

تعیین روشی مناسب به منظور کاهش هزینه بررسی خصوصیات مکانیک خاک در جاده سازی جنگل

احمد سیبی^۱، مریم یوسفی^۲، نصرت اله رافت نیا^۳

^۱ کارشناس ارشد جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، چالوس، ایران.

^۲ کارشناس ارشد کشاورزی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان، کارشناس آموزش و ترویج شهرستان کردکوی.

^۳ دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده جنگل و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

نام نویسنده مسئول:

احمد سیبی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۲۰

چکیده

طراحی مسیرهای مناسب و برنامه ریزی بهینه جاده های جنگلی از عوامل توسعه پایدار جنگل ها نیز به شمار می رود که علاوه بر افزایش کارایی شبکه جاده ها، کاهش هزینه ها، احیاء و توسعه، باعث جلوگیری از تخریب جنگل می شود. با توجه به هزینه های گزاف آزمایش های مکانیک خاک، کاهش تعداد نمونه به کمترین تعداد از مسائل مهم در بررسی های مکانیک خاک مسیر جاده های جنگلی است. برای رسیدن به این هدف مشخصه های خاک شناسی و شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا و... به کمک نرم افزار GIS، منطقه مورد مطالعه تهیه و به واحدهای همگن از نظر شکل زمین طبقه بندی شدند. پس از تهیه نقشه شکل زمین سری، از هر واحد در محل عبور جاده یک نمونه و در مجموع ۳۲ نمونه خاک برداشت و از نظر مشخصه های خاک مانند رطوبت طبیعی، وزن مخصوص ظاهری، بافت خاک، مورد بررسی قرار گرفته، با توجه به نتایج کسب شده و نیز طبقه بندی آنها برپایه درصد رطوبت، بافت خاک مناطق همگن از نظر خاکشناسی مشخص گردید که بر اساس آن برداشت نهایی خاک جهت مطالعات مکانیک خاک تعیین گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که تعداد نمونه های لازم برای آزمایش های مکانیک خاک به حداکثر ۱۰ نمونه کاهش یافت. که علاوه بر حفظ دقت، هزینه آزمایش ها به کمترین مقدار کاهش خواهد یافت..

واژگان کلیدی: شکل زمین، طبقه بندی خاک، هزینه، نوع خاک، واشمرد.

مقدمه

جاده‌های جنگلی نقش اساسی در مدیریت، حفاظت و احیاء جنگل‌ها در مناطق کوهستانی دارند. در این راستا [۲] طی تحقیقی گزارش کردند جاده‌هایی که از خاکهای شنی سیلتی عبور می‌کنند به طراح کمک می‌کنند که در برآورد هزینه‌های جابجایی شبکه جاده و همچنین هزینه‌های سنگین تاسیسات زهکشی و تثبیت بهتر بستر جاده، تصمیم بگیرد. به عبارتی دیگر جاده‌هایی که روی سنگ بستر آهکی بنا شده‌اند نسبت به جاده‌های با سنگ بستر توانایی ثبات بیشتری دارند [۱۲] بررسی‌های مکانیک خاک در بخش عمران و راه‌سازی امری معمول و لازم است و در کلیه پروژه‌های راه‌سازی به انجام آن مبادرت می‌ورزند. لیکن در بخش مدیریت جنگل این بررسی‌ها هنوز نتوانسته است به خوبی در بین مهندسان جنگل و مجریان طرح‌ها جا باز کند. اگر چه نبود نظارت کافی در ساخت و نیز بی توجهی به برآورد واقعی هزینه‌های نگهداری از دلایل این امرند، لیکن مهم‌ترین دلیل این امر را می‌توان با ناآگاهی و ناآشنایی مهندسان و مجریان طرح‌های جنگلداری به اهمیت و کارایی بررسی مکانیکی خاک در جاده سازی دانست. در حالی که بررسی و شناخت ویژگی‌های مکانیکی خاک بستر جاده می‌تواند ما را به تصمیم معقولی در مورد چگونگی ساخت و نگهداری بستر، زیرسازی و روسازی راه هدایت کند که نتیجه آن کاهش هزینه‌های جاده سازی و نگهداری آن در طول عمر جاده شده و در نهایت موجب موفقیت و کاهش هزینه‌های طرح می‌شود [۱۱]. در ایران [۹]. برای اولین بار خاک مسیر جاده سری نم خانه جنگل خیرود کنار را از نظر مکانیکی مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که بافت خاک مسیر جاده‌های جنگلی مورد نظر ریز دانه با درصد رس بالاست و پیشنهاد کرد برای ساخت جاده بر روی آن باید نسبت به تغییر ویژگی‌های مکانیکی و تثبیت آن‌ها اقدام کرد. [۱] عنوان کردند که با بهره‌گیری از نقشه‌های شیب، خاکشناسی، زمین شناسی، تیپ جنگل، جهت جغرافیایی، فاصله از آبراهه‌ها و فاصله از نقاط چشم انداز می‌توان منطقه‌ای را برای عبور مناسب جاده‌های جنگلی بر اساس اصول زیست محیطی و ویژگی‌های فنی جاده‌های جنگلی و کوهستانی انتخاب نمود. [۱۲] در مقاله‌ای تحت عنوان طبقه بندی عوارض زمین برای جنگلداری که در پانزدهمین گردهمایی فائوارائه گردید به طبقه بندی اراضی برای عملیات جنگلداری و راه کارهای مربوط اشاره نمود و به تعیین قابلیت جنگل با دو عامل ۱- شرایط حمل و نقل در داخل جنگل ۲- شرایط زمین، پرداخت. در رابطه با شرایط زمینی بافت خاک، استحکام خاک، قابلیت تراکم، زهکشی و عمق خاک بعنوان فاکتورهای تقویت کننده خاک و همینطور یخبندان، ناهمواری‌های زمین، شیب و شکل آن مد نظر قرار گرفت. در پژوهشی قابلیت‌های مکانیکی خاک سری پاتم مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج حاصله نشان داد که خاک منطقه مورد بررسی اغلب از دو نوع خاک CH و CL می‌باشد (صفیاری، ۱۹۹۱). در پژوهشی دیگر پس از بررسی قابلیت مکانیکی خاک جنگل و تعیین نقاط بحرانی و حساس در یک عرصه جنگلی نتایج نشان داد که برای جاده سازی در سری مورد نظر باید نسبت به تغییر ویژگی‌ها و تثبیت خاک ریز دانه منطقه اقدام نمود [۱۱]. در مطالعه‌ای در جنگل‌های ترکیه برای تعیین مسیر نهایی جاده با تلفیق اهداف کاربردی و زیست محیطی در طراحی مسیر جاده با کمترین هزینه، توانستند جاده‌هایی با کمترین هزینه در طراحی، ساخت و نگهداری آن برای حمل و نقل پیشنهاد کنند [۱۳]. در تحقیقی دیگر با تهیه نقشه قابلیت مکانیکی خاک در امر راه سازی راهنمای مناسبی جهت اتخاذ تصمیمات مهم از نظر هزینه در پروژه‌های توسعه منطقه‌ای و طرح‌های جنگلداری پیشنهاد گردید [۲]. [۴] بررسی‌های وسیعی بر روی وضعیت مکانیک خاک‌های جنگلی انجام داد و به این نتیجه رسید که چون وضعیت مکانیک خاک، مؤثرترین عامل در پایداری یا ناپایداری زمین است و می‌توان با آن اقدام به طبقه بندی زمین جنگل کرد، به طوری که هر طبقه مدیریت ویژه خود را داشته باشد. در تحقیقی جاده‌های موجود در جنگل آق مشهد مورد بررسی قرار گرفت که در آن طبقه بندی خاک جنگل در امر جاده سازی به عنوان یک عامل مؤثر در کاهش هزینه‌ها مثبت عنوان شد [۶]. با توجه به موارد فوق، هدف تحقیق حاضر ارائه روشی مناسب برای پروفیل‌های خاک جهت آزمایش‌های مکانیک خاک با دقت و حساسیت بیشتر به منظور کاهش هزینه‌های بررسی خصوصیات مکانیک خاک در احداث جاده‌های جنگلی به کمترین مقدار از جنبه اقتصادی و جلوگیری از تخریب و حفظ محیط زیست می‌باشد.

مواد و روش ها

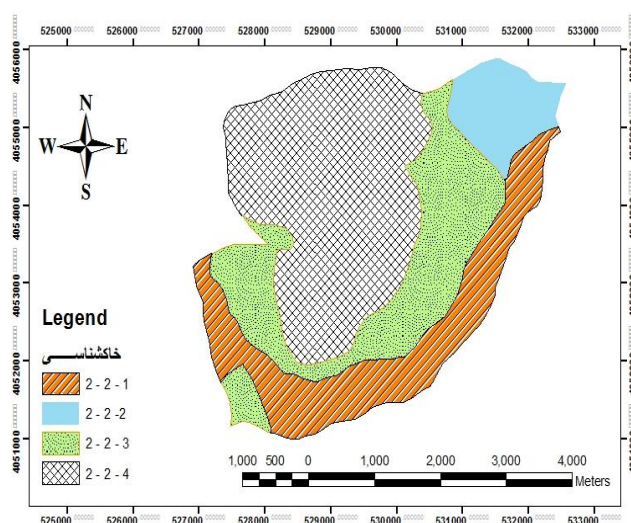
منطقه‌ی مورد بررسی

این پژوهش در سال ۹۶-۹۷ در طرح جنگلداری جیسا سری ۷ حوزه ۳۸ سردآبرود چالوس انجام گردید. این سری در قسمت شمال شرقی حوزه ۳۸ درحوزه‌ی استحقاظی اداره‌ی کل منابع طبیعی استان مازندران - نوشهر واقع شده است. مساحت جنگلهای سری، ۱۸۸۲ هکتار می باشد. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۵۰ متر و حداکثر آن ۱۰۵۰ متر می باشد. جنگل های سری مورد مطالعه از نظر موقعیت جغرافیایی حوزه‌ی ۳۸ بین عرض جغرافیایی ۳۷، ۳۶ تا ۳۹، ۳۶ و طول های جغرافیایی ۵۱، ۵۱ تا ۲۲، ۵۱ قرار دارد.

روش تحقیق

برای انجام تحقیقات روی خاک جاده، نمونه هایی از مسیر جاده در فواصل معینی برداشت شد. فاصله نمونه‌ها با توجه به شرایط توپوگرافی، زمین شناختی و خاکشناسی منطقه حداقل ۲۵۰ متر در نظر گرفته شدند [۶]. زیرا این مسافت معمولاً فاصله‌ای است که در آن تغییرات خاک مشاهده می گردد، با این روش تعداد نمونه های برداشت شده زیاد و در نتیجه هزینه انجام آزمایش ها زیاد خواهد بود. دراین تحقیق برای اجتناب از برداشت نمونه های زیاد، نمونه برداری خاک بصورت زیر انجام گرفت:

ابتدا نقشه خاکشناسی سری مورد مطالعه موجود در کتابچه طرح تهیه و رقومی گردید. که این نقشه از ۴ ناحیه الف). ۲،۲،۱- دارای مواد مادری آهکی با شیب زیاد، خاک تکامل نیافته کم عمق (۴۵cm) سنگریزه دار، تیپ راش- ممرز، با نفوذ پذیری خوب ب). ۲،۲،۲- دارای مواد مادری آهک مارنی با شیب زیاد، خاک تکامل یافته سنگ ریزه دار (۸۰cm)، تیپ ممرز- انجیلی- بلوط، با نفوذ پذیری متوسط ج). ۲،۲،۳- دارای مواد مادری آهک مارنی با شیب کم، خاک تکامل یافته عمیق (۱۰۰cm) سنگ ریزه دار، تیپ ممرز- افرا، با نفوذ پذیری متوسط تا ضعیف د). ۲،۲،۴- دارای مواد مادری مارنی آهکی با شیب کم، خاک تکامل یافته با عمق بیش از یک متر بدون سنگ ریزه، تیپ راش- ممرز- توسکا، با نفوذ پذیری متوسط تا ضعیف تشکیل شده است. که این بخش‌ها از نظر عواملی مانند بافت خاک، شدت نفوذپذیری عمق خاک، شدت فرسایش آبی و شرایط زهکشی با هم فرق دارند. شکل (۱). در مرحله بعد توسط نرم افزار GIS^۱، با استفاده از لایه‌های مربوط به خطوط تراز از نقشه 3D (توپوگرافی رقومی) در محیط Arc Map مدل رقومی ارتفاع DEM^۲ استخراج شد



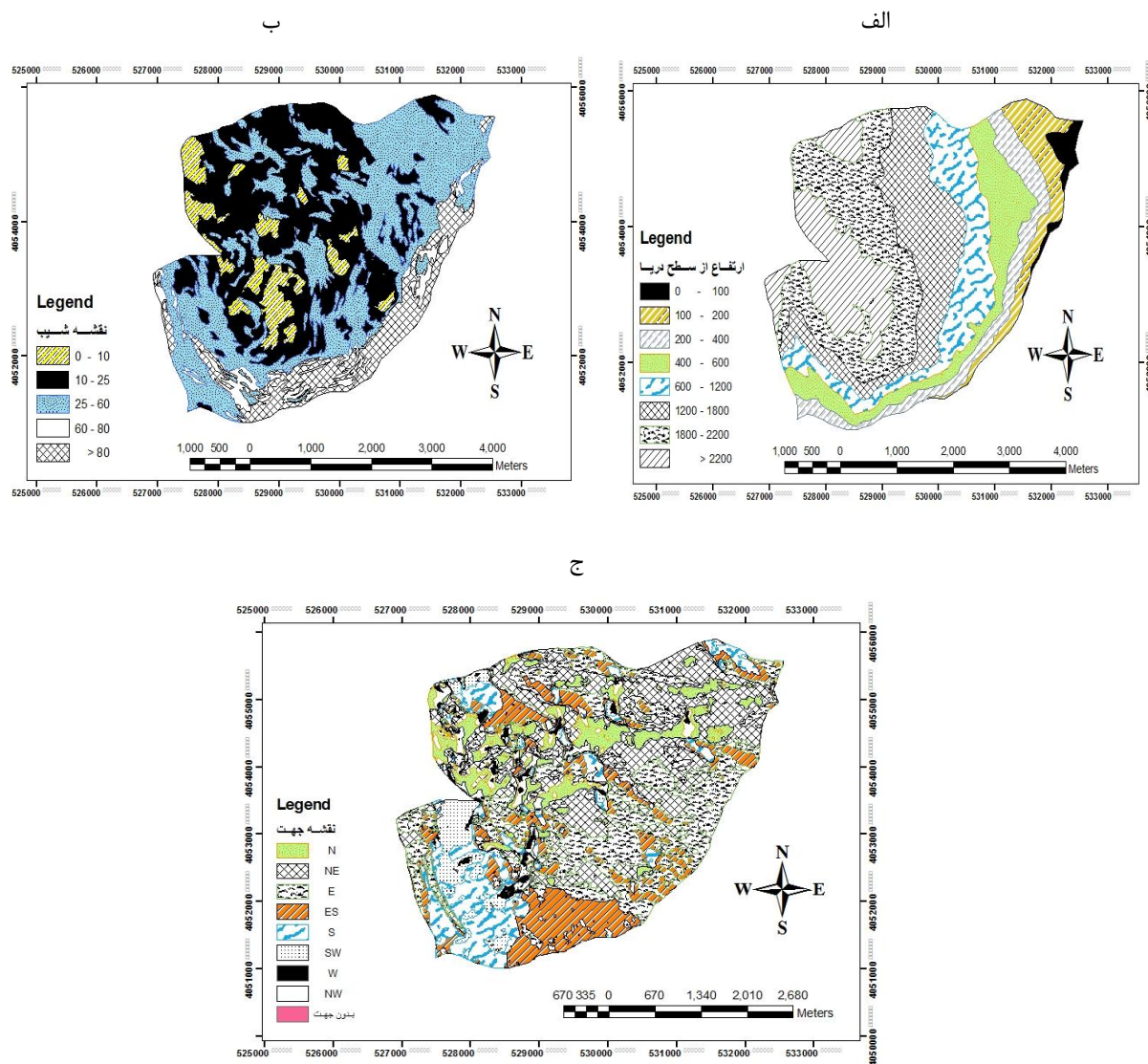
شکل ۱- نقشه خاکشناسی سری ۷ حوزه ۳۸ سردآبرود

¹ -Geographic Information Systems

² - Digital Elevation Model

تهیه نقشه شکل زمین

به منظور پرهیز از گزینش مکان های مشابه از نظر شیب، جهت و ارتفاع، نقشه شکل زمین منطقه به عنوان مبنای انجام پژوهش در نظر گرفته شد. برای تولید نقشه شکل زمین^۳ نیاز به نقشه های شیب، جهت و ارتفاع است که به طور مستقیم از نقشه رستری DEM استخراج شدند. نقشه شیب در پنج کلاس ۰-۱۰، ۱۰-۲۵، ۲۵-۶۰، ۶۰-۸۰، ۸۰ (رأفت نیا، ۱۹۹۸)، نقشه جهت نیز در ۹ جهت جغرافیایی (جهت های اصلی و فرعی) و نقشه ارتفاع در ۸ طبقه بر اساس طبقه بندی ارتفاع از سطح دریا برای نیمرخ شمالی البرز تهیه شدند [۱۰] (شکل ۲).

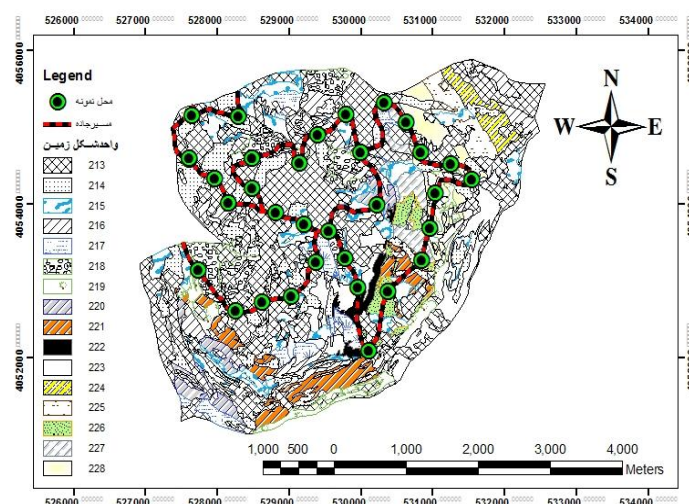


شکل ۲- الف) نقشه ارتفاع ب) نقشه شیب پ) نقشه جهات جغرافیایی سری ۷ حوزه ۳۸ سردآبرود

از روی هم گذاری نقشه های شیب، جهت، و ارتفاع در محیط GIS، و حذف و احوای با سطح کمتر از یک هکتار (جهت ادغام واحدهای کوچکتر در واحدهای بزرگتر) نقشه شکل زمین حاصل گردید [۸] (شکل ۳). در روی نقشه حاصله، با شناسایی واحدهای همسان در مسیر جاده نسبت به تعیین محل نمونه ها اقدام و از گزینش واحدهای تکراری پرهیز شد. با در نظر گرفتن موارد فوق در مجموع تعداد ۳۲ نمونه تعیین مکان شدند. نمونه ها با کمک

³ - Landform

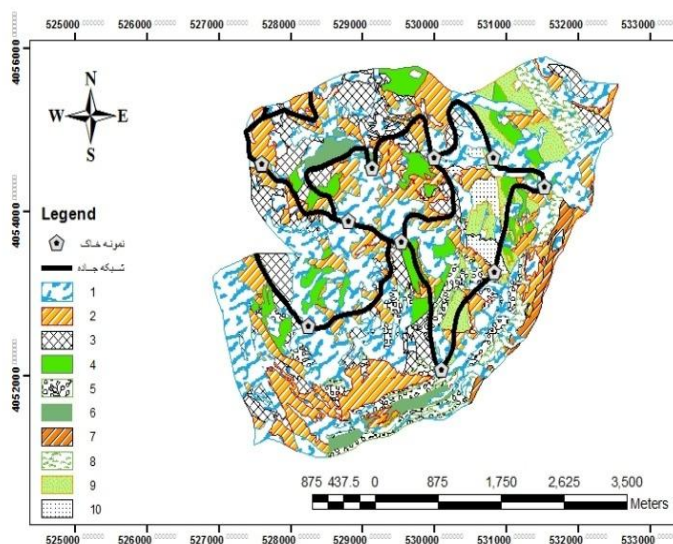
دستگاه GPS^۴ مدل Map 76S- GARMIN با خطای ۴ متر در عرصه برداشت شد (شکل ۳). در نهایت نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و بر پایه طبقه بندی USCS^۵، رده بندی گردیدند [۷]



شکل ۳- نقشه شکل زمین سری ۷ حوزه ۳۸ سردآبرود

نتایج

با توجه به نتایج آزمایش‌ها (جدول ۱) و دسته بندی آن و همچنین همسان سازی واحدها (پروفیل‌هایی که از نظر مکانیک خاک نزدیک به هم بودند در یک نمونه ادغام شدند تا تعداد پروفیل‌های کمتری مورد آزمایش قرار گیرند) از راه ادغام واحدهای مشابه با هم، نقشه جدیدی تحت عنوان نقشه زون بندی خاکشناسی ایجاد شد (شکل ۴). این نقشه شامل ۱۰ واحد مشابه که این واحدها نماینده کل سری مورد مطالعه از نظر مشخصه‌های مهم خاکشناسی می‌باشد. از هر کدام از واحدهای همسان در طول مسیر جاده، نمونه‌های خاک جهت انجام آزمایش مشخصات خاک برداشت شد (جدول ۲)



شکل ۴- نقشه طبقه بندی خاکشناسی سری ۷ حوزه ۳۸ سردآبرود

^۴- Global Positioning System

^۵ - Unified Soil Classification System

جدول ۱- نتایج آزمایش‌های دانه بندی، درصد رطوبت طبیعی بر روی نمونه‌های خاک بر اساس روش USCS

شماره پروفیل	درصد رس	درصد سیلت	درصد ماسه	بافت خاک	اسیدیته اشباع	درصد رطوبت وزنی	درصد موادآلی	درصد موادخشتی شده
۱	۲۳	۳۴	۴۳	CL	۵/۶	۲۸/۱۶	۵/۳	-
۲	۳۱	۳۸	۳۱	CL	۴/۵	۲۹	-	۰/۵۳
۳	۲۹	۳۰	۴۱	GC	۴/۸	۳۳	-	-
۴	۴۵	۴۱	۱۴	SM	۵/۱	۳۱	-	۱/۱
۵	۹	۲۲	۶۹	GP	۶/۷	۶	۶/۱	۴/۲
۶	۱۹	۳۲	۴۹	CL	۷/۱	۲۵	-	۵/۳
۷	۲۷	۳۸	۳۵	CL	۷/۲	۳۱	-	۴/۲
۸	۲۱	۴۶	۳۳	CL	۵/۲	۳۷	۲/۷	۱/۱
۹	۲۵	۵۴	۲۱	SP	۵/۲	۲۷	-	۵/۳
۱۰	۳۳	۵۲	۱۵	CL	۵/۳	۲۷	-	-
۱۱	۴۳	۳۶	۲۱	SW	۵/۲	۳۶	-	-
۱۲	۱۳	۲۶	۶۱	GM	۵/۱	۱۳	۷/۲	۱/۱
۱۳	۲۷	۳۲	۴۱	GC	۵	۳۱	-	۰/۵۳
۱۴	۲۵	۳۴	۴۱	GC	۵/۱	۲۸	-	۰/۵۳
۱۵	۱۵	۲۰	۶۵	GC	۵/۶	۱۴	-	-
۱۶	۱۳	۳۲	۵۵	SL	۵/۸	۳۹	۶/۷	۱/۶
۱۷	۲۱	۴۰	۳۹	CH	۶/۴	۱۹	-	۰/۵۳
۱۸	۲۷	۴۰	۳۳	CL	۶/۵	۳۷	-	۰/۵۳
۱۹	۱۱	۴۷	۴۲	CM	۵/۱	۱۷	۵	۰/۵۳
۲۰	۲۳	۵۳	۲۴	SL	۵/۵	۳۹	-	-
۲۱	۳۳	۵۱	۱۶	SM	۵/۶	۴۰	-	-
۲۲	۵۳	۳۳	۱۴	SC	۵/۶	۲۹	-	۱/۱
۲۳	۲۱	۳۳	۴۶	CL	۶/۷	۳۰	۵/۴	۹
۲۴	۳۷	۲۹	۳۴	CL	۷/۳	۳۴	-	۱۸/۵
۲۵	۴۱	۳۵	۲۴	SM	۷/۲	۳۹	-	۷/۳
۲۶	۱۳	۵۳	۳۴	ML	۵/۲	۲۲	۳/۸	۰/۵۳
۲۷	۳۳	۴۹	۱۸	SC	۵/۵	۵۴	-	-
۲۸	۵۹	۲۷	۱۴	SC	۵/۱	۴۵	-	۲/۵
۲۹	۵۵	۳۱	۱۴	SM	۵/۳	۴۱	-	۴
۳۰	۲۱	۲۵	۵۴	CL	۷/۴	۲۸	۶/۸	۷
۳۱	۶۱	۲۳	۱۶	SM	۷/۴	۴۷	-	۲/۶
۳۲	۵۳	۲۷	۲۰	SL	۷/۴	۴۳	-	۲/۱

جدول ۲- نتایج کلی مربوط به آزمایش های تعیین درصد رطوبت و طبقه بندی نمونه های خاک

شماره پروفیل	طبقه بندی خاک	درصد رس	درصد سیلت	درصد ماسه	رطوبت وزنی
۱	CL	۳۴	۵۰	۱۶	۳۸
۲	GC	۱۴	۲۰	۶۶	۱۳
۳	SM	۱۲	۴۷	۴۱	۳۲
۴	GP	۵	۲۴	۷۱	۸
۵	SP	۲۷	۵۳	۲۰	۲۵
۶	SW	۴۳	۳۴	۲۳	۳۷
۷	GM	۱۱	۲۷	۶۲	۱۶
۸	CL	۲۵	۵۲	۲۳	۲۸
۹	SC	۵۳	۲۶	۲۱	۴۴
۱۰	CH	۱۳	۵۲	۳۵	۳۱

بحث و نتیجه گیری

نتایج این پژوهش از دو جنبه صرفه اقتصادی و زمانی قابل توجه می باشد. باتوجه به هزینه بالای آزمایشهای مکانیک خاک مورد استفاده در جاده سازی و حمل و نقل، اگر نمونه برداری در منطقه مورد مطالعه از مسیر جاده (مثلاً ۲۰۰ متر) صورت می گرفت. ناچاراً باید بیش از ۱۰۰ نمونه گرفته می شد که علاوه بر هزینه های سنگین آزمایشگاهی می بایست هزینه قابل توجهی هم برای جابجایی حجم زیادی از نمونه های خاک پرداخت شود. با انجام این روش تنها با صرف حدود ۱۰ درصد هزینه ها (۱۰ نمونه) می توان به نتایج مطلوبی دست یافت. در این رابطه [۲] در خصوص کاهش هزینه های ساخت و نگهداری جاده های جنگلی با تعیین نقشه پتانسیل مکانیکی خاک در احداث جاده های جنگلی، پس از طبقه بندی مقاومت خاک منطقه مورد بررسی بیان نمودند، عملیات راه سازی در مناطقی که خاک آنها در اثر جذب و نگهداری آب ظرفیت انقباضی و قابلیت شکل پذیری بالایی (در شرایط خشک) داشته پر هزینه و دشوار می باشد با این وجود ساخت جاده در این مناطق نیاز به ابنیه فنی خواهد داشت که نتیجه آن با مطالعه [۶] مطابقت دارد. باوجود اینکه هزینه آزمایشهای خاکشناسی این تحقیق (تعیین بافت و رطوبت) قابل مقایسه با هزینه های سنگین بررسی های مکانیک خاک مورد استفاده در جاده سازی نمی باشد. از بعد صرفه جوئی زمانی نیز این موضوع صادق می باشد. و از نکات منفی این روش نبود آزادی عمل در گزینش محل و پراکنش نمونه ها در سطح عرصه می باشد. زیرا تعیین محل نمونه ها ارتباط مستقیمی با واحدهای همسان شکل زمین و در نهایت ناحیه های خاکشناسی می باشد. نمونه گیری طی دو مرحله صورت می گیرد و حضور مدام در عرصه نیز می تواند از نکات منفی آن بحساب آید. چنانچه در منطقه ای ویژگی های زمین شناسی موجود متفاوت و چشمگیر باشد بی شک به ویژگی های آن در تهیه نقشه فیزیوگرافی تأثیر داده شود [۵] از طرفی دیگر [۱] با مطالعه عبور مناسب جاده های جنگلی در سری ۷ حوزه ۳۸ سردآبرود، استفاده از مدل تعیین نقشه قابلیت عبور را روشی مناسب برای شناسایی مناطق دارای پتانسیل مناسب جهت عبور جاده ها با توجه به اهداف توسعه پایدار در پیش بینی مقدماتی عبور جاده های جنگلی گزارش کردند. بنابراین با در نظر گرفتن موارد فوق و دقت بیشتر در تهیه نقشه شکل زمین این روش می تواند بعنوان روشی مناسب برای نمونه برداری از خاک برای انجام بررسی های مکانیک خاک جاده های جنگلی در مناطق کوهستانی با کمترین هزینه و زمان ممکن مورد بهره گیری مجریان طرح های جنگلداری قرار گیرد.

منابع و مراجع

- [۱] رافت نیا، ن.ا، سیبی. ا. و آذرنوش. م.، ر. ۱۳۹۰. تعیین ویژگی های نقش نقشه عبور و عوامل مؤثر در طراحی جاده های جنگلی توسط GIS. (مطالعه موردی سری ۷ از ۳۸ سردارباد). مجله علوم و فنون منابع طبیعی. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس. فصل پاییز. جلد ۷: ۲۵-۱۳ صفحه.
- [۲] سیبی. ا.ا، رافت نیا. ن.ا و سبحانی. پ. ۱۳۹۰. پتانسیل مکانیکی خاک در ساخت جاده های جنگلی با استفاده از برنامه های GIS برای استفاده. دومین کنفرانس و نمایشگاه بین المللی نقشه برداری و اطلاعات مکانی و نوزدهمین کنفرانس ملی ژئوماتیک. تهران، ایران. ۲۲۷ صفحه.
- [۳] صفیاری، ش. ۱۳۷۲. قابلیت های مکانیکی سری خاک جنگلی حمل و نقل و جاده های Patom. کارشناسی ارشد پایان نامه. دپارتمان جنگلداری و زراعت. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران، تهران. ۱۳۵ صفحه.
- [4] Akay, A.E. Karas, I.R. Session, J. Yuksel, A. Bozali, N. and Gundogan, R., 2004. Using high- resolution digital elevation model for computer-aided forest road design. Geo-imagery bridging continents, Turkish jou. Of agriculture and forest. 32;180-188.
- [5] FAO.1984.Lufler.H.G. the terrahn Classification for Forestry Tim/EFC/wp.1/p, 34-51p.
- [6] Jamshidy Koohsari, A., Majnounian, B., Zahedi Amiri, Gh. and Hoseini, S. A. 2009. Forest soil classification to reduce costs of mechanical capability study for roadway and transportation (Case study: Agh- Mashhad Forest). Journal of the Iranian Natural Resources. 61(4).877-888.
- [7] Javid, M. (1995). *Soil Mechanics Laboratory*. Tehran's Jahad Publisher press. Tehran, Iran.196 pages.
- [8] Majnounian, B., 1988. Preliminary results of the mechanical properties of forest soils Kheyroudkenar. Journal of the Iranian Natural Res., 42.105-113.
- [9] Majnounian, B., Jamshidy Koohsari, A., Zahedi Amiri, Gh. and Hoseini, S. A. 2008. Forest road soil mechanic properties in construction for practical uses. Journal of the Iranian Natural Res., 61(1).123-132.
- [10] Makhdoum, M.F. (1993). *Fundamental of land use planing*. University of Tehran press. Tehran, Iran. 289 pages.
- [11] Najafi, A. 1998. Study of Series 1 the Soil Mechanics and determine critical points in Vaz Research Forest. M.Sc. Thesis. Forestry and crop development department. College of Natural Resources. Tehran University, Tehran. 85 pages.
- [12] Potocnik, I., T.Pentek, D. Picman, I. Papa & A. Poje, 2008. Filling in the clearance of a forest. Ep.105-114.
- [13] Raafatnia, N.A. 1988. *Forested and mountainous roads (project)*. University of Mazandaran press. Sari, Iran. 227 pages.