



دانشگاه گوارا، دانشکده علوم جنگل

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل  
جلد بیستم و یکم، شماره سوم، ۱۳۹۳  
<http://jwfst.gau.ac.ir>

## مقایسه عملیات خاکی، تغییرات حجم برداشت و هزینه جاده جنگلی با شرایط استاندارد ساخت (مطالعه موردی: سری ارزفون)

\*سیدعطاله حسینی<sup>۱</sup> و فاطمه‌السادات جلالیان‌هاشمی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشگاه تهران، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد

دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۲۸

### چکیده

شبکه جاده جنگلی گران‌ترین فعالیت عمرانی از نظر محیط زیستی و اقتصادی می‌باشد. توجه به کاهش اثرات سوء محیط زیستی و اقتصادی، رعایت استانداردهای فنی در طراحی و ساخت شبکه جاده جنگلی به‌عنوان یک ضرورت مطرح است. این پژوهش در سری ارزفون شرکت چوب و کاغذ ساری و در طول ۱۲/۴ کیلومتر جاده‌های درجه ۲ ساخته شده، برای محاسبه میزان حجم عملیات خاکی، میزان افزایش برداشت سطح عرصه و هزینه‌های آن در مقایسه با شرایط استاندارد انجام گرفت. برای محاسبه حجم عملیات خاکی، شیب دامنه منطقه مورد مطالعه به سه طبقه شیب ۰-۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰-۴۵ درصد طبقه‌بندی شد. مشخصات طول شیروانی خاک‌برداری و خاک‌ریزی و عرض عملیات خاکی با استفاده از دو عامل بافت خاک و زاویه مناسب شیروانی (استاندارد مندرج در نشریه ۱۳۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) به‌دست آمد. سپس با استفاده از داده‌های مقطع عرضی (شرایط موجود و حالت استاندارد) سطح برداشت و حجم عملیات خاکی با نرم‌افزار اتوکل در ۳ طبقه شیب محاسبه شد. عرض پاک شده از درختان در عرصه و سطح آن با توجه به متوسط عرض برداشت و میزان موجودی در هکتار در هر طبقه شیب و در کیلومتر در وضعیت موجود برآورد و با استاندارد مقایسه شد. مقایسه شرایط استاندارد و ساخته شده توسط SPSS و با آزمون t استیودنت مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد سطح برداشت شده از درختان در عرصه برای ساخت جاده، در طبقه شیب

\* مسئول مکاتبه: [at.hosseini@ut.ac.ir](mailto:at.hosseini@ut.ac.ir)

کم‌تر ۱۵ درصد، ۴/۴۹ هکتار و در طبقه شیب ۳۰-۱۵ درصد ۱/۰۸ هکتار هر دو بیش‌تر از میزان به‌دست آمده در شرایط استاندارد و در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. در طبقه شیب ۴۵-۳۰ درصد ۰/۳۵ هکتار کم‌تر از استاندارد و بدون معنی‌داری به‌دست آمد. حجم عملیات خاکی موجود در کلاسه شیب کم‌تر از ۱۵ درصد ۲/۴ برابر اندازه استاندارد، در طبقه ۳۰-۱۵ درصد ۱/۲ برابر استاندارد و در طبقه ۴۵-۳۰ درصد با استاندارد مساوی می‌باشد. در سراسر طول جاده مورد بررسی، به‌میزان ۶۹۲/۹ مترمکعب افزایش برداشت از موجودی در هکتار وجود داشت. در نهایت هزینه مربوط به عملیات خاکی در منطقه مورد مطالعه برابر ۴۶۱/۷۰۰/۰۰۰ تومان بیش‌تر از میزان آن در شرایط استاندارد می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** حجم عملیات خاکی، استاندارد جاده جنگلی، موجودی در هکتار، هزینه، ارزفون

#### مقدمه

توسعه پایدار و اجرای بهینه طرح‌های جنگلداری مستلزم ایجاد شبکه‌هایی از جاده‌های اصلی و فرعی می‌باشد. از طرفی احداث جاده در یک منطقه جنگلی کوهستانی در واقع یک دخالت عمده در طبیعت دست‌نخورده و ناشناخته جنگل بوده و منجر به به‌هم زدن تعادل طبیعی می‌شود (مجنونیان و همکاران، ۲۰۰۸). احداث جاده‌های جنگلی برای دسترسی به جنگل به‌منظور استفاده از خدمات آن، اجرای عملیات حفاظتی برای حمل و نقل محصولات چوبی و غیرچوبی یک نیاز ملی است و از این دیدگاه در درآمد ملی کشور به‌طور عموم نقش ویژه‌ای دارند. از طرفی دیگر، در صورتی که این جاده‌ها به‌صورت صحیح طراحی و ساخته نشوند باعث تخریب جنگل می‌گردند و اصل تولید پایدار در جنگلداری علمی را زیر سؤال می‌برند (نیکوی و همکاران، ۲۰۰۵). در مناطق کوهستانی، به‌دلیل وجود شرایط مختلف و متنوع شیب و توپوگرافی، به دقت بیش‌تری برای رعایت استانداردهای فنی جاده‌های جنگلی نیاز می‌باشد. از آن‌جا که جاده‌های جنگلی به‌منظور حفاظت مؤثر از جنگل، امکان دخالت‌های مدیریتی در امر پرورش و جوان‌سازی جنگل، جنگل‌کاری و اکوتوریسم، به حداکثر رساندن ارزش افزوده تولیدات و جلوگیری از ضایعات محصولات جنگلی طراحی و احداث می‌گردند، باید در خصوص استاندارد نمودن مشخصات فنی و هندسی آن‌ها، توجه ویژه‌ای اعمال گردد (حسینی و همکاران، ۲۰۱۲). شبکه جاده جنگلی گران‌ترین فعالیت انسانی در جنگل، هم از نظر اقتصادی و هم از نظر تأثیرات زیست‌محیطی است. با توجه به اثرات مضر شبکه جاده که در تضاد با

اصول پایداری است باید به استانداردهای برنامه‌ریزی طراحی شبکه جاده از نظر شیب، عرض، روسازی، زهکشی و... توجه داشت (دمیر، ۲۰۰۷). لطیفی (۲۰۰۶) در طرح جنگلداری سری‌الندان ساری، رعایت حداقل طول و عرض و نیز تعیین حریم متناسب جاده با رویشگاه را متضمن کاهش تخریب محیط زیست و به حداقل رساندن هزینه‌های جاده‌سازی ذکر نمود. نتایج مطالعه پتانیک و همکاران (۲۰۰۸) در جنگل‌های راش جنوب‌شرقی اسلوونی نشان داد که جاده‌های با قدمت ۱۵ سال در دامنه‌های با شیب متوسط ۳۵ درصد و عرض بستر ۴ متر، مقدار عرض عملیات خاکی رأس شیروانی خاک‌برداری تا پای شیروانی خاکریزی ۱۰/۶۵ متر خواهد بود. حسینی و همکاران (۲۰۱۲) هزینه و حجم عملیات خاکی انجام شده در شبکه جاده‌های جنگلی تحت پوشش شرکت نکا چوب را با استانداردهای موجود مورد مقایسه قرار داد. وی برای محاسبه عملیات خاکی نخست پروفیل عرضی را به روش پلکانی برداشت نمود و سپس آن‌ها را در نرم‌افزار Road ترسیم و حجم‌یابی کرد. نتایج نشان داد که نبود رعایت استانداردهای پروفیل عرضی و عدد قرمز پروژه باعث افزایش هزینه و حجم عملیات خاک‌برداری و خاک‌ریزی در کلاسه‌های مختلف شیب دامنه می‌شود. لی و همکاران (۲۰۰۵) طی آنالیز پایداری شیروانی‌های خاک‌برداری در بندر تیانجین کشور چین چنین نتیجه‌گیری نمود که جنس خاک پروفیل‌های عرضی و همچنین زاویه شیب شیروانی‌های ساخته شده در عملیات خاک‌برداری، نقش مهمی در پایداری خاک و وقوع ریزش‌های سطحی دارند. با توجه به پژوهش‌های انجام شده، جلوگیری از کاهش سطح مؤثر جنگل و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و جلوگیری از هدر رفتن سرمایه‌گذاری انجام شده در احداث جاده و حفظ و پایداری تولید و تداوم ترافیک جاده‌ای در جنگل ضرورت انجام این پژوهش را مشخص ساخته است. در این پژوهش سعی شده است که حجم عملیات خاکی به‌دست آمده از احداث جاده موجود برآورد شود و نشان داده شود که در صورت وجود تفاوت با استانداردهای ساخت، هزینه تحمیلی عملیات خاکی به‌دست آمده از نبود رعایت استانداردها چه میزان می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** جنگل‌های سری‌ارزون با سطحی حدود ۱۱۱۲ هکتار، بین طول شرقی ۵۳ درجه و ۲ دقیقه و صفر ثانیه تا ۵۳ درجه و ۴ دقیقه و ۵۷ ثانیه و عرض شمالی ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه و

۳۵ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۲۲ دقیقه و ۴۸ ثانیه و در حوزه آبخیز شماره ۷۱ رودخانه تجن واقع شده و سری ۲ از بخش ۳ جنگل‌های حوزه چوب و کاغذ مازندران را تشکیل می‌دهد (شکل ۱). اراضی موجود در سری در محدوده شیب ۰-۵۰ درصد قرار دارد. تیپ خاک محدوده مورد مطالعه غالباً از سنگ‌های آهکی، آهکی مارنی، مارن و ماسه‌سنگی آهکی می‌باشد. بافت خاک منطقه، رسی لومی تا سیلتی رسی لومی می‌باشد. کل جاده موجود در این سری شامل ۱۷/۲ کیلومتر می‌باشد. متوسط موجودی حجم در هکتار در این سری ۱۳۲/۷۴ مترمکعب در هکتار است (طرح جنگلداری سری ارزفون، ۲۰۰۵).



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه.

## روش مطالعه

نحوه جمع‌آوری اطلاعات و داده‌ها: برای انجام پژوهش، ابتدا نقشه جاده‌های منطقه مورد مطالعه گردآوری شد. با بهره‌گیری از نقشه‌ها و اطلاعات موجود در کتابچه طرح، وضعیت راه‌های جنگلی به طول ۱۲/۴ کیلومتر از جاده‌های درجه ۲ سری ارزفون مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به وضعیت خاک‌شناسی و تیپ خاک موجود در نقشه مربوطه، برای به‌دست آوردن اطمینان لازم، اقدام به نمونه‌گیری خاک شد. ۲۰ نمونه خاک به روش تصادفی ساده از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری توسط سیلندر فلزی به قطر ۷ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر برداشت شدند. پس از انجام آزمایش‌ها مشخص شد که بافت خاک منطقه، براساس طبقه‌بندی یکنواخت از نوع CH و CL می‌باشد. با توجه به شناسایی نوع بافت خاک و براساس جدول‌های ۱ و ۲ و نحوه تعیین حریم به شیوه متغیر (ساریخانی و مجنونیان، ۱۹۹۴) ادامه کار به‌نحو توضیحات زیر به انجام رسید.

نحوه محاسبه طول شیروانی خاک‌ریزی و خاک‌برداری، طول عملیات خاکی، حجم عملیات خاکی و سطح برداشت استاندارد: با توجه به استانداردهای مربوطه و تعیین زاویه شیروانی‌ها که مهم‌ترین عامل در آن بافت خاک می‌باشد، به بررسی وضعیت زاویه شیروانی‌ها و سپس طول شیروانی‌ها، طول عملیات خاکی و حجم عملیات خاکی اقدام شد (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- شیب استاندارد شیروانی‌های خاک‌برداری (ساریخانی و مجنونیان، ۱۹۹۴؛ نوبخت، ۲۰۰۳).

نوع خاک	ماسه نرم	ماسه درشت همراه با لای	شن متراکم	لای و رس خشک
زاویه شیروانی (درجه)	۲۶/۵-۳۰	۳۰-۳۵	۳۹-۴۵	۳۴-۴۵

جدول ۲- شیب استاندارد شیروانی‌های خاک‌ریزی (توران، ۲۰۰۷).

نوع خاک	ماسه خشک	شن	رس	ماسه مرطوب
زاویه شیروانی (درجه)	۳۴-۳۰	۳۵	۳۵	۳۷

به این منظور با توجه با ندازه حداکثر و حداقل شیب منطقه مورد مطالعه و نحوه توزیع جاده درجه ۲ موجود (به طول ۱۲/۴ کیلومتر) طبقه‌بندی شیب دامنه انجام گرفت. براساس آن ۳ طبقه شیب

به ترتیب، کم‌تر از ۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰-۴۵ درصد مد نظر قرار گرفت. با توجه به زاویه شیروانی‌ها و طبقه‌بندی شیب دامنه طول شیروانی خاکریزی و خاک‌برداری، طول عملیات خاکی، حجم عملیات خاکی و سطح برداشت (فاصله بین دو مقطع ۱۰ متر تعیین شد) استاندارد با ترسیم در نرم‌افزار اتوکد برآورد شد (جدول ۳).

جدول ۳- طول شیروانی خاکریزی و خاک‌برداری، طول عملیات خاکی و حجم عملیات خاکی استاندارد.

کلاسه‌های شیب (درصد)			
۳۰-۴۵	۱۵-۳۰	<۱۵	
۷/۵	۳	۱	طول شیروانی خاکریزی (متر)
۳/۵	۲	۰/۷	طول شیروانی خاکریزی (متر)
۱۴	۹	۷	عرض عملیات خاکی (متر)
۵۷	۲۲	۸	حجم خاکریزی (مترمکعب)
۳۴	۱۷	۷	حجم خاک‌برداری (مترمکعب)
۱۵۶/۶	۹۸/۸	۷۱	سطح برداشت (مترمربع)

نحوه محاسبه و انتخاب تعداد نمونه پروفیل عرضی: با توجه این‌که بیش‌تر طول جاده در محدوده دامنه با شیب ۰-۴۵ درصد احداث شده است، برای مطالعه مشخصات مقطع عرضی جاده برای محاسبه حجم عملیات خاکی، سه طبقه شیب ۰-۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰-۴۵ درصد مورد نظر قرار گرفت. تعداد کل پروفیل‌های عرضی مورد اندازه‌گیری برای مقایسه شرایط موجود و استاندارد ۴۰ می‌باشد. این تعداد با توجه به نسبت سهم توزیع طول جاده در طبقات مختلف شیب تنظیم و محاسبه شد. طول جاده در هر طبقه در منطقه مورد مطالعه در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴- طول جاده در کلاسه‌های شیب مختلف در ارزفون.

طول جاده در کلاسه‌های شیب مختلف (متر)			منطقه
۳۰-۴۵	۱۵-۳۰	<۱۵	
۲۵۰۰	۳۰۰۰	۶۹۰۰	ارزفون

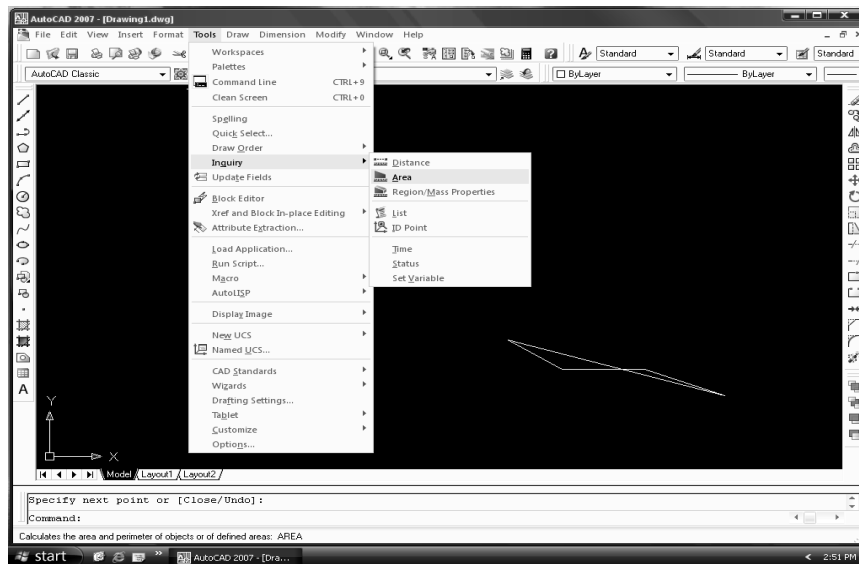
برداشت پروفیل عرضی: برای برداشت نمونه‌های پروفیل، با توجه به عبور طول مسیر جاده موجود از هر کلاسه شیب (کم‌تر از ۱۵، ۳۰-۱۵ و ۴۵-۳۰ درصد) و با توجه به این‌که در هر کلاسه شیب ۴۰ نمونه مورد انتخاب می‌باشد بنابراین با تقسیم تعداد نمونه‌ها در طول مسیر موجود برای هر کلاسه شیب، به تعیین مکان نمونه‌ها در نقشه اقدام شد. ابتدا موقعیت مکانی نمونه‌های پروفیل عرضی انتخاب شده روی نقشه مشخص و سپس با راهنمایی کارشناسان شرکت، در عرصه تعیین موقعیت شد. در مرحله بعد برای بررسی وضعیت مقاطع عرضی جاده ساخته شده (با توجه به پروفیل استاندارد)، متوسط شیب دامنه در محل برداشت پروفیل‌های عرضی از طریق نشانه‌روی با شیب‌سنج به ارتفاع برابر چشم شاخص مستقر در دامنه پایین‌دست و بالادست جاده تعیین شد. مقادیر عرض بستر، عرض عملیات خاکی، طول شیروانی‌های خاک‌برداری و خاک‌ریزی جاده‌های احداث شده به کمک متر فلزی و زاویه شیروانی‌ها با قرائت درجه‌بندی جانبی دستگاه شیب‌سنج در حالت مماس بر امتداد شیب آن‌ها بر روی یک سطح صاف به دست آمد (شکل ۲).



شکل ۲- برداشت مشخصات مقطع عرضی ساخته شده با متر فلزی، شیب‌سنج و شاخص.

نحوه تعیین حجم عملیات خاکی: برای تعیین حجم عملیات خاکی باید سطوح پروفیل‌های عرضی را حساب کرد. در محاسبه سطح به وسیله کامپیوتر، از نرم‌افزار اتوکد استفاده می‌شود (شکل ۲). حجم عملیات خاکی با توجه به سطوح خاک‌برداری و خاک‌ریزی پروفیل‌های عرضی و فواصل بین آن‌ها محاسبه می‌شود. اگر هر دو مقطع عرضی مجاور هم، خاک‌برداری و یا خاک‌ریزی و سطح مقطع اول  $A_i$  مترمربع، سطح مقطع دوم  $A_{i+1}$  مترمربع و فاصله بین دو مقطع  $L_{i,i+1}$  متر باشد، در آن صورت برای محاسبه حجم عملیات خاکی (مترمکعب)، از رابطه سطح متوسط (رابطه ۱) استفاده می‌شود (بهبهانی، ۲۰۰۹):

$$V_{i,i+1} = \left( \frac{A_i + A_{i+1}}{2} \right) L_{i,i+1} \quad (1)$$



شکل ۳- ترسیم پروفیل مقطع عرضی در نرم‌افزار اتوکد.

محاسبه سطح عرصه برداشت شده از درختان در هر کلاسه شیب: بعد از ترسیم پروفیل عرضی در نرم‌افزار اتوکد، عرض برداشت بر روی سطح شیب‌دار از ابتدای خاک‌برداری تا انتهای خاک‌ریزی محاسبه شده است. سپس سطح برداشت با توجه به متوسط عرض برداشت در هر کلاسه شیب در طول ۱ کیلومتر برآورد شد. این میزان برای حالت استاندارد نیز محاسبه شد. پس از محاسبه برای ۱ کیلومتر از طول جاده، برای کل طول جاده موجود در هر کلاسه سطح عرصه برداشت شده حساب شد. برای مقایسه حالت موجود با استاندارد، اختلاف سطح موجود در هر کیلومتر در طول کل جاده ضرب شده است.

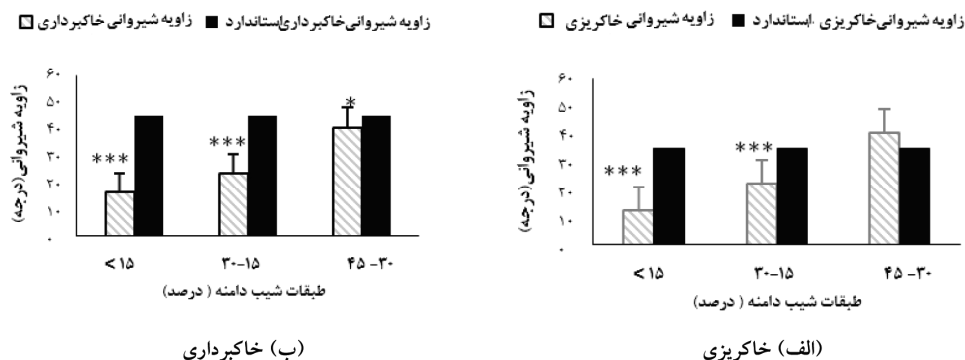
محاسبه حجم برداشت (موجودی در هکتار): برای محاسبه موجودی در هکتار سطح برداشت شده در موجودی در هکتار کل منطقه ضرب شد. موجودی در هکتار منطقه مورد مطالعه با استناد به کتابچه طرح مربوطه ۱۳۲/۷۴ مترمکعب در هکتار بوده است.



تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های پروفیل عرضی با تیمار منطقه (جنگل سری ارزفون) در کلاسه‌های مختلف شیب در نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های t استیودنت و تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه مورد بررسی قرار گرفت. قبل از انجام آزمون‌های آماری، نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. میانگین مشخصه پروفیل‌های عرضی احداث شده با استفاده از دستورالعمل میانگین (Mean) و مقایسه بین میانگین با مقدار استاندارد به روش (One-sample) T-test صورت گرفت.

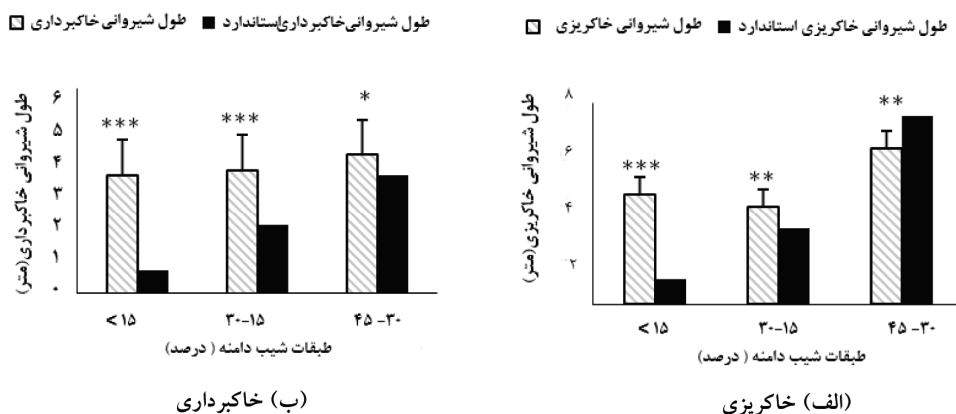
### نتایج

مقایسه ساخت زاویه و طول شیروانی‌ها با استاندارد: زاویه شیروانی خاک‌ریزی در طبقات کم‌تر از ۱۵ و ۳۰-۱۵ درصد کم‌تر از استاندارد مشاهده شد که در سطح ۱ درصد با استاندارد تفاوت معنی‌دار ملاحظه شد، اما در طبقه ۳۰-۴۵ درصد در سطح ۱ درصد با استاندارد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و بیش‌تر از حد استاندارد بود. زاویه شیروانی خاک‌برداری در تمامی طبقات کم‌تر از حد استاندارد به‌دست آمد. در طبقه کم‌تر از ۱۵ و ۳۰-۱۵ درصد در سطح ۱ درصد با استاندارد تفاوت معنی‌دار مشاهده شد، اما در کلاسه ۳۰-۴۵ درصد در سطح ۱ درصد با استاندارد تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین تفاوت زاویه شیروانی خاک‌ریزی با استاندارد کم‌تر از تفاوت زاویه شیروانی خاک‌برداری با استاندارد است. با افزایش طبقات شیب این تفاوت در هر دو حالت کم‌تر شده است (شکل ۴ الف-ب).



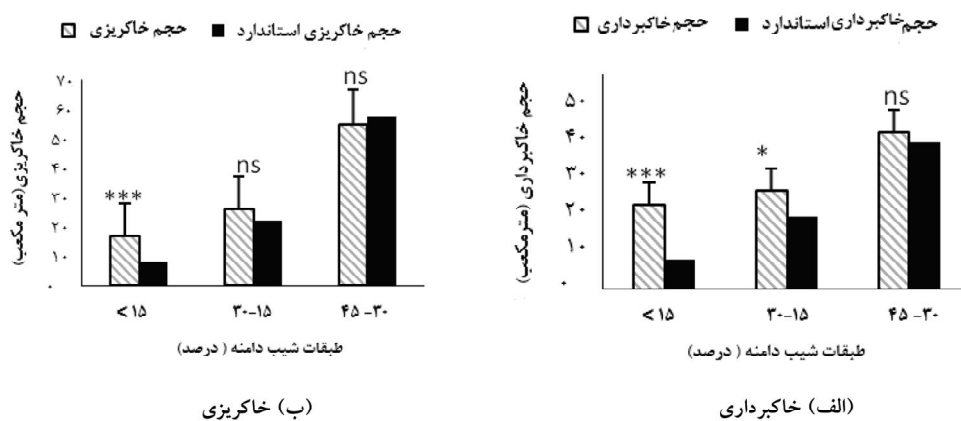
شکل ۴- مقایسه زاویه شیروانی با استاندارد.

با توجه به زاویه شیروانی‌ها و نتایج آزمون، تنها طول شیروانی خاکریزی در طبقه ۳۰-۴۵ درصد، طول شیروانی‌های احداث شده بیش‌تر از حد استاندارد است. طول شیروانی خاکریزی در طبقه کم‌تر از ۱۵ درصد در سطح ۱ درصد و در طبقات ۱۵-۳۰ و ۳۰-۴۵ درصد در سطح ۱ درصد با استاندارد تفاوت معنی‌دار است. با توجه به استاندارد در هر طبقه شیب، طول شیروانی متفاوت می‌باشد یعنی با افزایش شیب دامنه، تفاوت بین طول شیروانی‌ها با استاندارد مربوطه کم‌تر شده است (شکل ۵ الف-ب).



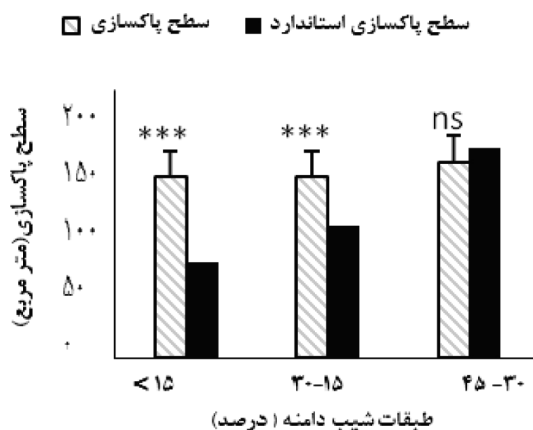
شکل ۵- مقایسه طول شیروانی‌ها با استاندارد.

مقایسه حجم عملیات خاکی با استاندارد: با توجه به جدول ۳ و اختلاف بین طول شیروانی در هر طبقه شیب، حجم عملیات خاکی در هر یک متفاوت است. نتایج نشان داد که حجم خاکریزی تنها در طبقه کم‌تر از ۱۵ درصد در سطح ۱ درصد با استاندارد تفاوت معنی‌دار است. حجم خاکبرداری در طبقات کم‌تر از ۱۵ و ۳۰-۴۵ درصد به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد با استاندارد تفاوت معنی‌دار است. این اختلاف با افزایش طبقه شیب کم‌تر شده است (شکل ۶).



شکل ۶- مقایسه حجم عملیات خاکی با استاندارد.

مقایسه سطح پاک‌سازی به دست آمده از عملیات خاکی با استاندارد: سطح پاک‌سازی شده در طبقات کم‌تر از ۱۵ و ۱۵-۳۰ درصد بیش‌تر از حد استاندارد مشاهده شد که تفاوت در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. (شکل ۷).



شکل ۷- مقایسه سطح پاک‌سازی به دست آمده از عملیات خاکی با استاندارد.

اثر شیب دامنه بر مشخصه‌های مقطع عرضی: براساس جدول ۵، تغییرات شیب دامنه بر زاویه شیروانی‌ها نسبت به سایر مشخصه‌ها دارای تأثیر بیش‌تری بوده است. با افزایش شیب دامنه، میزان زاویه شیروانی هم افزایش داشت.

جدول ۵- مقایسه مشخصات مقاطع عرضی در کلاسه‌های مختلف شیب.

تیمار	زاویه شیروانی خاک‌ریزی	زاویه شیروانی خاک‌برداری	مشخصه عرضی			
			طول شیروانی خاک‌ریزی	طول شیروانی خاک‌برداری	حجم خاک‌ریزی	حجم خاک‌برداری
۰-۱۵ درصد	۱۲/۸۳ <sup>c</sup>	۱۶/۴۷ <sup>c</sup>	۴/۳۹ <sup>b</sup>	۳/۵ <sup>a</sup>	۱۶/۳۳ <sup>b</sup>	۱۹/۵ <sup>b</sup>
۱۵-۳۰ درصد	۲۲/۴۵ <sup>b</sup>	۲۳/۸۷ <sup>b</sup>	۳/۸۹ <sup>b</sup>	۳/۶۴ <sup>a</sup>	۲۵/۴۱ <sup>b</sup>	۲۲/۸۹ <sup>b</sup>
۳۰-۴۵ درصد	۴۰/۸۷ <sup>a</sup>	۴۰/۹۳ <sup>a</sup>	۶/۲۱ <sup>a</sup>	۴/۱ <sup>a</sup>	۵۴/۷۱ <sup>a</sup>	۳۶/۳۷ <sup>a</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، براساس آزمون Tukey در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار نشان نمی‌دهد.

مقایسه سطح عرصه و حجم درختان برداشت شده در طول جاده در هر کلاسه شیب با استاندارد: با توجه به جدول‌های ۳، ۴ و ۵، سطح برداشت شده از عرصه، در طبقه شیب کم‌تر از ۱۵ درصد ۴/۴۹ هکتار بیش‌تر از استاندارد، در طبقه ۱۵-۳۰ درصد ۱/۰۸ هکتار بیش‌تر از استاندارد و در طبقه ۳۰-۴۵ درصد، ۰/۳۵ هکتار کم‌تر از استاندارد به‌دست آمد. بنابراین در طبقه شیب کم‌تر از ۱۵ درصد، ۵۹۶ مترمکعب، در طبقه ۱۵-۳۰ درصد، ۱۴۳/۳۶ مترمکعب برداشت اضافه و در طبقه ۳۰-۴۵ درصد، ۴۶/۴۶ مترمکعب کاهش برداشت وجود داشت (جدول ۶).

جدول ۶- تفاوت سطح عرصه و حجم درختان برداشت شده موجود با استاندارد در طبقه‌های مختلف شیب.

کلاسه شیب (درصد)	عرض برداشت (متر)	سطح برداشت استاندارد در ۱ کیلومتر(هکتار)	عرض برداشت (متر)	سطح برداشت موجود در طول ۱ کیلومتر (هکتار)	اختلاف سطح برداشت موجود با استاندارد در کل جاده (هکتار)	اختلاف سطح برداشت موجود در طول ۱ کیلومتر (هکتار)	اختلاف حجم برداشت (مترمکعب)
۰-۱۵	۷/۱	۰/۷	۱۳/۴۵	۱/۳۵	۴/۴۹	۰/۶۵	۵۹۶
۱۵-۳۰	۹/۹	۱	۱۳/۴۶	۱/۳۶	۱/۰۸	۰/۳۶	۱۴۳/۳۶
۳۰-۴۵	۱۵/۷	۱/۶	۱۴/۵۵	۱/۴۶	-۰/۳۵	-۰/۱۴	-۴۶/۴۶

مقایسه حجم عملیات خاکی در طول جاده در هر طبقه شیب با استاندارد: با توجه به جدول‌های ۳ و ۵، حجم عملیات خاکی موجود (مجموع خاک‌برداری و خاک‌ریزی) در طبقه شیب کم‌تر از ۱۵ درصد ۲/۴ برابر استاندارد، در طبقه ۳۰-۱۵ درصد، ۱/۲ برابر استاندارد و در طبقه ۴۵-۳۰ درصد با استاندارد برابر بود (جدول ۷). با توجه به گزارش‌های اجرایی ساخت جاده‌های جنگلی در سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری در سال انجام این پژوهش و میزان حجم عملیات خاکی محاسبه شده در طبقات مختلف شیب در طول جاده مورد بررسی، در طبقه شیب کم‌تر از ۱۵ درصد با رعایت استاندارد ۳۱۰/۵۰۰/۰۰۰ تومان و در شرایط موجود ۷۴۵/۲۰۰/۰۰۰ تومان، در طبقه ۳۰-۱۵ درصد به جای ۱۳۵/۰۰۰/۰۰۰ تومان (رعایت استاندارد)، ۱۶۲/۰۰۰/۰۰۰ تومان (شرایط موجود) هزینه شد.

جدول ۷- تفاوت حجم و هزینه عملیات خاکی موجود با استاندارد در کلاسه‌های مختلف شیب.

تفاوت هزینه عملیات خاکی موجود با استاندارد (تومان)	هزینه عملیات خاکی موجود در کل (تومان)	هزینه عملیات خاکی استاندارد در کل (تومان)	مجموع حجم خاک‌برداری و خاک‌ریزی موجود (مترمکعب)	مجموع حجم خاک‌برداری و خاک‌ریزی استاندارد (مترمکعب)	طبقه شیب (درصد)
۴۳۴/۷۰۰/۰۰۰	۷۴۵/۲۰۰/۰۰۰	۳۱۰/۵۰۰/۰۰۰	۳۵/۸۳	۱۵	۰-۱۵
۲۷/۰۰۰/۰۰۰	۱۶۲/۰۰۰/۰۰۰	۱۳۵/۰۰۰/۰۰۰	۴۸/۳۰	۳۹	۱۵-۳۰
۰	۱۱۲/۵۰۰/۰۰۰	۱۱۲/۵۰۰/۰۰۰	۹۱/۰۸	۹۱	۳۰-۴۵

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نوع خاک یعنی CH و CL در مسیر جاده مورد مطالعه و رعایت شیب استاندارد زاویه شیروانی (مطابق جدول ۱ و حدود ۴۵ درجه) و رعایت استاندارد در طبقات شیب‌های مختلف دسته‌بندی شده در این مطالعه، تغییرات حجم عملیات خاکی و سطح برداشت، با افزایش طبقه شیب دامنه به صورت افزایشی است که این به دلیل افزایش مشخصات شیروانی خاک‌برداری و خاک‌ریزی و عرض عملیات خاکی می‌باشد (جدول ۳). تجزیه و تحلیل داده‌های مقاطع عرضی نشان داد که زاویه شیروانی‌های خاک‌برداری ساخته شده در همه طبقات شیب کم‌تر از میزان استاندارد است (شکل ۴-ب) که به نظر می‌رسد با توجه به نوع بافت خاک این کاهش از سوی پیمانکار در زمان خاک‌برداری برای تامین پایداری و کاهش حرکت‌های سطحی خاک و کاهش هزینه باشد، چنانچه با

یافته‌های لی و همکاران (۲۰۰۵) و حسینی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. البته تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد برای اندازه زاویه ساخته شده و استاندارد در طبقه‌های شیب کم‌تر از ۱۵ و ۳۰-۱۵ درصد معنی‌داری مشاهده شد و در طبقه شیب ۳۰-۴۵ درصد بدون معنی‌داری است که به نظر می‌رسد این امر با توجه به نوع بافت خاک ریزدانه رس و شیب دامنه پایین و همچنین با توجه به نوع ماشین راه‌سازی (بولدوزر) و تجربه رانندگان آن در جنگل نکا چوب باشد و بدیهی است که در مناطق پرشیب به دنبال گریز از ایجاد شرایط خطرناک در دیواره‌های بلند خاک‌برداری می‌باشند (شکل ۵-ب) و بنابراین با رسیدن به اندازه استقرار خاک روی دامنه، به توقف عملیات خاکی مبادرت می‌ورزند و در منطقه مورد مطالعه در طبقه شیب ۳۰-۴۵ درصد این زاویه با استاندارد نزدیک است و بدون تفاوت معنی‌دار و در دامنه‌های کم‌شیب به دلیل قدرت مانور بیش‌تر ماشین راه‌سازی (بولدوزر) و شعاع حرکت بیش‌تر و برای افزایش سرعت کار و به صرفه شدن هزینه ساعتی کار در واحد حجم عملیات خاکی بنابراین میزان دقت و رعایت استاندارد کاهش می‌یابد که تفاوت با استاندارد معنی‌دار است.

اختلاف زاویه شیروانی خاک‌ریزی ساخته شده نسبت به استاندارد در طبقه‌های کم‌تر از ۱۵ و ۳۰-۱۵ درصد مانند زاویه خاک‌برداری است که همان دلایل در این‌جا نیز مصداق دارد، اما در طبقه ۳۰-۴۵ درصد، میزان ساخت، کم‌تر از استاندارد به دست آمد که به دلیل اثر انجام کار پیمانکاری، وجود درختان اطراف حریم سمت خاک‌ریزی و طول کم‌تر دیواره خاک‌ریزی ساخته شده نسبت به استاندارد است (شکل ۵-الف) به این معنا که عملیات خاکی برای استقرار خاک، در طول کم‌تر با زاویه کم‌تر در کنار درختان حریم مستقر و متوقف شد (شکل ۴-الف) با توجه به اندازه حریم اطراف مسیر جاده ساخته شده، رعایت طول دیواره خاک‌برداری و خاک‌ریزی و زاویه شیروانی آن‌ها و انجام کار پیمانی توسط رانندگان بلدوزر می‌توان رابطه کاهش و افزایش با شرایط استاندارد و ساخته شده را در شکل‌های ۴ و ۵ (الف و ب) ملاحظه نمود و تغییرات آن‌ها را به هم مرتبط دانست. اندازه طول دیواره‌های ساخته شده حاصل ایجاد زاویه شیب شیروانی احداث شده توسط راننده بلدوزر است که نتیجه نهایی آن در اعداد حجم عملیات خاکی خود را به نمایش می‌گذارد و همان تغییرات مرتبط با شکل‌های ۴ و ۵ در شکل‌های ۶ (الف و ب) در مقایسه حجم عملیات خاک‌برداری و خاک‌ریزی در طبقه‌های شیب کم‌تر از ۱۵ درصد، ۳۰-۱۵ درصد و ۳۰-۴۵ درصد مشاهده شد. بنابراین پیمانکار به سبب به‌کارگیری ماشین بلدوزر باید برای کاستن حجم عملیات خاک‌برداری تلاش نماید. اما نتایج پژوهش نشان داد که در تمام طبقه‌های شیب، میزان حجم ساخته شده بیش‌تر از شرایط استاندارد است

(شکل‌های ۶- الف و ب)؛ دلیل آن مرتبط با شکل ۵ (الف و ب) و شکل ۴ (الف و ب) می‌باشد که توضیحات در بخش مربوطه (نوع بافت خاک، هزینه‌ها و ارتباط با قدرت مانور و جابه‌جایی ماشین بولدوزر) آمد. با توجه به آثار تخریبی محیط زیستی حجم عملیات خاک بیش‌تر از استاندارد، کاهش استقرار گونه‌های درختی و درختچه‌ای در عرصه حادث می‌شود (لطیفی و همکاران، ۲۰۰۶؛ لی و همکاران، ۲۰۰۵).

در خصوص شکل ۷ نتایج حاصل نشان داد که سطح پاک‌سازی با عنایت به کاهش نسبت زاویه شیروانی خاک‌برداری در حالت ساخته شده نسبت به استاندارد (شکل ۴- ب) و افزایش طول خاک‌برداری ساخته شده نسبت به استاندارد افزایش داشت (شکل ۵- ب)، بدیهی است که سطح برداشت در طبقه ۴۵-۳۰ درصد هم نسبت به استاندارد افزایش نشان دهد (شکل ۷). در مورد طبقه‌های کم‌تر از ۱۵ و ۳۰-۱۵ درصد نیز با تطابق زاویه شیروانی (مقایسه بین ساخته شده و استاندارد) در شکل ۴- ب و طول دیواره خاک‌برداری (ساخته شده و استاندارد) در شکل ۵- الف وضعیت سطح پاک‌سازی در شکل ۷ به‌دست آمد. البته در تمام موارد بالا باید به اثرات بافت خاک که اثرگذار در انجام کار راننده بولدوزر در جهت ایجاد طول دیواره و زاویه شیروانی ساخته شده است، اشاره نمود.

از نتایج آماری به‌دست آمده چنین استنباط می‌شود که شیب دامنه بیش‌ترین تأثیر را بر زاویه شیروانی‌ها دارد و در بقیه مشخصات مربوط به مقاطع عرضی تأثیرات آن کم‌تر به‌دست آمد (جدول ۵). بنابراین این نتیجه بیانگر تأثیر زاویه شیروانی و به تبع آن تغییر در طول دیواره شیروانی‌ها و سطح و حجم برداشت در عملیات خاکی است (جدول ۶). در نتایج به‌دست آمده از تفاوت حجم درختان برداشت شده که با توجه به تفاوت سطح برداشت خاک برای شرایط ساخته شده و استاندارد است (جدول ۶) میزان ۶۹۳ مترمکعب افزایش برداشت موجودی ملاحظه شد (در طول ۱۲/۴ کیلومتر جاده ساخته شده) و این حجم برداشت شده اضافه منجر به کاهش تولید در آینده می‌شود.

هزینه‌های عملیات خاکی حاصل مقایسه ساخته شده و استاندارد که حاصل محاسبه‌های رعایت استانداردها و نحوه ساخت طول دیواره‌ها (جدول‌های ۲ و ۳) در طول مسیر (مقاطع عرضی با فواصل ۱۰ متر) است و تأثیر زاویه شیب استاندارد و به‌کارگیری همه این عوامل در محاسبه احجام و هزینه ساخت جاده در طبقه‌های مختلف موردنظر در این مطالعه نشان داد که در مجموع هزینه عملیات

خاکی ساخته شده نسبت به استاندارد  $4/617/000/000$  تومان بیش‌تر به‌دست آمد (جدول ۷)، در حالی که در طبقه‌ای شیب کم‌تر از ۱۵ درصد و ۳۰-۱۵ درصد میزان ساخته شده بیش‌تر و در طبقه شیب ۳۰-۴۵ درصد تقریباً برابر با میزان استاندارد به‌دست آمد و این نیز به‌دلیل رعایت طول دیواره‌ها و زاویه شیب شیروانی در طبقه شیب نام‌برده دانست که با یافته‌های حسینی و همکاران (۲۰۱۲) منطبق می‌باشد.

نتایج پژوهش نبود رعایت استاندارد در ساخت جاده را نشان داد که هزینه اضافه و کاهش سطح رویشگاه و کاهش رویش را به دنبال داشت. با رعایت استاندارد در ساخت جاده می‌توان این هزینه اضافی را به‌منظور افزایش کیفیت جاده، تعمیر و نگهداری استفاده کرد. از نظر محیط زیستی نیز حضور درختان برداشت شده به‌دست آمده از نبود رعایت استاندارد ساخت پروفیل عرضی بسیار با ارزش خواهند بود. از آن‌جا که شبکه جاده جنگلی گران‌ترین فعالیت در جنگل، هم از نظر اقتصادی و هم از نظر تأثیرات محیط زیستی و با توجه به اثرات منفی طراحی ناآگاهانه شبکه جاده که در تضاد با اصول پایداری است باید به استانداردهای برنامه‌ریزی طراحی و ساخت جاده از نظر شیب، عرض، روسازی، زه‌کشی و... توجه داشت. به این ترتیب با نظارت مستمر، آموزش مجریان و انتخاب بهینه روش‌های خاک‌برداری از میزان تخریب وارد به عرصه‌های طبیعی می‌توان کاست.

### سپاسگزاری

بدین‌وسیله از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌خاطر اعتبار پژوهشی و از کسانی که در انجام این پژوهش در عرصه و آزمایشگاه و همچنین داوران ارجمند که در بهبود و تکمیل مقاله ما را یاری نمودند، سپاسگزاری می‌شود.

### منابع

1. Behbahani, H. 2009. Road construction-road Geometric design. Tehran: Center of Academic Publication. 358p. (In Persian)
2. Demir, M. 2007. Impacts, management and functional planning criterion of forest road network system in Turkey. Transportation Research Part A. 41: 56-68.
3. Hosseini, S.A., Khalilpour, H., Mohammad Nejad, A., Moafi, M. and Sotoudeh Foumani, B. 2012. Comparing the expenses of forest road cut and fill operations with standard rules (Study Area: Northern Forests of Iran). Europ. J. Exp. Biol. 2: 4. 1023-1028.



4. Khaligh, Gh. 2003. Drawing the help of AUTOCAD. Way-Eshraghi Publications. 280p. (In Persian)
5. Latifi, Y. 2006. An evaluation of current forest road network regarding to silvicultural selection system parameter (Alandan District-Mazandaran Wood and Paper Company). M.Sc. Thesis Forest, Mazandaran University, 62p. (In Persian)
6. Li, S., Yue, Z.Q., Tham, L.G., Lee, C.F. and Yan, S. 2005. Slope failure in underconsolidated soft soils during the development of a port in Tianjin, China. NRC Canada, 42: 166-183.
7. Majnounian, B., Jamshidy, A., Zahedi Amiri, Gh. and Hosseini, S.A. 2008. Forest soil classification to reduce costs of mechanical capability study for roadway and transportation (Case study: Agh-Mashhad Forest). Iran. J. Natur. Resour. 61: 4. 877-888. (In Persian)
8. Nikooy, M., Madjnounian, B. and Mahdavi, M. 2005. Cross Drainage Design of Forest Road in Shafarood Basin, Guilan Province. Iran. J. Natur. Resour. 58: 2. 339-350. (In Persian)
9. Nobakht, Sh. 2002. Mapping. Iranian University of Science and Technology, 114: 464. (In Persian)
10. Potocnik, I., Pentek, T. and Picman, D. 2008. Filling in the clearance of a forest road cross-section in beech forest. Croatian J. For. Eng. 29: 1. 53-62.
11. Sarikhani, N. and Majnonian, B. 1994. Forest roads plan, performance and utilization guide line. Published by Program and Budget Organization of Iran (PBOI). 131: 175. (In Persian)
12. Turan, A. 2006. Road Construction Machinery Management. No. 12. Donyaye Now Publication. 341p. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 21 (3), 2014*  
<http://jwfst.gau.ac.ir>

## **Soil Operation, Harvested Volume Changes and Cost of Forest Road and comparing with Standard condition for construction (Case Study: Arzefon District)**

**\*S.A. Hosseini<sup>1</sup> and F.S. Jalalian Hashemi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Associate Prof., Dept. of Forestry and Forest Economics, University of Tehran,

<sup>2</sup>M.Sc. Graduate, Faculty of Forest Science, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 05/05/2014; Accepted: 11/19/2014

### **Abstract**

Forest road network is the most expensive part of construction, environmentally and economically. For decreasing the environmental and economical bad effects, technical standards for forest road network planning and constructing should be done as a need. In this study, soil volume and costs of the soil operation were investigated along 12.4 Km of second degree Forest Road on Arzefon district in Tajan River Basin and to compare them with standards condition. For this operation slope was classifies into three classes: 0-15, 15-30 and 30-45 percent. The length and angle of cutting and filling slopes, width of soil operation were determined by soil texture and slope angles (Based on standards: Guidebook 131 from Budget and Planning Organization). Then operated surface and volume per hectare were calculated using AutoCAD and cross section Profiles were drawn based on three slope classes. Width of clear-cutting and its surface on width of soil operation and volume per hectare were compared with standards. They were analyzed by SPSS and T-student (One sample). Results showed that operated surface from trees for less than 15 percent, 15-30 were 4.49 (ha) and 1.08(ha) respectively and more than standard significantly (1% level). For 30-45 percent class was 0.55 (ha) less than standard and non-significant. Soil operation volume in less than 15 percent was 2.4 times and 15-30 percent was 1.2 times more than standard and 30-45 percent was equal to standard. Along the study Road, adding harvested as volume per hectare was 693 cubic meters more than standard. Finally the cost of soil operation in the study area was calculated 461/700/000 Toman more than standard condition.

**Keywords:** Soil operation volume, Forest road standard, Volume per hectare, Cost, Arzefon

---

\* Corresponding Authors; Email: [at.hosseini@ut.ac.ir](mailto:at.hosseini@ut.ac.ir)