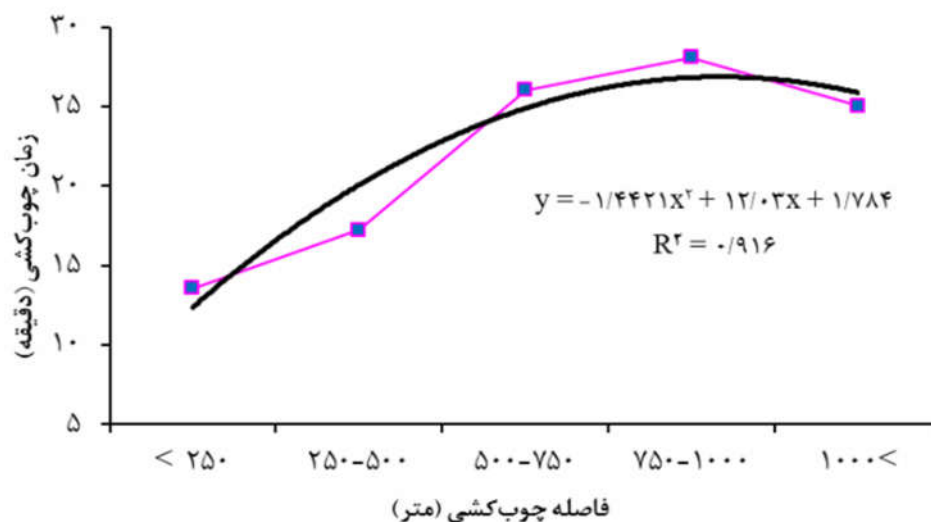
جدول ۳- نتایج حاصل از کشیدن چوب از منطقه قطع به محل دپو

ردیف	مشخصات اندازه‌گیری شده	پارسل ۳۳	پارسل ۱۸۹
۱	حداقل و حداکثر فاصله چوب‌کشی (متر)	۱۵۰ و ۱۲۶۰	۱۳۰ و ۱۰۹۰
۲	حداقل و حداکثر زمان چوب‌کشی (ثانیه/دقیقه)	۹/۱۲ و ۴۸/۴۵	۵/۳۱ و ۲۵/۲۸
۳	حداقل و حداکثر حجم چوب خارج شده (متر مکعب)	۱/۴۷ و ۶/۹۲	۰/۹۲ و ۸/۸۰
۴	متوسط حجم چوب خارج شده در هر روز (متر مکعب)	۶۲/۸۸	۵۲/۰۲
۵	متوسط حجم چوب خارج شده در هر سیکل (متر مکعب)	۴/۰۱	۵/۲
۶	کل حجم چوب خارج شده در این پارسل (متر مکعب)	۱۸۸/۶۴	۲۶۰/۱۱
۷	کل زمان مصرف شده برای خروج این حجم (ثانیه/دقیقه/ساعت)	۱۸/۲۶	۱۰/۱۲/۲۱
۸	متوسط زمان مصرف شده برای خروج این حجم در هر سیکل (ثانیه/دقیقه)	۲۳/۵۷	۱۲/۴
۹	متوسط زمان مصرف شده برای خروج این حجم در هر روز (دقیقه/ساعت)	۶/۹	۲/۴
۱۰	متوسط حجم چوب خارج شده در هر ساعت (متر مکعب)	۱۰/۲۳	۲۵/۴۹

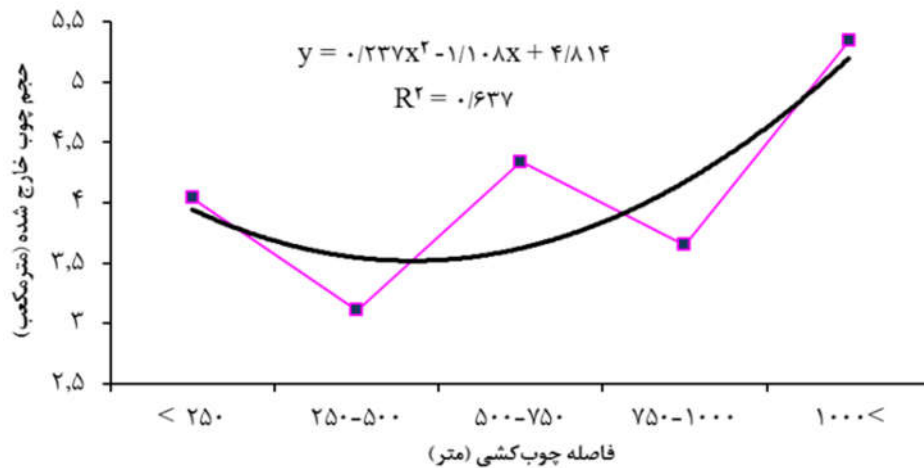
خلاصه تجزیه آماری در پارسل ۳۳ در جدول ۴ آمده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که از نظر زمان چوب‌کشی، بین فواصل مختلف چوب‌کشی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد وجود داشته است. از نظر حجم چوب خارج شده نیز تفاوت‌ها در سطح خطای کمتر از ۵ درصد معنی‌دار گردید. در پارسل ۳۳ بهترین زمان چوب‌کشی در فاصله ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ متر بدست آمده است (شکل ۱). در همین پارسل بیشترین حجم چوب‌کشی در فاصله ۵۰۰ تا ۷۵۰ متر بدست آمده است (شکل ۲).

جدول ۴- تجزیه واریانس مربوط به زمان چوب‌کشی و حجم چوب خارج شده در پارسل ۳۳

منبع تغییر	مجموع مربعات (ss)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (ms)	F	سطح معنی‌داری (sig.)
زمان چوب‌کشی	۱۲۵۵/۲	۴	۳۱۳/۸	۸/۶۰۹	۰/۰۰۰
	۱۵۳۰/۸۴	۴۲	۳۶/۵		
	۲۷۸۶/۰۴	۴۶			
حجم چوب خارج شده	۲۶/۲	۴	۶/۵۵	۵/۱۰۳	۰/۰۰۲
	۵۳/۹	۴۲	۱/۲۸		
	۸۰/۱	۴۶			



شکل ۱- روند تغییرات زمان چوب‌کشی در کلاس‌های مختلف فاصله چوب‌کشی در پارسل ۳۳

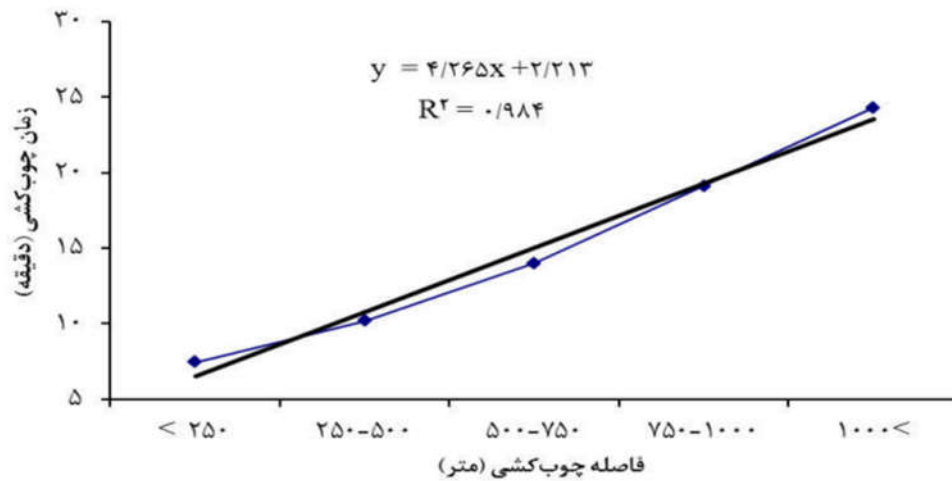


شکل ۲- روند تغییرات حجم چوب خارج شده در کلاسه‌های مختلف فاصله چوب‌کشی در پارسل ۳۳

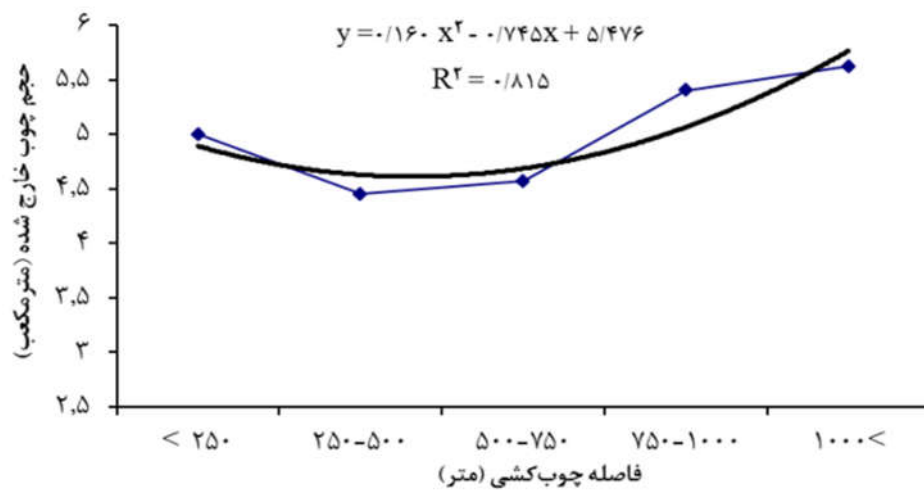
خلاصه تجزیه آماری داده‌های مربوط به چوب‌کشی در پارسل ۱۸۹ در جدول ۵ نشان آمده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که از نظر زمان چوب‌کشی در بین فواصل مختلف چوب‌کشی تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد وجود داشته است. در صورتی که تفاوت بین آنها از نظر حجم چوب خارج شده در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار گردید. بیشترین حجم چوب در پارسل ۱۸۹ در فاصله ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ متر به دست آمد (شکل ۴). در کل رابطه رگرسیونی مثبت بین فاصله مسیر چوب‌کشی و زمان چوب‌کشی دیده شده است (شکل ۳ و ۵).

جدول ۵- تجزیه واریانس مربوط به زمان چوب‌کشی و حجم چوب خارج شده در پارسل ۱۸۹

منابع تغییرات	مجموع مربعات (ss)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (ms)	F	سطح معنی‌داری (sig.)
زمان چوب‌کشی	۹۸۵/۸۲	۴	۲۴۶/۴۶	۶۵/۲۳	۰/۰۰۰
	۱۵۸/۶۹	۴۲	۳/۷۸		
	۱۱۴۴/۵۱	۴۶			
حجم چوب خارج شده	۱۸/۰۱	۴	۴/۵۰۳	۲/۷۹	۰/۰۳۸
	۶۷/۷۷	۴۲	۱/۶۱۳		
	۸۵/۷۸	۴۶			



شکل ۳- روند تغییرات زمان چوب‌کشی در کلاسه‌های مختلف فاصله چوب‌کشی در پارسل ۱۸۹

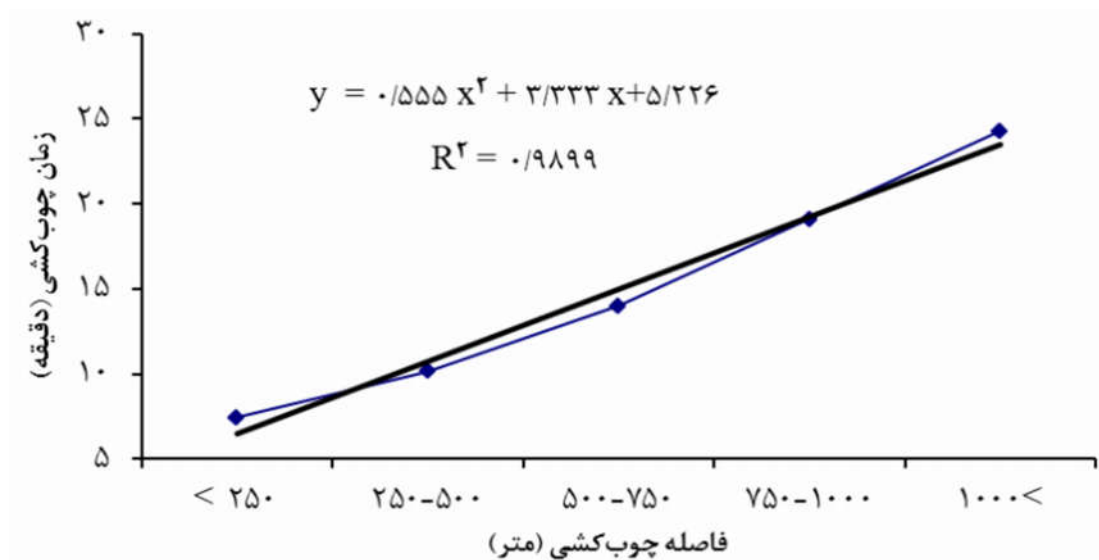


کل ۴- روند تغییرات حجم چوب خارج شده در کلاسه‌های مختلف فاصله چوب‌کشی در پارسل ۱۸۹

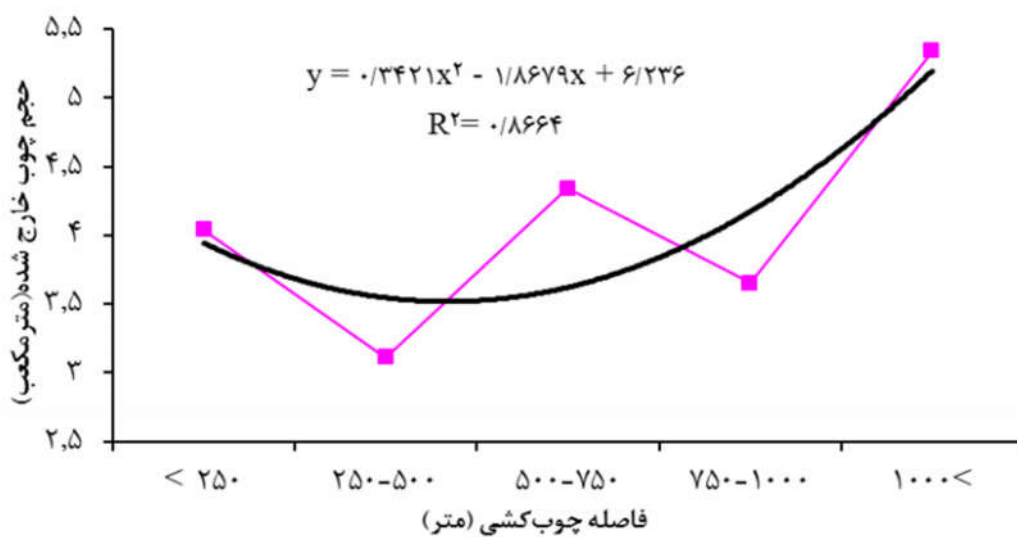
داده‌های جدول ۶ نشان می‌دهد که از نظر پارسل‌های ۳۳ (تراکم بالا) و ۱۸۹ (تراکم پایین) میانگین‌های زمان و حجم چوب‌کشی بین تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد دیده شد.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های (آزمون t) مربوط به زمان چوب‌کشی و حجم چوب خارج شده در هر دو پارسل

منبع تغییر	شماره پارسل	تعداد نمونه در هر پارسل	میانگین نمونه‌ها	T	سطح معنی‌داری
زمان چوب‌کشی	۳۳	۴۷	۲۳/۵۷	۸/۱۸	۰/۰۰۰
	۱۸۹	۴۷	۱۲/۴		
حجم چوب خارج شده	۳۳	۴۷	۴/۰۱	۴/۰۳	۰/۰۰۰
	۱۸۹	۴۷	۵/۲		



شکل ۵- روند تغییرات زمان چوب‌کشی در کلاسه‌های مختلف فاصله چوب‌کشی در کل ۲ پارسل



شکل ۶- روند تغییرات حجم چوب خارج شده در کلاسه‌های فاصله چوب‌کشی در کل ۲ پارسل

بحث

خروج اسکیدر از مسیرها باعث فشردگی خاک و صدمه به درختان سرپای موجود می‌گردد که یافته‌های محققین دیگر نیز تأییدی بر این موضوع می‌باشد (کاظمی، ۱۳۹۵). پائین بودن تراکم طولی جاده در پارسل ۱۸۹ علاوه بر کاهش هزینه ساخت جاده و عملیات خاکی کمتر سبب کاهش تخریب عرصه جنگل شده که از لحاظ اقتصادی و فنی قابل قبول‌تر است، نتایج دیگران نیز آن را تأیید می‌کند (عبدی و همکاران، ۱۳۸۷). بنابراین در این پارسل، فاصله جاده‌ها از هم دورتر شده و به‌منظور دسترسی اسکیدر به تنه‌های قطع شده و خروج به موقع آنها تراکم طولی مسیر چوب‌کشی در این پارسل بالاتر از نرم FAO گردید. پس زمان مصرف شده برای خروج چوب‌آلات توسط اسکیدر کمتر شده و حجم بیشتری از چوب در هر ساعت و در روز از منطقه قطع خارج گردید، که از لحاظ فنی و زیست‌محیطی مناسب‌تر است. با توجه به داده‌های به‌دست آمده، میزان حجم چوب خارج شده در پارسل ۱۸۹ در هر ساعت حدود ۲/۵ برابر نسبت به پارسل ۳۳ و زمان مصرف شده در هر سیکل در پارسل ۳۳ دو برابر پارسل ۱۸۹ به‌دست آمد. مناسب‌ترین تراکم طولی در جنگل از لحاظ اقتصادی کمترین هزینه را دربر خواهد داشت

با توجه به بالا بودن تراکم طولی جاده در پارسل ۳۳ نسبت به نرم FAO، فاصله جاده‌ها نسبت به هم کمتر شده و حجم عملیات خاکی در احداث جاده افزایش یافته که علاوه بر افزایش هزینه جاده‌سازی و نیز هزینه مرمت و نگهداری، باعث تخریب جنگل نیز شده است. بنابراین مدیریت جنگل به‌منظور توزیع میزان هزینه‌ها حجم چوب خارج شده در هر سیکل را بیشتر می‌کند، با توجه به کوهستانی و پرشیب بودن جنگل‌های شمال، در احداث جاده‌های جنگلی علاوه بر هزینه‌ها، مسائل زیست‌محیطی نیز باید رعایت شود. تراکم طولی مسیرهای چوب‌کشی در پارسل ۳۳ از نرم FAO کمتر است، بنابراین بالا بودن تراکم طولی جاده سبب کاهش تراکم طولی مسیرهای چوب‌کشی شده و باعث دسترسی کمتر اسکیدرها به تنه‌های قابل حمل شده و خروج آنها از مسیرهای چوب‌کشی تعیین شده می‌گردد (شکل ۷). پائین بودن تراکم طولی مسیرهای چوب‌کشی فاصله آنها را از یکدیگر بیشتر می‌نماید. بنابراین اسکیدر زمان بیشتری را برای رسیدن به تنه‌های افتاده صرف نموده و حجم چوب خارج شده در هر ساعت کمتر می‌شود.

اختلاف معنی‌داری در سطح خطای کمتر از یک درصد دیده شد. بنابراین می‌توان گفت که اگر میزان تراکم طولی جاده کمتر و تراکم طولی مسیر چوب‌کشی بیشتر باشد، به لحاظ رعایت مسائل فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی وضعیت مناسب‌تری برای واحد بهره‌برداری و مدیریت طرح جنگل‌داری به‌وجود خواهد آورد.

(عبدی و همکاران، ۱۳۸۷) و حداکثر مساحت جنگل را تحت پوشش قرار می‌دهد (Backmund, 1964). به‌طور کلی در عملیات چوب‌کشی علاوه بر رعایت مسائل اقتصادی، باید کمترین خسارت و صدمات زیست‌محیطی به توده وارد شود (لطفعلیان و پارساخو، ۱۳۹۱). نتیجه این که بین پارسل ۳۳ و ۱۸۹ از لحاظ زمان مصرف شده و حجم چوب خارج شده در دو تراکم طولی متفاوت،



(ب)



(الف)

شکل ۷- خروج چوب توسط اسکیدر تیمبرجک و بینه‌بری (الف) و آماده‌کردن برای انتقال در محل دپو (ب)

منابع

- اقتصادی، ع. ۱۳۸۷. ارزیابی نرخ تولید چوب در حمل و نقل اولیه و ثانویه در جنگل حوزه نکاچوب. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶ (۲): ۲۹۱-۲۷۴.
- اقتصادی، ع.، سبحانی، ه. و رأفت‌نیا، ن. ۱۳۸۲. طراحی شبکه حمل و نقل و تعیین ماشین‌آلات مناسب در جنگل تحقیقاتی واز. فصلنامه پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۱ (۱): ۱۳۲-۹۵.
- رأفت‌نیا، ن. ۱۳۶۷. طراحی و پروژه‌ی راه‌های کوهستانی و جنگلی، انتشارات دانشگاه مازندران، ۲۲۶ ص.
- زبیری، م. ۱۳۷۳. آماربرداری در جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۴۰۱ ص.
- ساریخانی، ن. ۱۳۸۰. بهره‌برداری جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۷۲۸ ص.
- عبدی، ا.، مجنونیان، ب. و درویش‌صفت، ع. ۱۳۸۷. ارزیابی اقتصادی شبکه جاده جنگلی از نظر هزینه ساخت با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاری، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، اصفهان. ص ۲۹۰-۲۷۹.
- کازمی، م. ۱۳۹۵. ارزیابی کارکرد مسیرهای چوب‌کشی با توجه به مناطق عبور اسکیدرها، مطالعه موردی: سری ۱، بخش ۴ گرگتج جنگل‌های نکا-ظالم‌رود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری.
- طفعلیان، م. و پارساخو، آ. ۱۳۹۱. برنامه‌ریزی شبکه جاده‌های جنگلی، انتشارات آبیژ، ساری. ۱۶۸ ص.
- مجنونیان، ب. ۱۳۸۴. برنامه‌ریزی شبکه جاده‌های جنگلی. جزوه درسی دوره کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۴۵ ص.
- مصطفی‌نژاد، س.ر. ۱۳۷۴. بررسی طول مناسب مسیرهای چوب‌کشی برای شبکه‌بندی جاده‌های فرعی در طرح جنگلداری نکا-ظالم‌رود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- نقدی، ر. ۱۳۸۳. بررسی و مقایسه روش‌های بهره‌برداری تمام‌تنه و گرده‌بینه به‌منظور ارائه مدل مناسب شبکه جاده‌های جنگلی در حوزه نکا، پایان‌نامه دوره دکتری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور.
- Anderson, A.E. and Nelson, J. 2004. Projecting Vector-based Road Networks with a Shortest Path Algorithm. *Canadian Journal of Forest Research*, 34 (7): 1444-1457.
- Aruga, K. 2005. Tabu search optimization of horizontal and vertical alignments of forest roads. *J. For. Res.*, 10: 275-284.
- Backmund, F. 1968. Indices for the degree of accessibility of forest districts via roads *Schweizerische Zeitschrift fuer Forstwesen (SZF)*, 119 (11): 445-452.
- F.A.O. 1985. Logging and transport in steep terrain. *Forestry paper*, 14 Rev.
- Ghaffarian, M.R. and Sobhani, H. 2008. Optimum road spacing of ground based skidding operations in Nowshahr, Iran, *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 6 (2): 105-112.
- Ghaffarian, M.R., Stampfer, K. and Sessions, J. 2009. Comparison of three methods to determine optimal road spacing for forwarder-type logging operations. *Journal of Forest Science*, 55: 423-431
- Lotfalian, M., Zadeh, E.H. and Hosseini, S.A. 2011. Calculating the correction factor of skidding distance based on forest road network. *Journal of Forest Science*, 57 (11): 467-471.
- Matthews, D.M. 1942. *Cost Control in the Logging Industry*. Mc Graw-Hill, New York.
- Naghdi, R. and Bagheri, I. 2007. Evaluation of tree length and assortment logging methods with respect to timber production in Caspian Forest in the Northern Iran. *Asian Journal of Plant Science*, 6: 46-50.

- Naghdi, R. and Mohammadi Limaiei, S. 2009. Optimal Forest Road Density Based on Skidding and Road Construction Costs in Iranian Caspian Forests. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 7 (2): 79-86.
- Najafi, A., Sobhani, H., Saeed, A., Makhdom, M. and Mohajer, M.M. 2008. Planning and assessment of alternative forest road and skidding networks. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 29 (1): 63-73.
- Segebaden, G.V. 1964. Studies of Cross-country Transport Distances and Road Net Extension. *Studia forestalia suecica*, 18, 70 pp.
- Tan, J. 1999. Locating Forest Roads by a Spatial and Heu-ristic Procedure Using Microcomputers. *Journal of Forest Engineering*, 10 (2): 91-100.
- Thompson, M.A. 1992. Considering overhead costs in road and landing spacing models. *Journal of Forest Engineering*, 3 (2): 13-19.