بررسی حریم جاده‌های جنگلی بر اساس عرض عملیات خاکی، شیب دامنه و مشخصات رویشی توده‌های اطراف (مطالعهٔ موردی در سری لت‌تالار- حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ تجن)

آیدین پارساخو*[۱]، سید عطااله حسینی[۲] و مجید لطفعلیان[۲]

[۱]دانش آموختهٔ کارشناسی ارشد جنگلداری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه مازندران

[۲]استادیار گروه جنگلداری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۲۰ / ۸ / ۸۷، تاریخ تصویب: ۳ / ۳ / ۸۸)

چکیده

شرایط حاکم بر جنگل‌های هیرکانی به‌نحوی است که اتکا به اعدادی ثابت برای تعیین عرض حریم جاده‌های جنگلی راهگشا نیست، زیرا این اعداد اغلب از سوی مجریان نادیده گرفته می‌شوند و نشانه‌گذار به‌منظور حفظ موجودی جنگل و گونه‌های با ارزش، از برداشت درختان در نقاط حساسی چون رأس شیروانی خاکبرداری و شیروانی خاکریزی اجتناب می‌کند. در مواردی هم که عرض حریم منطبق با ارقام استاندارد در نظر گرفته می‌شود، مشخصات رویشی توده‌های اطراف جاده، تعیین‌کنندهٔ سیمای واقعی حریم خواهد بود. در این تحقیق وضعیت عرض حریم در ارتباط با شیب دامنه، عرض عملیات خاکی و مشخصات رویشی توده‌های اطراف جاده در جنگل‌های سری لت‌تالار مورد ارزیابی قرار گرفته است. بر پایهٔ نتایج، که با افزایش شیب دامنه بر عرض حریم واقعی جاده‌های جنگلی افزوده شد ($P<0/05$). میانگین عرض حریم واقعی در تیپ A (راش- ممرز با تعداد در هکتار ۱۵۵ اصله و ۷۵ درصد تاج‌پوشش) برابر ۱۵/۱۰ متر و در تیپ B (راش- ممرز با تعداد در هکتار ۱۷۵ اصله و ۸۵ درصد تاج‌پوشش) برابر ۱۴/۲۱ متر به‌دست آمد. در کلاسه‌های شیب ۴۰-۳۰ و ۵۰-۴۰ درصد هر دو تیپ، بیشترین سطح تداخل بین حریم واقعی و خاکریز جاده و در کلاسه‌های شیب ۶۰-۵۰ و ۷۰-۶۰ درصد، کمترین تداخل وجود داشت. در نهایت به کمک مدل چارتی، حریم بهینهٔ جاده‌های جنگلی در سمت شیروانی خاکبرداری و خاکریزی دامنه‌های پرشیب منطقهٔ مورد بررسی تعیین شد تا ضمن کاهش برداشت درختان، بیشترین ایمنی و دوام برای جاده‌ها حاصل شود.

واژه‌های کلیدی: عرض حریم، جادهٔ جنگلی، شیروانی خاکبرداری، شیروانی خاکریزی، مدل چارتی .

*نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۱۱۲۸۶۷۷۴ Email: persian3064aidin@yahoo.com

مقدمه و هدف

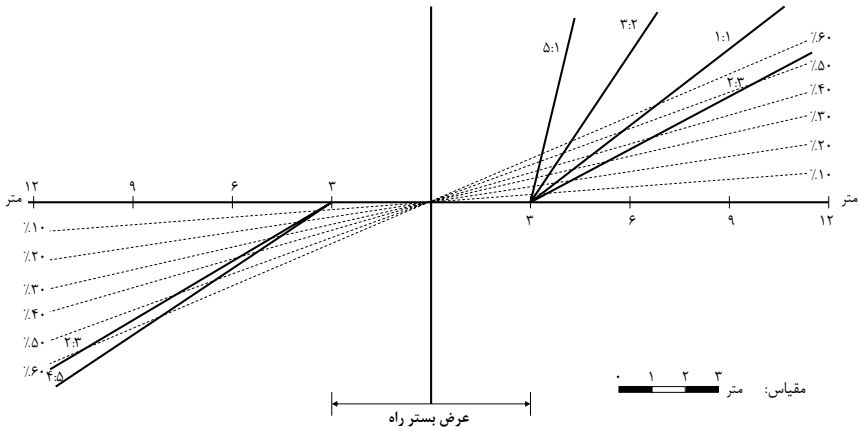
طی چهل سال فعالیت، تهیه و اجرای طرح‌های جنگلداری در جنگل‌های شمال کشور، بالغ بر ۶۰۰۰ کیلومتر جادهٔ جنگلی مسیریابی و احداث شده است (عبدالله‌پور و اسدی، ۱۳۸۰؛ خطیبی، ۱۳۸۳). جاده‌سازی برای مدیریت و استفادهٔ بهینه از خدمات جنگل ضروری است، ولی احداث جاده و دسترسی به همهٔ نقاط جنگل مستلزم ایجاد برش‌های نواری و قطع درختان موجود در مسیر است (نکویی‌مهر و همکاران، ۱۳۸۵). سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور پس از برداشت مسیر هادی، به عرض۲۰- ۱۵متر، درختان موجود در مسیر را نشانه‌گذاری و قطع می‌کند که البته در مناطق شیب‌دار مقدار حریم بیشتری از عرصه باید خاکبرداری و خاکریزی شود و در نتیجه درختان بیشتری به‌دلیل جاده‌سازی قطع می‌شوند (میرزایی، ۱۳۸۵).

صرف نظر از درختانی که در مسیر عبور راه‌های جنگلی قطع می‌شوند، همواره عرض مشخصی از اطراف راه را نیز به منظور رسیدن نور خورشید به بستر روسازی و در نتیجه تسریع در خشک شدن سطح جاده و افزایش طول عمر آن در نظر می‌گیرند. به این عرض که بر اساس قوانین سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور انتخاب می‌شود، حریم می‌گویند. عرض حریم به نوع راه، شیب دامنه، ارتفاع درختان، گونهٔ درختی، اقلیم منطقه، جهت باد غالب، جهت دامنه، ارتفاع محل و جنس سنگ بستر بستگی دارد. جاده‌هایی که روی سنگ بستر آهکی بنا شده‌اند نسبت به جاده‌های با سنگ بستر تونالیتی ثبات بیشتری دارند (Potočnik *et al*., 2008).

دقیق‌ترین و اصولی‌ترین روش تعیین عرض حریم جاده‌های جنگلی که در آن همهٔ جوانب زیست‌محیطی رعایت می‌شود، بررسی پروفیل به پروفیل است (لطفعلیان، ۱۳۸۰؛ نریمانی، ۱۳۸۱). در عرصه‌های جنگلی پرشیب، مرتفع و دارای پتانسیل رویشی ضعیف، عرض حریم جاده‌ها باید با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی و جنگل‌شناسی تعیین شود (Lugo & Gucinski, 2000)، زیرا بیشتر اوقات با آنکه عرض حریم منطبق با مقادیر استاندارد در نظر گرفته می‌شود، تعداد درختان در واحد سطح و شکل تودهٔ جنگلی تعیین‌کنندهٔ سیمای واقعی حریم در مسیر احداث جاده‌های جنگلی خواهد بود (LeDoux, 2004)، به‌طوری که گاه تنک بودن تودهٔ جنگلی سبب می‌شود که سطح زیادی از جنگل برای مدت طولانی از تولید خارج شود و از آنجا که این سطوح در حاشیهٔ مسیر جاده قرار دارند، به‌شدت در معرض خطر استقرار گونه‌های پیش‌آهنگ و مهاجم بومی مانند تمشک، سرخس و آقطی قرار می‌گیرند (مروی مهاجر، ۱۳۸۴).

زدلاک (۱۹۸۵) عرض حریم استاندارد را برای کلاسه‌های شیب ۴۰-۳۰، ۵۰-۴۰، ۶۰-۵۰ و۷۰-۶۰ درصد به‌ترتیب ۱۱، ۱۳، ۱۵ و ۱۹ متر عنوان کرد. مشابه این ارقام به‌صورت یک شابلون در دستورالعمل ارائه‌شده توسط سازمان برنامه و بودجهٔ کشور برای تعیین عرض حریم استاندارد جاده‌های جنگلی هیرکانی آمده است (ساریخانی و مجنونیان، ۱۳۷۳) (شکل ۱). در تحقیقی با بررسی وضعیت جاده‌های جنگلی و نحوهٔ انجام عملیات بهره‌برداری در ترکیه بیان شد که ضمن احداث ۱۲۵۰۰۰ کیلومتر جاده، حدود ۲۵۰۰۰۰ هکتار از عرصه‌های جنگلی منطقهٔ مورد بررسی از تولید خارج و به جاده تبدیل می‌شود (Acar, 1999). Pearce & Stenzel (1972) معتقدند که عرض حریم استاندارد در سمت دیوارهٔ برش باید سه متر دورتر از رأس شیروانی خاکبرداری و در نقاط پایین‌تر از آکس جاده، باید شش متر دورتر از انتهای شیروانی خاکریزی باشد تا امکان انباشتن کنده‌های ریشه‌کن شده و دیگر ضایعات در آن محل میسر شود. اما شرایط حاکم بر اکوسیستم جنگل به‌نحوی است که اتکا به چنین اعدادی برای تعیین عرض حریم جاده‌های جنگلی راهگشا نخواهد بود. همچنین این اعداد در بیشتر اوقات از سوی مجریان نادیده گرفته می‌شود و نشانه‌گذاران به‌منظور حفظ درختان با ارزش مانند نمدار و شمشاد از قطع آن‌ها در نقاط حساسی چون رأس شیروانی خاکبرداری و شیروانی خاکریزی بدون هیچ ضابطهٔ علمی خاصی

اجتناب می‌کنند. البته با توجه به ارزش‌های ذاتی هر یک از درختان جنگلی باید تلاش شود که تا حد امکان، برداشت درختان و عرض حریم به اندازه‌ای باشد که علاوه بر تضمین ایمنی حمل و نقل، ساختمان جاده نیز برای مدت طولانی از گزند عوامل مخرب طبیعی و مصنوعی مصون بماند.



شکل۱- تعیین عرض حریم استاندارد برای راه‌های جنگلی یک‌طرفهٔ درجهٔ دو (ساریخانی و مجنونیان، ۱۳۷۳)

به‌طور معمول، برای ارائهٔ راه‌حل‌ها یا پیشنهادها به‌صورت سیستم از سازه‌ای که مدل نام دارد استفاده می‌شود. مدل نمایانگر واقعیت سیستم و تصویری گویا، ساده و مختصر از واقعیت است و مسائل پیچیده را به‌صورت آسان و قابل درک ارائه می‌کند. مدل‌ها شامل انواعی چون الگوهای فیزیکی، الگوهایی به‌شکل نمودار، الگوهای ریاضی، الگوهای شبیه‌سازی و الگوهای توصیفی یا چارتی هستند (تجبر، ۱۳۸۰). در این تحقیق نخست عرض حریم واقعی جاده‌های جنگلی در ارتباط با پتانسیل رویشی رویشگاه (تاج‌پوشش، تراکم و موجودی درختان)، عرض عملیات خاکی و کلاسه‌های مختلف شیب دامنه مورد ارزیابی قرار گرفت و سپس بر اساس مدل‌های چارتی یا توصیفی، عرض حریم بهینهٔ جاده‌های جنگلی به‌طور مجزا برای شیروانی‌های خاکبرداری و خاکریزی دامنه‌های پرشیب منطقهٔ مورد بررسی (سری لت تالار – از جنگل‌های زیر پوشش شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران) تعیین شد.

مواد و روش‌ها

خصوصیات منطقهٔ مورد بررسی

جنگل‌های سری لت‌تالار با مساحت ۲۰۲۰ هکتار بین عرض شمالی″۵۵ ′۱۲ °۳۶ تا ″۴۵ ′۱۵ °۳۶ و طول شرقی ″۴۰ ′۹ °۵۳ تا ″۵۵ ′۱۳ °۵۳ و در حوضهٔ آبخیز شمارهٔ ۷۱ محدودهٔ مورد عمل شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران قرار گرفته است. متوسط ریزش‌های جوی سالیانهٔ این منطقه ۶۳۵ میلی‌متر و بیشترین مقدار آن در فصل‌های پاییز و زمستان است. طول کل جاده‌های موجود در سری لت‌تالار ۱۵۶۳۵ متر و تراکم آن‌ها به‌طور متوسط حدود ۱۰ متر در هکتار است. جاده‌های اصلی درجهٔ دو سری ضمن انشعاب از جاده‌های عمومی منطقه، با گسترش در جنگل به مسیرهای فرعی از نوع درجهٔ سه ختم می‌شوند. در تحقیق حاضر جاده‌های جنگلی مورد بررسی از نوع درجهٔ دو هستند و از قطعات شمارهٔ ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵ و ۳۰ سری یادشده می‌گذرند. بافت خاک این قطعات بر اساس طبقه‌بندی USCS شنی همراه با سیلت و رس (Gm-Gc) با سنگ مادر مارن، آهک مارنی و آهک است (کتابچهٔ طرح جنگلداری سری لت تالار، ۱۳۷۳). مشخصات رویشی این قطعات در جدول ۱ آمده است.

جدول۱- مشخصات رویشی قطعات مورد بررسی

قطعه	جهت	ارتفاع از سطح دریا (متر)	تیپ جنگل	درصد تاج‌پوشش	تعداد در هکتار	حجم در هکتار (m^3)
۲۲	شمال- شمال شرقی	۸۰۰–۱۲۶۰	راش- ممرز	۷۰-۸۰	۱۷۷	۳۸۶/۹۷
۲۳	شمالی	۷۶۰–۸۸۰	راش- ممرز و ممرز- انجیلی	۷۰-۸۰	۱۳۶	۳۶۶/۱۷
۲۴	شمالی	۹۵۰–۱۲۱۰	راش- ممرز	۶۵ -۷۵	۱۴۱	۳۷۰/۴۶
۲۵	شمالی	۹۵۰–۱۱۰۰	راش	۷۰-۸۰	۱۴۷	۳۵۴/۱۶
۳۰	شمال- شمال شرقی	۶۰۰–۷۴۰	راش- ممرز، ممرز- انجیلی	۷۵ -۸۵	۱۸۱	۳۲۱/۳۹

روش بررسی

در این تحقیق درصد تاج‌پوشش، تعداد و حجم در هکتار توده‌های مجاور مسیرهای مورد بررسی، با پیاده کردن۴۰ قطعه نمونهٔ ۱۰۰۰ متر مربعی دایره‌ای به روش تصادفی سیستماتیک به‌دست آمد. این تعداد قطعه نمونه با در نظر گرفتن t = ۲ به‌طوری که اشتباه آماربرداری به احتمال ۹۵ درصد بیشتر از ۸ درصد نباشد، محاسبه شد (زبیری، ۱۳۷۹). با توجه به اینکه برخلاف دیگر شکل‌های هندسی نسبت محیط دایره به مساحت آن کمتر است، در این پژوهش از قطعات نمونهٔ دایره‌ای استفاده شد. همچنین نتایج بررسی‌های انجام-شده نشان داده است که تا ۱۲۰۰ متر مربع مساحت نمونه، شکل دایره و بیشتر از ۱۲۰۰ متر مربع، شکل-های مربع، مستطیل یا لوزی مناسب‌تر است (نمیرانیان، ۱۳۸۵). تعداد و پراکنش درختان در منطقهٔ مورد بررسی به‌نحوی است که هر قطعه نمونهٔ ۱۰۰۰ متر مربعی، دست کم دارای ۱۰ تا ۱۵ اصله درخت خواهد بود که این تعداد کفایت می‌کند و نشان‌دهندهٔ مناسب بودن مساحت قطعات انتخاب شده است (زبیری، ۱۳۷۹)، سپس با توجه به نتایج به‌دست آمده، محدودهٔ اطراف جاده‌های جنگلی به دو تیپ A و B تقسیم شد. تیپ A در برگیرندهٔ توده‌های راش- ممرز با ۷۵ درصد تاج‌پوشش، تعداد در هکتار ۱۵۵ اصله (انحراف معیار ۶/۱±) و موجودی در هکتار ۳۵۸/۲ متر مکعب (انحراف معیار ۸/۸±) و تیپ B در برگیرندهٔ توده‌های راش- ممرز با ۸۵ درصد تاج‌پوشش، تعداد در هکتار ۱۷۵ اصله (انحراف معیار ۹/۳±) و متوسط موجودی در هکتار ۳۷۰/۵ متر مکعب (انحراف معیار ۱۰/۵±) بود.

به‌منظور برآورد متوسط عرض عملیات خاکی و عرض حریم واقعی و همچنین محاسبهٔ سطح اختصاص‌یافته به آن‌ها، نقشهٔ مربوط به این متغیرها ترسیم و مساحت‌یابی شد. ابتدا در هر تیپ مسیری به طول دو کیلومتر انتخاب شد. در مرحلهٔ بعد با توجه به شیب عرضی غالب (۳۰ تا ۷۰ درصد) در امتداد این مسیرها شیب زمین با استفاده از دستگاه شیب‌سنج به چهار کلاسهٔ۴۰-۳۰، ۵۰-۴۰، ۶۰-۵۰ و۷۰-۶۰ درصد تقسیم شد (Sedlak, 1985). در هر کلاسه، ۱۵ نمونه پروفیل عرضی به روش بلوکی تصادفی انتخاب شد. این تعداد قطعه نمونه با در نظر گرفتن t = ۲ به‌طوری که اشتباه آماربرداری به احتمال ۹۵ درصد بیشتر از ۸ درصد نباشد، به‌دست آمد. سپس عرض عملیات خاکی در محل هر پروفیل به کمک فاصله‌یاب و با نشانه‌روی لیزری از رأس شیروانی خاکبرداری به شاخص مستقر در پای شیروانی خاکریزی مورد محاسبه قرار گرفت. از این روش برای تعیین عرض حریم واقعی با نشانه‌روی لیزری از مرز مشترک تودهٔ جنگلی و جاده به سمت مرز مقابل نیز استفاده شد.

نقشه‌های مورد نظر به روش مختصات‌دهی مطلق در نرم‌افزار AutoCAD ترسیم شد. برای این کار، طرح‌های دو بعدی با مقیاس افقی ۱:۱۰۰ و مقیاس عمودی ۱:۱

مورد استفاده قرار گرفت. بدین‌ترتیب هر واحد شبکه در پنجرهٔ ترسیم نقشه معادل ۱۰ متر مربع در روی زمین بود که با شمارش آن‌ها سطوح تداخل حریم واقعی و محدودهٔ عملیات خاکی در مسیر احداث جاده به‌دست آمد. همهٔ واحدهایی که در داخل نقشه قرار داشتند، شمرده شدند. در مورد واحدهای مستقر در روی خط مرزی، آن‌هایی که بیشتر از نیمی از سطحشان داخل نقشه قرار داشت شمرده شدند و در غیر این صورت به‌حساب نیامدند. واحدهایی که دقیقاً روی خط مرزی قرار داشتند یک در میان شمارش شدند. پس از بررسی پراکنش داده‌ها (نرمال بودن توزیع) با آزمون کولموگرف- اسمیرنوف و انجام آزمون دو دامنهٔ F برای اثبات تساوی واریانس‌ها، تجزیه و تحلیل آماری در قالب طرح پایهٔ بلوک کامل تصادفی با دو تیمار (تیپ‌های A و B) و چهار بلوک (کلاسه‌های شیب) در نرم افزار SAS به اجرا درآمد. از آنجا که شیب دامنه به‌عنوان عاملی محیطی دارای احتمال تأثیرگذاری بر وضعیت عرض حریم بود، از طرح بلوک کامل تصادفی به‌منظور حذف اثر شیب استفاده شد. در این طرح عامل شیب به چهار بلوک ۴۰-۳۰، ۵۰-۴۰، ۶۰-۵۰ و۷۰-۶۰ درصد تقسیم شد. برای مقایسهٔ میانگین تیمارها از آزمون SNK در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

در پایان با بهره‌گیری از دیدگاه‌های کارشناسان و متخصصان خبره در امور راه‌سازی و جنگل‌شناسی نسبت به پیشنهاد مدل‌های چارتی یا توصیفی برای تعیین عرض حریم بهینهٔ جاده‌های جنگلی در اراضی پرشیب منطقهٔ مورد بررسی که دارای خاکریزهای مرتفع هستند، اقدام شد. این الگوریتم‌ها به مجریان در عملیات نشانه‌گذاری درختان واقع در مسیر عبور جاده و شناسایی درختان مزاحم مسیر پس از انجام عملیات خاکبرداری یاری می‌رسانند.

نتایج

نتایج تجزیهٔ واریانس اثر تیپ بر عرض حریم واقعی مسیرهای مورد بررسی نشان داد که بین دو تیپ A و B تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد، به‌طوری که میانگین عرض حریم واقعی در تیپ A، برابر ۱۵/۱۰ متر و در تیپ B، برابر ۱۴/۲۱ متر است. بین عرض حریم واقعی در کلاسه‌های مختلف شیب دامنه نیز در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیهٔ واریانس اثر تیپ و شیب دامنه بر عرض حریم واقعی

تیمار	درجهٔ آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
تیپ	۱	۲۳/۷۶	۲۳/۷۶	۴/۶*
شیب دامنه	۳	۷۴۹/۳۵	۲۴۹/۷۸	۴۸/۳۸**
تیپ و شیب دامنه	۳	۱۴/۸۸	۴/۹۶	۰/۹۶ ns

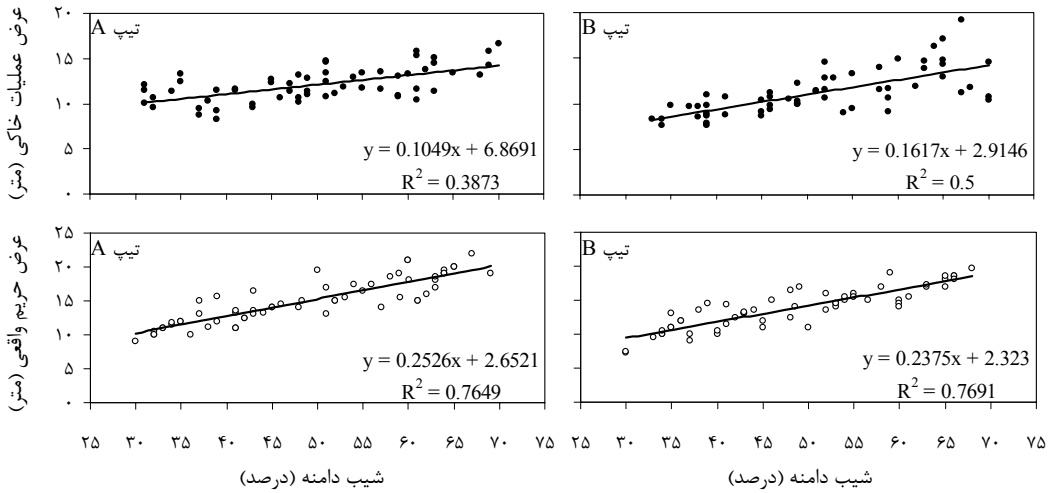
ns: معنی‌دار نیست. **،*: به‌ترتیب در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دارند.

بین عرض عملیات خاکی پروفیل‌های عرضی در دو تیپ A و B تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد؛ اما بین عرض عملیات خاکی پروفیل‌های عرضی در کلاسه‌های مختلف شیب دامنه در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳)، به‌طوری که با افزایش شیب دامنه بر عرض عملیات خاکی جاده‌های جنگلی افزوده شد. این روند افزایشی در ارتباط با عرض حریم واقعی نیز همگام با افزایش شیب دامنه قابل مشاهده بود (شکل ۲).

جدول ۳- تجزیهٔ واریانس اثر تیپ و شیب دامنه بر عرض عملیات خاکی

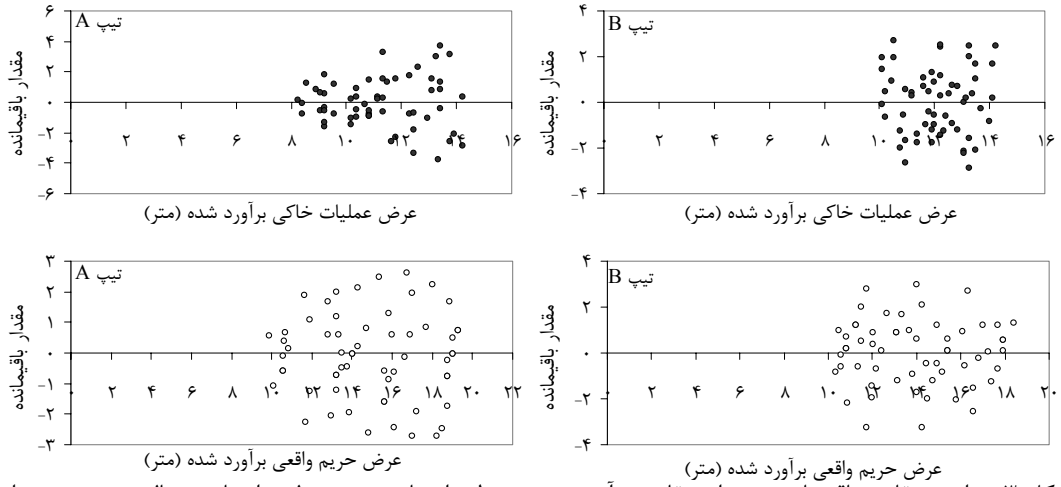
تیمار	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
تیپ	۱	۲۳/۲۷	۲۳/۲۷	۰/۷۴ ns
شیب دامنه	۳	۲۳۷/۰۱	۷۹/۰۰	۶۳/۶۳**
تیپ و شیب دامنه	۳	۱۵/۵۴	۵/۱۸	۴/۱۷*

ns: معنی‌دار نیست. **،*: به ترتیب در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دارند.



شکل۲- رابطهٔ رگرسیونی بین عرض عملیات خاکی و عرض حریم واقعی با شیب دامنه

پس از محاسبهٔ مقادیر برآورد و باقی‌مانده با استفاده از دستور Proc reg در نرم افزار SAS و حذف داده‌های پرت به‌منظور اعتبارسنجی مدل‌های رگرسیونی، نمودار برازش مقادیر برآورد در برابر باقیمانده‌ها در نرم‌افزار اکسل ترسیم شد، سپس با استفاده از جدول اعداد تصادفی تعدادی از داده‌ها حذف شد. از آنجا که ضرایب مدل پس از حذف داده‌ها ثابت باقی ماند، مدل قابل قبول یا به‌عبارت دیگر تأیید (Verify) شده است (سلطانی، ۱۳۷۷) (شکل ۳). عرض حریم واقعی در هر یک از کلاسه‌های شیب موجود در تیپ A بیشتر از همان کلاسه‌ها در تیپ B بود. این رابطه برای عرض عملیات خاکی به‌صورت معکوس مصداق داشت (جدول ۴).



شکل ۳- برازش مقادیر باقی‌مانده در برابر مقادیر برآوردشده به‌منظور اعتبار سنجی مدل و ارزیابی نرمال بودن توزیع داده‌ها

جدول ۴- مقایسهٔ متوسط عرض حریم واقعی و عرض عملیات خاکی در کلاسه‌های مختلف شیب

کلاسه شیب (درصد) / متغیر	۴۰ – ۳۰	۵۰ – ۴۰	۶۰ – ۵۰	۷۰ – ۶۰
عرض حریم واقعی در تیپ A (متر)	۱۲/۰۲ c	۱۳/۲۴ c	۱۶/۷۰ b	۱۸/۴۳ a
عرض حریم واقعی در تیپ B (متر)	۱۱/۰۱ c	۱۳/۲۵ ab	۱۴/۷۶ b	۱۷/۸۰ a
عرض عملیات خاکی در تیپ A (متر)	۹/۲۷ c	۱۰/۱۳ c	۱۱/۶۲ b	۱۳/۹۲ a
عرض عملیات خاکی در تیپ B (متر)	۱۰/۹۲ b	۱۱/۴۲ b	۱۲/۴۷ a	۱۳/۶۵ a

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر سطر بر اساس آزمون SNK در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار است.

مساحت حریم واقعی (حریمی که متأثر از فاصله و تراکم درختان در توده‌های جنگلی مجاور جاده است یا سطحی که در امتداد مسیر احداث جاده برای مدتی طولانی توان تولید بیولوژیکی چوب خود را از دست داده است) در امتداد ۱۴۰ متر از مسیر مورد بررسی در کلاسهٔ ۷۰-۶۰ درصد تیپ A، ۲۵۹۰ مترمربع بود که بیشترین سهم را نسبت‌به دیگر کلاسه‌ها به خود اختصاص داد (شکل ۴- د، جدول۵). در کلاسهٔ شیب ۴۰-۳۰ درصد تیپ B، رقم مربوط به سطح حریم واقعی معادل ۱۵۹۰ مترمربع بود که کمترین حد را به خود اختصاص داد (شکل ۵- الف، جدول۵).

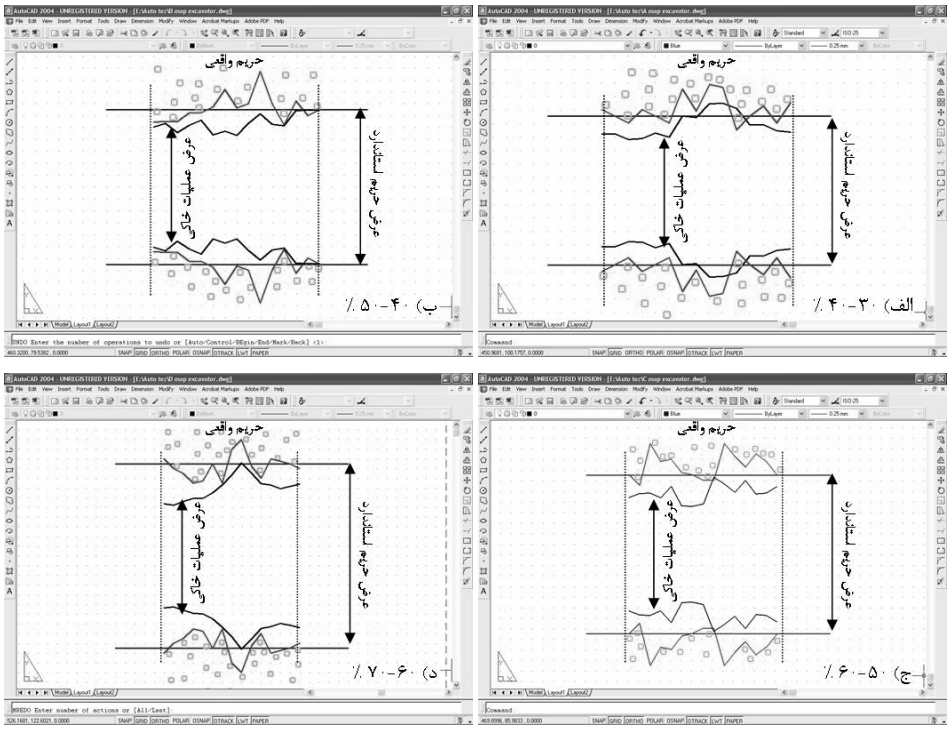
با توجه به شکل‌های ۴ و ۵، در برخی از کلاسه‌های شیب بین سطح خاکریز محدودهٔ عملیات خاکی و سطح حریم واقعی جاده‌های جنگلی تداخل وجود دارد. حد این تداخل در کلاسهٔ شیب ۴۰-۳۰ درصد تیپ B به ازای هر ۱۴۰ متر از طول جاده ۱۲۰ متر مربع است که بیشترین حد را به خود اختصاص می‌دهد. در کلاسه-های شیب ۶۰-۵۰ و۷۰-۶۰ درصد هر دو تیپ کمترین تداخل وجود دارد؛ به‌طوری که در تیپ A مقدار این تداخل صفر است (جدول۶، شکل ۴- ج، د).

جدول ۵- سطح حریم استاندارد، سطح حریم واقعی و سطح عملیات خاکی در امتداد ۱۴۰ متر از جاده‌های جنگلی درجهٔ دو

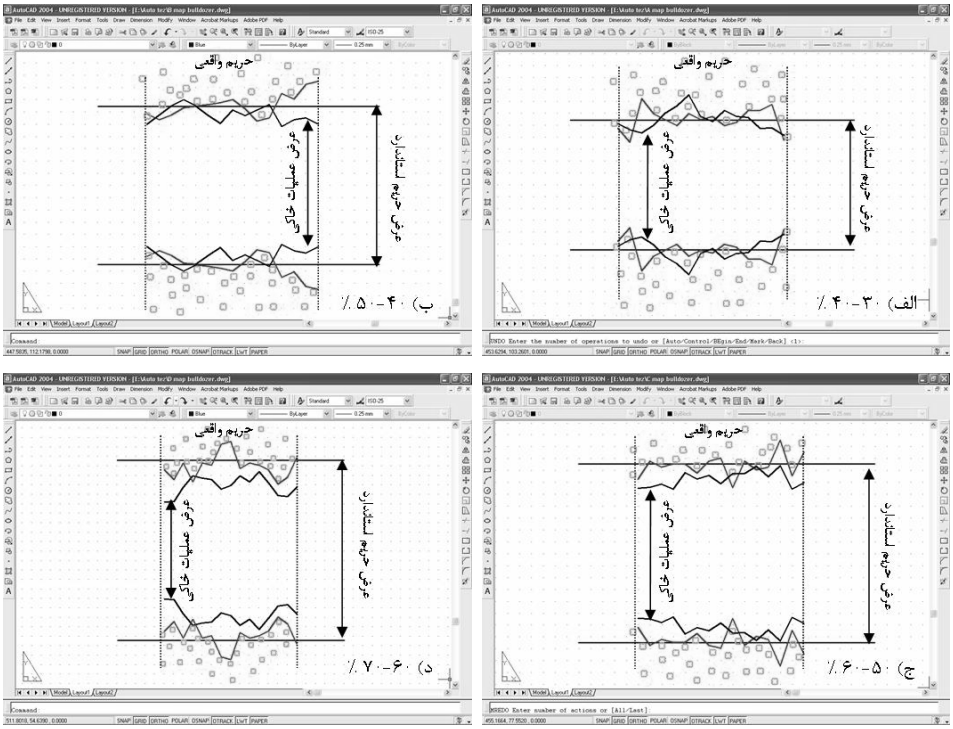
تیمار	شیب (درصد)	حریم استاندارد (مترمربع)	محدودهٔ عملیات خاکی (مترمربع)	حریم واقعی (مترمربع)
تیپ A	۴۰ -۳۰	۱۵۴۰	۱۳۴۰	۱۷۱۰
	۵۰ -۴۰	۱۸۲۰	۱۵۰۰	۱۸۵۰
	۶۰ -۵۰	۲۱۰۰	۱۶۳۰	۲۳۹۰
	۷۰ -۶۰	۲۶۶۰	۱۹۴۰	۲۵۹۰
تیپ B	۴۰ -۳۰	۱۵۴۰	۱۵۹۰	۱۵۹۰
	۵۰ -۴۰	۱۸۲۰	۱۶۲۰	۱۸۵۰
	۶۰ -۵۰	۲۱۰۰	۱۷۸۰	۲۰۸۰
	۷۰ -۶۰	۲۶۶۰	۱۹۳۰	۲۴۷۰

جدول۶- سطوح تداخل عرض حریم واقعی و عرض عملیات خاکی در امتداد ۱۴۰ متر از جاده‌های جنگلی درجهٔ دو

کلاسه شیب (درصد) / محدودهٔ عملیاتی	۳۰–۴۰	۴۰–۵۰	۵۰–۶۰	۶۰–۷۰
سطح تداخل حریم در تیپ A (مترمربع)	۲۰	۵	۰	۰
سطح تداخل حریم در تیپ B (مترمربع)	۱۲۰	۲۵	۹	۳



شکل ۴- حریم واقعی، عرض حریم استاندارد و محدودهٔ عملیات خاکی در کلاسه‌های متفاوت شیب در تیپ A



شکل ۵- حریم واقعی، عرض حریم استاندارد و محدودهٔ عملیات خاکی در کلاسه‌های متفاوت شیب در تیپ B

بحث

عرض حریم واقعی جاده‌های جنگلی درجهٔ دو در هر یک از کلاسه‌های شیب دامنهٔ واقع در تیپ A به‌دلیل تعداد در هکتار کمتر درختان (۱۵۵ اصله در هکتار) بیشتر از تیپ B (۱۷۵ اصله در هکتار) بود (جدول ۴)؛ به‌طوری که میانگین عرض حریم واقعی در تیپ A ۱۵/۱۰ متر و در تیپ B ۱۴/۲۱ متر به‌دست آمد. بدین‌ترتیب، پس از نشانه‌گذاری و قطع درختان موجود در محدودهٔ حریم جاده‌های واقع در تیپ A، سطح زیادی از عرصه از تولید بیولوژیک چوب خارج شد. نکویی‌مهر و همکاران (۱۳۸۵) گسترش بیش از حد جاده را یکی از عوامل مهم در تخریب عرصه‌های منابع طبیعی عنوان کردند. آن‌ها سطح تخریب مازاد ناشی از عدم رعایت اصول جاده‌سازی و تعیین عرض حریم را سه برابر سطح تخریب غیر قابل اجتناب حاصل از عملیات خاکی پروژه‌های جاده‌سازی برآورد کردند. شدت تخریب عرصه‌های جنگلی در اثر جاده‌سازی به عوامل گوناگونی از جمله نوع جاده، توپوگرافی منطقه، حساسیت خاک و سازندهای زمین‌شناسی مسیر جاده بستگی دارد (صلواتی دزفولی و محسنی ساروی، ۱۳۸۴).

رابطهٔ رگرسیون خطی نشان داد که عرض عملیات خاکی با افزایش شیب دامنه بیشتر می‌شود. این موضوع به این دلیل است که در دامنه‌های پرشیب، رعایت عدد پروژه و عرض بستر استاندارد، مستلزم برداشت حجم خاک بیشتر از سمت دامنهٔ خاکبرداری است. بنابراین طول شیروانی خاکبرداری و متعاقب آن طول خاکریز و عرض عملیات خاکی افزایش می‌یابد. افزایش عرض عملیات خاکی به اختصاص یافتن سطح بیشتری از رویشگاه به محدودهٔ ساختمانی منجر می‌شود که این مسئله در اراضی پرشیب موجب وارد آمدن آسیب به زادآوری (مدفون شدن، خمیدگی، زخمی شدن و شکستگی) می‌شود (نکویی‌مهر و همکاران، ۱۳۸۵). Potočnik *et al.* (2008) ضمن انجام تحقیقاتی در راشستان‌های اسلوونی دریافتند که عرض عملیات خاکی جاده‌ها در مناطق پرشیب تا ۸۰ درصد و در مناطقی که شیب ملایم، ولی سنگ بستر آن سست است، تا ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. به‌عبارت دیگر اگر عرض عملیات خاکی روی سنگ بستر سخت و شیب‌های ملایم ۵/۴ متر باشد، روی سنگ بستر سست و شیب‌های تند به ۱۱/۴ متر می‌رسد. افزایش عرض حریم واقعی همگام با افزایش شیب دامنه به‌دلیل شرایط توزیع و تراکم طبیعی درختان است. در دامنه‌های پرشیب به‌دلیل آبشویی لایه‌های سطحی خاک و ناپایداری بذور و در نتیجه فاصلهٔ زیاد درختان از یکدیگر (نسبت به مناطق کم‌شیب)، با قطع تعدادی درخت، سطح زیادی از عرصه باز شده و از تولید بیولوژیک خارج می‌شود (مروی مهاجر، ۱۳۸۴) (شکل ۲).

سطح اختصاص‌یافته به عملیات خاکی در هر یک از کلاسه‌های شیب تیپ B بیشتر از تیپ A بود؛ زیرا در تیپ B عملیات خاکبرداری توسط بولدوزر و در تیپ A توسط بیل هیدرولیکی انجام گرفته بود. تفاوت در ماهیت عملکرد و مشخصات فنی بولدوزر نسبت به بیل هیدرولیکی و همچنین ابعاد و ظرفیت حجمی بیشتر باکت بولدوزر نسبت به بیل هیدرولیکی سبب می‌شود که عرض عملیات خاکی جاده‌های احداث‌شده با بولدوزر بیشتر باشد. در جنگل‌های پرشیب ترکیه، عرض عملیات خاکی جاده‌های احداث‌شده با بولدوزر حدود دو برابر جاده‌های احداث‌شده با بیل هیدرولیکی عنوان شده است (Tunay & Melemez, 2004) که مطلب اخیر را تأیید می‌کند.

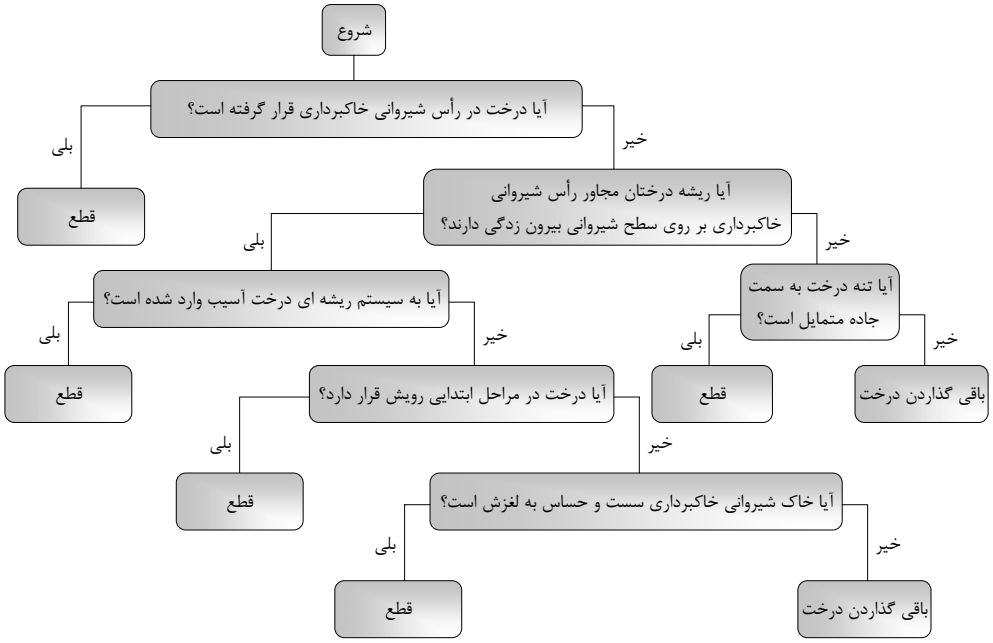
با توجه به شکل‌های ۴ و ۵، در برخی از کلاسه‌های شیب بین سطح خاکریز محدودهٔ عملیات خاکی و سطح حریم واقعی تداخل وجود داشت که این موضوع نشان‌دهندهٔ وجود درختان بر روی شیروانی خاکریزی به‌دلیل عدم نشانه‌گذاری آن‌ها از سوی نشانه‌گذار در هنگام تعیین عرض حریم بود (جدول ۶). برخی راه‌سازان معتقدند که عرض برداشت درختان در هر طرف جاده باید به اندازهٔ پهنای خود جاده باشد و در موقع ساختن

راه، باید عرضی را معادل سه برابر عرض راه پاکتراشی کرد. همچنین بیان شده است که عرض حریم باید به اندازه‌ای باشد که بعد از ساعت ۹ صبح هیچ سایه‌ای در کف راه نباشد (دوانلو، ۱۳۴۳). پیشنهاد مطرح‌شده از سوی دوانلو (۱۳۴۳) با توجه به ارتفاع زیاد درختان در جنگل‌های شمال کشور، غیرعملی است. لطفعلیان (۱۳۸۰) بهترین روش برای تعیین عرض حریم بهینه را استفاده از پلان عرضی راه و تعیین حدود خاکریزی و خاکبرداری با توجه به شیب عرضی دامنه و لحاظ کردن دیگر عوامل در آن عنوان کرد. وی عرض حریم ۱۷ متر را برای راه‌های اصلی درجهٔ یک، ۱۵ متر را برای راه‌های اصلی درجهٔ دو و ۱۲ متر را برای راه‌های فرعی مناسب دانست. در پژوهش حاضر متوسط کل عرض حریم جاده‌های جنگلی درجهٔ دو سری لت تالار ۱۴/۶ متر به‌دست آمد که اختلاف چندانی با رقم پیشنهادشده از سوی لطفعلیان (۱۳۸۰) برای راه‌های اصلی درجهٔ دو ندارد. همچنین با استخراج عرض حریم از شکل ۱ مشخص می‌شود که سازمان برنامه و بودجهٔ کشور به‌ترتیب ارقام ۱۰/۵، ۱۳، ۱۸ و ۲۲ متر را برای کلاسه‌های شیب ۴۰-۳۰، ۵۰-۴۰، ۶۰-۵۰ و ۷۰-۶۰ درصد جاده‌های جنگلی درجهٔ دو یک طرفه با شیب شیروانی خاکبرداری ۱:۱ و خاکریز ۲:۳ در نظر می‌گیرد (ساریخانی و مجنونیان، ۱۳۷۳). در این تحقیق، متوسط عرض حریم برای جاده‌های جنگلی درجهٔ دو سری لت تالار با همان زاویهٔ شیب شیروانی اشاره شده در قبل و برای کلاسه‌های شیب ۳۰-۴۰، ۴۰-۵۰، ۵۰-۶۰ و ۶۰-۷۰ درصد به‌ترتیب ۱۱/۵، ۱۳/۲، ۱۵/۷ و ۱۸/۱ متر به‌دست آمد.

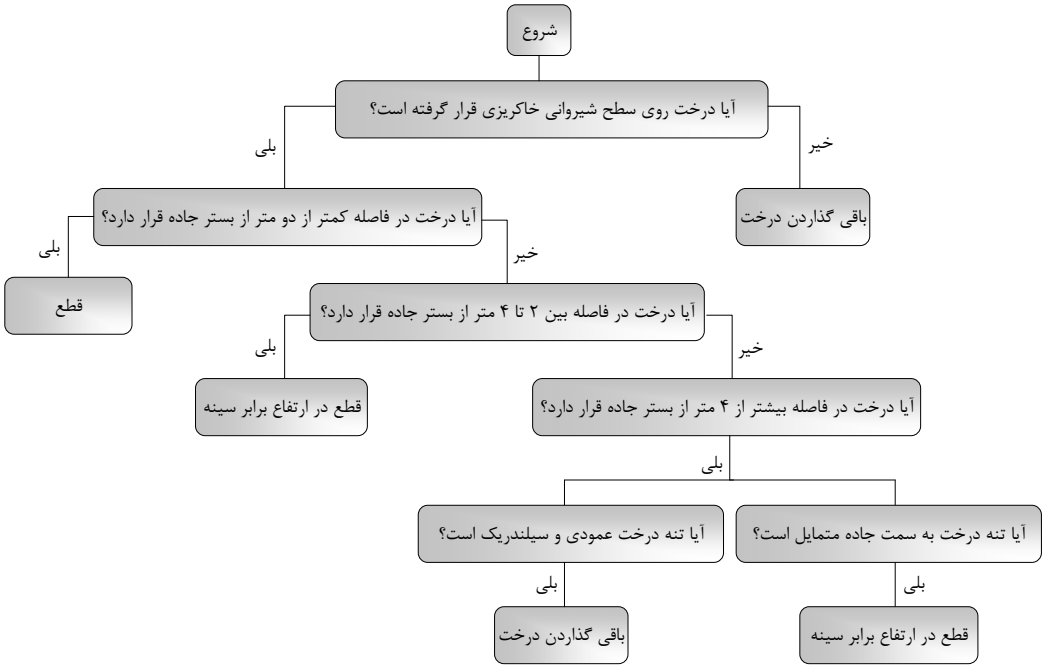
برخلاف نظر برخی متخصصان امور راه‌سازی کشور دربارهٔ اثر منفی تاج درختان مجاور بر طول عمر جاده‌های جنگلی به واسطهٔ سایه انداختن و دیر خشک شدن بستر راه، برخی دیگر از محققان (۲۰۰۸) معتقدند که تماس مستقیم قطرات باران با بستر جاده موجب شست‌وشوی عوامل پیونددهندهٔ ذرات درشت‌دانهٔ مصالح روسازی و در نتیجه ایجاد شیارهای طولی و وارد آمدن آسیب به این لایه می‌شود. بنابراین شاخ و برگ‌های درختانی که در حاشیهٔ محدودهٔ پاکتراشی شدهٔ مقطع عرضی جاده‌های جنگلی قرار دارند (به‌ویژه پهن‌برگان) در نقش حائل از تماس مستقیم قطرات باران و تابش مستقیم نور خورشید به بدنهٔ جاده جلوگیری می‌کنند و مانع از اشباع رطوبتی و خشک شدن شدید بستر جاده می‌شوند (Potočnik *et al*., 2008). نتایج تحقیقات این پژوهشگران در جنگل‌های راش جنوب شرقی اسلوونی با شیب متوسط ۳۵ درصد نشان داد که در جاده‌های با قدمت ۱۵ سال و عرض بستر ۴ متر، مقدار عرض عملیات خاکی (رأس شیروانی خاکبرداری تا پای شیروانی خاکریزی) ۱۰/۶۵ متر، فاصلهٔ بین تنهٔ درختان دو طرف جاده ۱۵/۳۹ متر و فاصلهٔ بین تاج درختان ۵/۹۷ متر بود. برای جاده‌های با قدمت ۳۵ سال این ارقام به‌ترتیب ۳/۵۵، ۸/۵۳، ۱۲/۳۹ و ۰/۷۴ متر به‌دست آمد. برای جاده‌های با قدمت ۵۰ سال مقدار عرض بستر جاده ۳/۳۴ متر، عرض عملیات خاکی ۷/۱۰ متر، فاصلهٔ بین تنهٔ درختان دو طرف جاده ۹/۴۵ متر و فاصلهٔ بین تاج درختان ۰/۲۴ متر بود.

با توجه به مطالب ذکرشده پیشنهاد می‌شود که برای دستیابی به عرض حریم بهینه در اراضی پرشیب جنگل‌های هیرکانی که خاکریزهای مرتفع دارند، قبل از آغاز عملیات خاکی حداقل عرض حریم جاده‌های جنگلی درجهٔ دو (۷ تا ۸ متر) تعیین و قطع یکسره شود و پس از عملیات خاکی به‌کمک مدل‌های چارتی ارائه‌شده در شکل‌های ۶ و ۷، درختان مزاحم مسیر شناسایی و برداشت شوند. برداشت درختان از روی سطح شیروانی خاکریزی باید با احتیاط بیشتری صورت گیرد، زیرا بر اساس نتایج تحقیقات انجام گرفته، چنانچه درختان روی خاکریز در فاصلهٔ مشخصی (با توجه به وضعیت ریشه‌دوانی و تقارن تاج) از لبهٔ جاده قرار داشته باشند سبب پایداری بدنهٔ راه می‌شوند و تاج‌پوشش آن‌ها نیز مانع از برخورد مستقیم بارندگی به سطح بستر جاده می‌شود (Potočnik *et al*., 2005).

در جمع‌بندی کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که با بررسی‌های دقیق میدانی و بررسی تأثیر عوامل شیب دامنه، مشخصات رویشی توده‌های جنگلی، عرض عملیات خاکی ماشین‌آلات راه‌سازی و ... بر حریم واقعی جاده‌ها می‌توان الگوریتمی مبتنی بر موازین زیست-محیطی و اقتصادی برای تعیین عرض حریم بهینهٔ جاده‌های جنگلی در هر منطقه به‌ویژه عرصه‌های پرشیب تهیه کرد تا ضمن کاهش برداشت درختان، بیشترین ایمنی برای حمل و نقل و دوام برای جاده‌ها حاصل شود.



شکل۶- مدل چارتی یا توصیفی برای تعیین عرض حریم بهینهٔ جاده‌های جنگلی



شکل۷- مدل چارتی یا توصیفی برای تعیین عرض حریم بهینهٔ جاده‌های جنگلی

منابع

تجبر، منصور، ۱۳۸۰. تحقیق عملیاتی در مدیریت، انتشارات جهاد دانشگاهی، اصفهان، ص ۱۷۲.

خطیبی، نسرین دخت، ۱۳۸۳. جنگل‌های باستانی شمال در آستانه وداع، انتشارات شرکت سهامی انتشار، تهران، ص ۱۵۰.

دوانلو، مهدی،۱۳۴۳. راه‌سازی در جنگل، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشکدهٔ منابع‌طبیعی دانشگاه تهران، ص ۷۶.

زبیری، محمود، ۱۳۷۹. آماربرداری در جنگل (اندازه-گیری درخت و جنگل)، انتشارات دانشگاه تهران، شمارهٔ ۲۲۳۸، ص ۴۰۱.

ساریخانی، نصرت‌الله و باریس مجنونیان، ۱۳۷۳. راهنمای طرح، اجرا و بهره‌برداری راه‌های جنگلی، شمارهٔ ۱۳۱، انتشارات سازمان برنامه و بودجه، ص ۱۷۰.

سلطانی، افشین، ۱۳۷۷. کاربرد نرم‌افزار SAS در تجزیه‌های آماری، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، شمارهٔ ۱۸۸، ص ۱۶۶.

صلواتی دزفولی، علی و محمد محسنی ساروی، ۱۳۸۴. اثرات جاده‌سازی در حریم رودخانه‌ها، ملاحظات زیست محیطی و هیدرولیکی، راهنمای آموزش و طراحی، انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ص ۵۰۴.

عبدالله‌پور، مصطفی و علیرضا اسدی، ۱۳۸۰. ضرورت اجرای طرح‌های جنگلداری در جنگل‌های شمال کشور، در مجموعه مقالات دومین سمینار جنگل و صنعت، تهران، ۱-۳۱.

کتابچهٔ طرح جنگلداری سری لت‌تالار، ۱۳۷۳. ادارهٔ کل منابع طبیعی استان مازندران، سازمان جنگل‌ها و مراتع، شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران، ۲۷۲ ص.

لطفعلیان، مجید، ۱۳۸۰. بررسی عوامل مؤثر در تعیین تراکم بهینهٔ شبکهٔ راه‌های جنگلی (طرح جنگلداری سنگده- استان مازندران). رسالهٔ دکتری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص ۱۳۰.

مروی مهاجر، محمدرضا، ۱۳۸۴. جنگل‌شناسی و پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، شمارهٔ ۲۷۰۹، ص ۳۸۷.

میرزایی، محمودرضا، ۱۳۸۳. بررسی تأثیر جاده بر رویش قطری درختان حاشیهٔ جاده در طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ص ۸۰.

نمیرانیان، منوچهر، ۱۳۸۵. اندازه‌گیری درخت و زیست‌سنجی جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، شمارهٔ ۲۸۰۰، ص ۵۷۴.

نکویی‌مهر، محمد، نصرت‌الله رأفت‌نیا، روانبخش رئیسیان، حسن جهانبازی، محمود طالبی و خدایار عبدالهی، ۱۳۸۵. تأثیر جاده‌سازی بر تخریب جنگل‌های منطقهٔ بازیافت، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۴ (۳): ۲۲۸-۲۴۳.

نریمانی، گرشاسب، ۱۳۸۱. طرح هندسی راه، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۵۱۷، ص ۵۵۲.

Acar, H.H., 1999. Forest Roads and harvesting operations in forestry, 1 st international symposium on protection of natural environment, 8pp.

LeDoux, C.B., 2004. Determining safe clearing limits for skid road/trail construction, Proceedings of the 14th Central Hardwood Forest Conference, 148–153.

Lugo, A.E. & H. Gucinski, 2000. Function, effects and management of forest roads, *Forest Ecology and Management*, 133(3): 249-262.

Pearce, J.K. & G. Stenzel, 1972. Logging and pulpwood production. New York, NY: Ronald Press.

Potočnik, I., T. Yoshioka, Y. Miyamoto, H. Igarashi & H. Sakai, 2005. Maintenance of forest road network by natural forest management in Tokyo university forest in Hokkaido. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 26(2): 71-78.

Potočnik, I., T. Pentek, D. Pičman, I. Papa & A. Poje, 2008. Filling in the clearance of a forest road cross-section in Beech forest. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 29(1): 53-62.

Sedlak, O., 1985. Forest road planning, location and construction techniques on steep terrain. Logging and transport in steep terrain. FAO Forestry Paper, FAO, Rome, 333 pp.
Tunay, M. & K. Melemez, 2004. Environmental effects of forest road construction on steep slope. CAB abstracts, 13(52): 33-37.

Investigation on the forest roads right-of-way based on earthworking limit, hillside gradient and vegetative characteristics of edge stands (case study in Lat Talar forest - watershed of Tejen river)

A. Parsakhoo[*1], S. A. Hosseini[2] and M. Lotfalian[2]
[1]M.Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Mazindaran, I. R. Iran
[2]Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Mazindaran, I. R. Iran
(Received: 10 November 2008, Accepted: 24 May 2009)

Abstract
According to forest ecosystem conditions in Hyrcanian forests, the fixed numbers can not be useful for determining forest roads right-of-way. Also, these numbers are frequently ignored by the executives and road constructors in order to preserve valuable trees and avoid cutting these trees on sensitive points such as cut slopes and fill slopes. In some cases that roads right-of-way is considered based on standard numbers, the vegetative characteristics of edge stands is determinant of real forest roads right-of-way. In this study the status of real right-of-way was evaluated based on earth working limit, vegetative characteristics of edge stands and different slope classes of hillside in Lat Talar forests. Results showed that the forest roads right-of-way increased with raising hillside gradient ($P<0.05$). The mean width of real right-of-way in type A (*Fageto-carpinetum* with 155 stem per hectare and crown cover 75 percent) and B (*Fageto-carpinetum* with 175 stem per hectare and crown cover 85 percent) were 15.10 and 14.21, respectively. The most overlapped area between real right-of-way and fill slope of roads was observed in slope classes 30-40 and 40-50 percent in both types and the lowest overlapped area were seen in slope classes 50-60 and 60-70 percent. Finally, the optimum right-of-way of forest roads was separately determined for cut and fill slope in steep slopes of Hyrcanian forests using chart models. This method decreases the rate of tree felling and increases the safety and permanency of forest roads.

Key words: Right-of-way, Forest road, Cut slope, Fill slope, Chart model.

[*]Corresponding author Tel: +98 911 1286774 Email: persian3064aidin@yahoo.com