Archive of SID

بررسی قابلیت‌های مکانیکی خاک‌های جنگلی به منظور استفاده در بهره‌برداری و جاده‌سازی (بررسی موردی: بخش پاتم، جنگل خیرود)

باریس مجنونیان[1]، شهلا صفیاری[2]، هوشنگ سبحانی[3] و احسان عبدی[4*]

[1] استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[2] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[3] دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[4] استادیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۲۴، تاریخ تصویب: ۸۸/۳/۱۰)

چکیده

بررسی ویژگی‌های مکانیکی خاک از مهم‌ترین مشخصه‌ها در گزینش نوع ماشین‌های بهره‌برداری و روش‌های بهره‌گیری از آنها می‌باشد، از سوی دیگر تناسب ماشین‌ها با قابلیت‌های مکانیک خاک می‌تواند نقش مهمی در تولید مستمر جنگل داشته باشد. به منظور دستیابی به هدف‌های بالا، در جنگل خیرود (بخش پاتم) اقدام به بررسی ویژگی‌های مکانیک خاک شد که نتیجه این بررسی، تعیین حدود آتربرگ، تعیین ایندکس روانی، ایندکس خمیری و ایندکس سفتی، دانه بندی عناصر درشت دانه و ریزدانه، و در نهایت طبقه‌بندی خاک به روش یونیفاید است. نتایج نشان داد که خاک منطقه مورد بررسی به طور کلی ریزدانه بوده و درصد رس نمونه‌های برداشت شده در بیشتر نمونه‌ها بیش از ۵٪ می‌باشد، بنابراین از این نظر حساس به یخبندان هستند. میزان ایندکس روانی برای بیشتر نمونه‌ها تا ۰/۵ می‌باشد. بنابراین برای قسمت اعظم منطقه می‌توان از اسکیدرهای چرخ لاستیکی و برای نمونه‌هایی که ایندکس روانی بیش از ۰/۵ دارند از اسکیدرهای چرخ زنجیری بهره‌گیری کرد. همه نمونه‌ها دارای حد روانی بیش از ۳۰ می‌باشند. بنابراین خاک دارای چسبندگی زیاد است که در هنگام کاربرد ماشین‌ها باید به آن توجه شود. با توجه به ایندکس خمیری، خاک منطقه دارای قابلیت جذب آب زیاد بوده و به کندی خشک می‌شود. بنابراین در برنامه ریزی سالیانه باید درحد امکان ماشین‌ها در شرایط آب و هوایی و زمان مناسب به کار گرفته شوند. خاک منطقه برای کارهای جاده‌سازی بدون اصلاح ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی حتی به عنوان بستر جاده و خاکریز قابل استفاده نیست و برای ساختن جاده در روی این نوع خاک‌ها باید اقدام‌هایی برای بهبود ویژگی‌های مکانیکی خاک انجام داد. با توجه به اینکه منطقه مورد بررسی در ارتفاعات پائین و بیشینه ارتفاع تا ۹۰۰ متر قرار دارد، احتمال یخبندان در آن خیلی کم بوده و به همین دلیل حساسیت خاک‌های CH و CL به یخبندان در این منطقه اهمیت زیادی ندارد.

واژه‌های کلیدی: حدود آتربرگ، ایندکس روانی، ایندکس خمیری، ایندکس سفتی، طبقه‌بندی یونیفاید

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۲ فاکس: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۲ E-mail: abdie@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بهره‌برداری یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین فرآیندهای مدیریت جنگل به شمار می‌رود. زیرا در صورت رعایت نشدن برخی جنبه‌ها، به سادگی سبب بر هم خوردن تعادل در محیط جنگل می‌شود، بدیهی است با بهره‌گیری از فناوری‌ها و ابزار مناسب و اعمال مدیریت می‌توان از رخداد چنین پدیده‌ای تا حد امکان جلوگیری نمود.

جنگل ها به عنوان تأمین کننده مواد اولیه تولید شناخته می‌شوند ولی به دلیل ماهیت تجدیدپذیری از یک سو و اثرگذاری‌های بی شمار زیست محیطی از سوی دیگر، متمایز از دیگر منابع طبیعی می‌باشند. علم جنگلداری با به کارگیری و تلفیق هماهنگ مجموعه‌ای از علوم و فناوری‌ها، ضمن بهره‌برداری پایدار، بیشینه توان لازم برای تولید کمی و کیفی مطلوب و بهینه را فراهم می‌آورد.

اگرچه وجود ماشین‌ها و وسایل مدرن به روند بهره‌برداری سرعت بخشیده و موجب بهبود کیفی فرآورده‌های چوبی و کاهش هزینه‌ها و سرانجام بهبود شرایط اقتصادی می‌شود، ولی اگر بدون توجه به شرایط محیطی جنگل گزینش و به کار گرفته شوند موجب آسیب دیدگی خاک بستر جنگل گشته و تعادل طبیعی محیط جنگل را دگرگون و زادآوری آن را مختل می‌کنند. بنابراین یکی از مهم‌ترین مسائلی که بایستی در کانون توجه مدیریت جنگل قرار گیرد، نوع و چگونگی کار ماشین‌های بهره‌برداری و حمل و نقل فرآورده‌های جنگلی می‌باشد. گزینش بهینه ماشین‌ها و به کارگیری روش‌های مناسب بهره‌برداری از یک سو موجب کاهش هزینه‌ها و افزایش بازده گشته و از سوی دیگر کمترین آسیب را به خاک جنگل و محیط طبیعی وارد می‌سازد.

بررسی ویژگی‌های مکانیک خاک از جمله حدود آتربرگ از مهم‌ترین مشخصه‌ها در گزینش نوع ماشین‌های بهره‌برداری و روش‌های بهره‌گیری از آنها می‌باشد، زیرا زمین جنگل در واقع بار وارده به وسیله ماشین‌ها را تحمل می نماید، از سوی دیگر تناسب ماشین‌ها با قابلیت‌های مکانیکی خاک می‌تواند نقش مهمی در تولید پایدار جنگل داشته باشد، ضمن اینکه از تخریب خاک نیز جلوگیری به عمل خواهد آمد.

بررسی ویژگی‌های مکانیک خاک در تصمیم گیری در گزینش ماشین‌های مناسب، تعیین بهترین زمان بهره‌برداری، تعیین نوع مسیرهای چوبکشی، طبقه‌بندی نواحی جنگلی و همچنین در رابطه با میزان حساسیت خاک نسبت به ماشین‌های مختلف می تواند نقش مهمی داشته باشد.

سابقه پژوهش

بررسی در مورد ویژگی‌های مکانیکی خاک برای احداث جاده‌های جنگلی، گزینش بهترین نوع ماشین‌های بهره‌برداری، تعیین مناسب ترین زمان بهره‌برداری، طبقه‌بندی زمین جنگل، تعیین ماشین‌های مناسب که کمترین آسیب را به خاک جنگل وارد کنند از دهه ۱۹۵۰ در اروپا، آمریکا و کانادا آغاز گردید (Bekker, 1950). پژوهش‌های انجام یافته به طور کلی عوامل زیر را مورد بررسی قرار می دهد:

- بررسی‌های خاک‌های جنگلی (بررسی مکانیک خاک) برای طبقه‌بندی زمین جنگل که در این صورت علاوه بر ویژگی‌های مکانیک خاک، عوارض زمین نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد (Loffler, 1986).
- بررسی‌های خاک‌های جنگلی (بررسی مکانیک خاک) برای تعیین بهترین نوع ماشین‌های حمل و نقل و وسایل بهره‌برداری که علاوه بر کیفیت بالا، از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد و در ضمن کمترین آسیب را به خاک جنگل وارد کند و به حفظ بوم‌سازگان کمک نماید (Dyrness, 1965).
- بررسی‌های خاک‌های جنگلی (بررسی مکانیک خاک) برای احداث جاده‌های جنگلی و جاده‌های چوب‌کشی (Eisbacher, 1982).

نخستین بار Samset (1973) با توجه به قابلیت‌های مکانیکی، خاک‌های جنگلی را طبقه‌بندی نمود. Eisbacher (1982) ویژگی‌های دانه بندی و میزان رطوبت را برای طبقه‌بندی خاک‌ها مورد توجه قرار داد.Loffler (1986) تحقیقات گسترده‌ای در زمینه طبقه‌بندی خاک‌های جنگلی با توجه به ویژگی‌های مکانیکی انجام داد. وی دانه بندی، وزن مخصوص ظاهری، تراکم بهینه، حدود آتربرگ، درصد ماده آلی و رطوبت طبیعی خاک را بررسی و با توجه به نتایج، خاک را از نظر مکانیکی طبقه‌بندی نمود. نخستین بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

مکانیک خاک در ایران در سال ۱۳۵۰ در طرح سنگده توسط سازمان خواربار و کشاورزی(فائو)[1] انجام و گزارش آن به سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور ارائه شد. در سال‌های ۱۳۵۱ و ۱۳۵۲ در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود در هنگام احداث شبکه جاده در قسمتی از مسیر مواجه با دشواری‌هایی از نقطه نظر زیر سازی جاده شدند که با ارسال نمونه‌هایی به خارج از کشور برای بررسی ویژگی‌های مکانیکی و کسب نتایج آن، امکان اتخاذ روش بهینه و علمی در زمینه جاده‌سازی فراهم شد. نخستین بار Majnounian (1989) بررسی‌هایی در مورد وضعیت مکانیک خاک در مسیر جاده در بخش نم خانه جنگل خیرود انجام داد. بیشتر بررسی‌های انجام شده در ایران شامل بررسی تاثیر ماشین‌ها و حیوانات چوبکش بر خاک‌های جنگلی (Ghafarian et. al., 2006; Jamshidi et. 2008; Lotfalian et. al., 2004; Naghdi et. al., 2007 al.,) و بررسی ویژگی‌های مکانیکی خاک، به منظور بهره‌گیری در جاده‌سازی (Jamshdi, 2007; Shoja, 2003) می‌باشد. تنها بررسی‌های انجام شده برای طبقه‌بندی خاک‌های جنگلی برای برنامه ریزی عملیات بهره‌برداری توسط Hashemi (1992)، و با هدف مدیریت و برنامه ریزی جاده‌سازی و بهره‌برداری توسط Safiyari (1992) انجام گرفته است. با توجه به موارد یاد شده هدف از این پژوهش بررسی ویژگی‌های مکانیکی خاک‌های جنگلی و بهره‌گیری از نتایج آنها در گزینش ماشین‌ها مناسب و نیز مدیریت زمانی و مکانی عملیات جاده‌سازی و بهره‌برداری می‌باشد.

به منظور دستیابی به هدف‌های بالا، در جنگل خیرود (بخش پاتم) اقدام به بررسی ویژگی‌های مکانیکی خاک شد که در نهایت منجر به طبقه‌بندی خاک بخش پاتم به روش یونیفاید گردید. طبقه‌بندی می‌تواند به تعیین نوع ماشین‌ها، بهترین زمان بهره‌برداری و همچنین تعیین نوع و چگونگی ساخت تأسیسات و شبکه حمل و نقل منجر شوند، به طوری که می‌توان بهره‌برداری از جنگل را با توجه به ویژگی‌های خاک آن با بهترین بازده و کمترین آسیب به خاک منطقه و بوم سازگان آن انجام داد. نتیجه بررسی حاضر تعیین حدود آتربرگ، تعیین ایندکس روانی[2]، ایندکس خمیری[3] و ایندکس سفتی[4]، دانه‌بندی عناصر درشت دانه و ریزدانه، تعیین درصد رطوبت و منحنی‌های مربوطه به همراه نقشه‌های محل می‌باشد که در نهایت زمینه طبقه‌بندی خاک را به روش بهینه فراهم می‌آورد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

بخش پاتم از جنگل آموزشی پژوهشی خیرود به منظور انجام این پژوهش انتخاب گردید. این بخش ، ۹۰۰ هکتار وسعت داشته و نخستین بخش از جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود نوشهر می‌باشد. بلند ترین نقطه آن ۹۳۴ متر و پایین ترین قسمت آن ۴۲ متر بالاتر از سطح دریاست. این بخش شامل ۱۸ پارسل می‌باشد که از این تعداد ۵ پارسل به مساحت ۳۲۶ هکتار جزء پارسل‌های حمایتی می‌باشند. پارسل‌های ۱۰۷- ۱۰۳ به دلیل حمایتی بودن از روند بررسی کنار گذاشته شدند. میانگین بارندگی سالیانه‌این بخش ۱۴۵۰ میلیمتر و کمینه و بیشینه بارندگی مربوط به اردیبهشت و مهر ماه و به ترتیب برابر ۶۱ و ۲۵۴ میلیمتر می‌باشند.

روش پژوهش

برای تعیین محل نمونه‌ها، شبکه‌ای با ابعاد ۲۵۰×۲۰۰ متر به صورت تصادفی روی نقشه قرار داده شد که این شبکه شامل ۴۲۱ مستطیل بود. با توجه به هدف و نوع بررسی، به طور معمول در این گونه موارد تعداد ۳۰ نمونه خاک مورد آزمایش قرار می‌گیرد (Safiyari 1992). بنابراین با داشتن ۴۲۱ قطعه (پلات)، در هر ۱۴ شمارش یکی از قطعه‌ها به عنوان محل نمونه برداری گزینش شد. در این حالت قطعه‌هایی که در خارج از بخش پاتم قرار دارند و همچنین قطعه‌هایی که در پارسل‌های حمایتی هستند شمارش نمی‌شود. مرکز هر قطعه برای محل دقیق نمونه‌گیری تعیین و برای کدبندی و شماره‌گذاری هر قطعه از دو گروه شماره و خط تیره بین آنها بهره‌گیری شد. گروه سمت چپ معرف شماره پارسل بوده که دهگان

۱- FAO

۲- Liquidity Index

۳- Plasticity Index

٤- Consistency Index

www.SID.ir

Archive of SID

و صدگان آن معرف پارسل و هزارگان آن معرف بخش است. گروه سمت راست خط تیره شماره قطعه‌ای است که نمونه‌گیری از آن صورت می گیرد. به عنوان مثال شماره ۱۸۰-۱۱۲ معرف این است که قطعه شماره ۱۸۰ در درون پارسل ۱۱۲ مورد نمونه برداری قرار می‌گیرد (شکل ۱).

بدین ترتیب محل دقیق قطعه‌ها و مرکز آنها (محل دقیق نمونه برداری) در روی نقشه تعیین شد و به هر قطعه مورد نمونه برداری، شماره‌ای اختصاص داده شده که در مراحل بعدی برای انجام آزمایش‌ها و بحث و نتیجه گیری از آن بهره‌گیری می‌شود.

تعیین محل نمونه در روی زمین

با بهره‌گیری از نقشه موجود (نقشه ضمیمه) و با توجه به عوارض مشخص در روی نقشه و وسایل لازم مانند قطب نما، ارتفاع سنج، متر و غیره محل نمونه‌گیری در جنگل تعیین شد.

برداشت نمونه

نمونه برداری از منطقه مورد بررسی در اواخر فصل بهار انجام گرفت. پس از مشخص نمودن محل نمونه‌ها در روی زمین اقدام به برداشت خاک از محل مزبور گردید. خاک مورد نظر از عمق بیشینه ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر و از هر نمونه دو کیسه خاک به وزن تقریبی ۳ تا ۴ کیلوگرم برداشت شد که یکی برای انجام آزمایش‌های مربوطه و دیگری به عنوان گزینه جانشین برای مواردی که تکرار آزمایش‌ها لازم می‌شود گزینش شد.

تشریح نظری نمونه‌ها

در هنگام نمونه برداری تشریح نظری در محل صورت گرفت. عواملی که در این زمینه مورد بررسی قرار گرفته اند عبارتند از : ارتفاع از سطح دریا، جهت، شیب، عمق، تخمین میزان سنگ، ویژگی‌های ظاهری خاک، ویژگی‌های ظاهری سنگ‌ها، وضعیت پوشش گیاهی و پستی و بلندی محل نمونه برداری (توپوگرافی).

آزمایش‌های مکانیک خاک

- تجزیه مکانیکی خاک

تجزیه مکانیکی خاک در دو بخش درشت دانه (مجموعه الک ها) و ریز دانه (هیدرومتری) انجام گرفت. تجزیه مکانیکی با بهره‌گیری از مجموعه الک ها با روش تر و برابر با استاندارد (ASTM D-422-63) انجام پذیرفت. شماره الک های مورد بهره‌گیری در این آزمایش شامل: ۱،″۳/۴،″۱/۲، ″۳/۸ ، ۴، ۱۰، ۴۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ بود.

تجزیه مکانیکی با روش هیدرومتری تا قرائت ۴۸ ساعت و برابر با استاندارد (ASTM D-422-63) انجام پذیرفت. نتایج بدست آمده از تجزیه با الک و هیدرومتری به صورت منحنی در دستگاه نیمه لگاریتمی ترسیم شد که نشان دهنده منحنی دانه بندی خاک است (Rahimi, 2006).

- حدودآتربرگ خاک

حد روانی خاک با بهره‌گیری از دستگاه کاساگرانده تعیین شد. حد روانی با توجه به استاندارد (ASTM D-423-66) و حد خمیری با توجه به استاندارد (ASTM D424-59) محاسبه و سپس با بهره‌گیری از نتایج بدست آمده، منحنی‌های روانی[1] ترسیم شد (Rahimi, 2006). رطوبت طبیعی خاک نیز با بهره‌گیری از قرار دادن نمونه‌ها در آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس و به مدت ۲۴ ساعت تعیین شد. با بهره‌گیری از داده‌های به دست آمده ایندکس‌های روانی و سفتی نیز محاسبه گریدند.

- طبقه‌بندی نمونه‌ها

به منظور طبقه‌بندی نمونه‌ها، روش یونیفاید (USCS[2])مورد استفاده قرار گرفت. با بهره‌گیری از داده‌های مربوط به دانه بندی و ویژگی‌های خمیرایی به صورت توام، نمونه‌های خاک طبقه‌بندی شدند (Rahimi, 2006).

نتایج

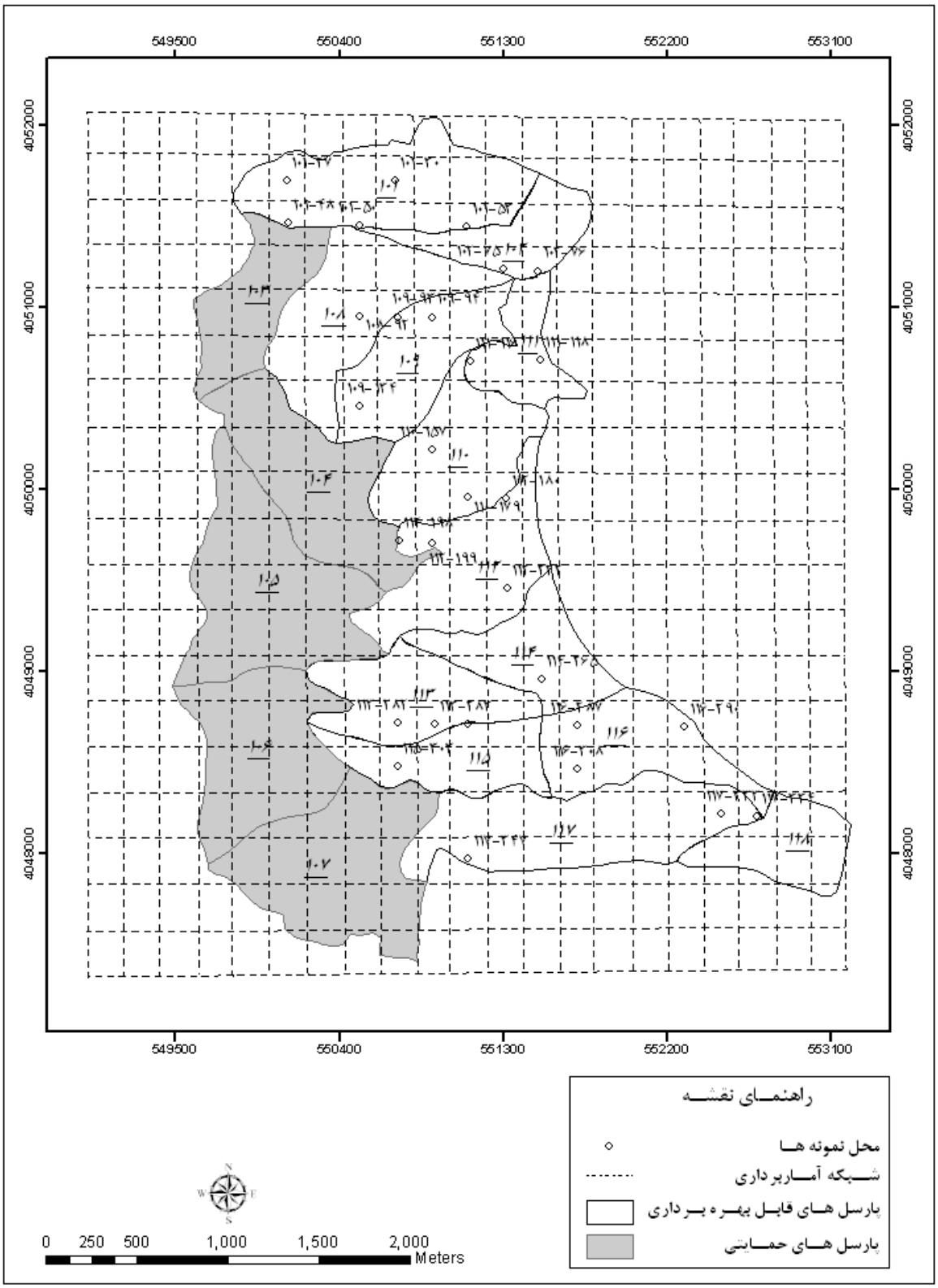
نتایج مربوط به همه آزمایش‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

۱- Flow Curve

۲- Unified Soil Classification System

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ١- موقعیت مکانی نمونه‌ها در بخش پاتم

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج آزمایش‌های مکانیک خاک به همراه ایندکس‌ها و طبقه مربوط به هر نمونه

شماره نمونه	رس (٪)	لای (٪)	ماسه (٪)	شن (٪)	رطوبت طبیعی (٪)	حد روانی (٪)	حد خمیری (٪)	ایندکس خمیری IP	ایندکس روانی IL	ایندکس سفتی IC	طبقه خاک (یونیفاید)
۱۰۱-۲۷	۱۲	۸۵	۳	-	۲۰/۵	۸۴	۲۲/۸	۶۱/۲	۰/۰۳	۱/۰۳	CH
۱۰۱-۳۰	۱۰	۷۴	۱	۱۵	۲۱/۹	۵۲/۱	۱۵/۵	۳۶/۶	۰/۱۷	۰/۸۲	CH
۱۰۱-۴۸	۴۰	۴۸	۹	۳	۳۲/۵	۸۴/۲	۲۱/۸	۶۲/۴	۰/۱۷	۰/۸۲	CH
۱۰۱-۵۰	۱۶	۸۰	۳	۱	۲۹/۸	۷۴/۵	۲۱/۴	۵۳/۱	۰/۱۵	۰/۸۴	CH
۱۰۱-۵۳	۱۰	۵۲	۸	۳۰	۱۹/۵	۳۸/۸	۱۶/۶	۲۲/۲	۰/۱۳	۰/۸۶	CL
۱۰۲-۷۵	۳۴	۵۸	۶	۲	۳۹/۵	۷۰	۱۸/۹	۵۱/۱	۰/۴۰	۰/۵۹	CH
۱۰۲-۷۶	۱۷	۲۳	۱۴	۴۶	۱۴/۲	۳۶	۱۶	۲۰	-۰/۰۰۹	۱/۰۹	CL
۱۰۸-۹۲	۲۵	۵۱	۲۲	۲	۴۱/۳	۸۳/۶	۲۱/۵	۶۲/۱	۰/۳۱	۰/۶۸	CH
۱۰۹-۹۳	۷	۵۳	۱۲	۲۸	۳۷/۶	۳۷	۱۶/۵	۲۰/۵	۱/۳۰	-۰/۲۰	CL
۱۰۹-۹۴	۲۴	۶۸	۷	۱	۳۷/۸	۶۵/۹	۲۱	۴۴/۹	۰/۳۷	۰/۶۲	CH
۱۱۱-۱۱۶	۲۱	۷۰	۸	۱	۲۵/۹	۸۴	۲۳	۶۱	۰/۴۰	۰/۹۵	CH
۱۱۱-۱۱۸	۲۰	۱۸	۵۳	۹	۳۲/۸	۴۷	۱۵/۶	۳۱/۴	۰/۵۴	۰/۴۵	CL
۱۰۹-۱۳۴	۲۷	۶۹	۴	-	۳۸/۸	۷۸/۷	۲۰/۸	۵۷/۹	۰/۳۱	۰/۶۸	CH
۱۱۰-۱۵۷	۱	۱۹	۲۴	۵۶	۱۰/۲	۳۷	۱۵	۲۲	-۰/۲۱	۱/۲۱	CL
۱۱۰-۱۷۹	۱۷	۵۸	۲۰	۵	۴۰/۵	۷۷/۵	۱۸/۳	۵۹/۲	۰/۳۷	۰/۶۲	CH
۱۱۲-۱۸۰	۱۸	۶۲	۴	۱۶	۳۱/۷	۷۷	۱۹/۲	۵۷/۸	۰/۲۱	۰/۷۸	CH
۱۱۲-۱۹۸	۹	۸۳	۸	-	۵۲	۸۱/۱	۲۲	۵۹/۱	۰/۵	۰/۴۹	CH
۱۱۲-۱۹۹	۷	۷۵	۱۸	-	۴۳/۴	۸۳/۵	۲۲/۸	۶۰/۷	۰/۳۳	۰/۶۶	CH
۱۱۲-۲۲۳	۱۱	۶۰	۲۹	-	۳۱/۱	۴۷/۲	۱۳/۸	۳۳/۴	۰/۵۱	۰/۴۸	CL

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۱- نتایج آزمایش‌های مکانیک خاک به همراه ایندکس‌ها و طبقه مربوط به هر نمونه

شماره نمونه	رس (٪)	لای (٪)	ماسه (٪)	شن (٪)	رطوبت طبیعی (٪)	حد روانی (٪)	حد خمیری (٪)	ایندکس خمیری IP	ایندکس روانی IL	ایندکس سفتی IC	طبقه خاک (یونیفاید)
۱۱۴-۲۶۵	۷	۷۶	۱۵	۲	۲۹/۱	۴۵/۵	۱۷/۸	۲۷/۷	۰/۴	۰/۵۹	CL
۱۱۳-۲۸۲	۲۱	۵۰	۱۸	۱۱	۳۲/۱	۳۴/۲	۱۴/۳	۱۹/۹	۰/۸۹	۰/۱	CL
۱۱۳-۲۸۳	۳۰	۴۰	۱۳	۱۷	۲۴/۴	۷۳	۱۸/۵	۵۴/۵	۰/۲۹	۰/۷	CH
۱۱۵-۲۸۴	۱۶	۷۰	۱۲	۲	۳۱/۸	۷۵/۳	۲۲/۸	۵۲/۵	۰/۱۷	۰/۸۲	CH
۱۱۶-۲۸۷	۱۹	۷۰	۱۰	۱	۳۳/۹	۷۸	۲۲/۱	۵۹/۹	۰/۲۸	۰/۷۱	CL-CH
۱۱۶-۲۹۰	۲۳	۵۷	۱۸	۲	۳۷/۸	۷۸	۲۲/۱	۵۵/۹	۰/۲۸	۰/۷۱	CH
۱۱۵-۳۰۳	۲۳	۵۰	۲۲	۵	۴۲/۲	۷۸/۴	۱۸/۴	۶۰	۰/۳۹	۰/۶۰	CH
۱۱۶-۳۰۸	۲۰	۷۰	۶	۴	۳۸/۶	۷۷	۲۲/۳	۵۴/۷	۰/۲۹	۰/۷۰	CH
۱۱۷-۳۳۳	۲۷	۶۰	۱۱	۲	۳۶/۹	۴۵	۱۵	۳۰	۰/۷۳	۰/۲۶	CL
۱۱۷-۳۳۴	۲۹	۵۴	۱۶	۱	۴۹/۳	۵۳/۲	۱۶/۵	۳۶/۷	۰/۸۹	۰/۱۰	CH
۱۱۷-۳۴۷	۱۱	۷۶	۱۲	۱	۴۹	۸۳	۲۳/۲	۵۹/۸	۰/۴۳	۰/۵۶	CH

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

عمق برداشت نمونه‌ها ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد که عمق بیشتر آنها به غیر از نمونه‌های شماره ۴۸-۱۰۱ و ۷۵-۱۰۲ و ۷۶-۱۰۲ و ۱۹۸-۱۱۲ و ۱۹۹-۱۱۲ و ۳۳۴-۱۱۷ و ۲۹۰- ۱۱۶ در این محدوده قرار داشته است و به علت رسیدن به سنگ مادر آهکی برای ۷ نمونه از آنها در عمق کمتر از ۶۰ سانتیمتر برداشت صورت گرفته است. در عمق ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر خاک معدنی است و به طور معمول خاک گیاهی وجود ندارد و اگر هم وجود داشته باشد قابل چشم پوشی می‌باشد. در نمونه‌هایی که عمق برداشت کمتر از ۶۰ سانتیمتری بود، باز هم عمیق‌ترین قسمت ممکن که بدون خاک گیاهی باشد، گزینش شد. بنابراین نتایج به دست آمده از آزمایش‌های مکانیک خاک مربوط به خاک معدنی منطقه می‌باشد و خاک گیاهی که در بیشینه عمق ۳۰ سانتیمتری قرار دارد مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته است. بنابراین نتایج بدست آمده تنها در مورد جاده‌های جنگلی اصلی و فرعی و جاده‌های چوب کشی که خاکبرداری در آنها صورت گرفته است (خاک به عنوان مصالح ساختمانی) صدق می کند. FAO (1986) با انجام بررسی‌های فراوان، عمق مناسب نمونه برداری به منظور بررسی قابلیت مکانیکی خاک را ۶۰ سانتیمتر پیشنهاد نمود.

جبهه شمالی منطقه مورد بررسی، پارسل ۱۰۱ و ۱۰۲ (نمونه‌های ردیف۷-۱) یک توده جنگلی انجیلی-ممرزستان بوده که در شیب بیش از ۶۰٪ قرار دارد. در این ناحیه به علت مخروبه بودن جنگل و شیب زیاد علائم فرسایش به طور کامل مشهود است و در اغلب مکان‌ها سنگ مادر از زمین بیرون زده است. میزان سنگ موجود در خاک این قسمت زیاد است و در کل خاک دارای بدنه قوی از سنگ می‌باشد. در دیگر قسمت‌های مورد بررسی بدنه سنگی در سطح پائین‌تری قرار داشته و شیب آن‌ها به جز قسمت‌هایی که در روی یال مرز جنگل و یا در حاشیه پارسل‌های حمایتی قرار دارند، زیاد نیست (تا ۵۰٪)، که این قسمت بخش عمده منطقه مورد بررسی را تشکیل می دهد. بنابراین ناحیه اخیر در واقع محل اصلی فعالیت های بهره‌برداری و حمل و نقل بوده و شبکه جاده‌های چوبکشی برای تکمیل حمل و نقل چوب در این قسمت باید توسعه یابد.

خاک منطقه مورد بررسی به طور کلی ریزدانه است. با توجه به جدول شماره ۱ ملاحظه می‌شود که از کل ۳۰ نمونه خاک مورد آزمایش تنها نمونه‌های شماره ۷۶-۱۰۲ ، ۱۵۷-۱۱۰ و ۱۱۸-۱۱۱ دارای بیش از ۵۰٪ خاک درشت دانه است و دیگر نمونه‌ها خاک ریزدانه با درصد بالایی از لای و رس می‌باشد.

میزان درصد رس نمونه‌های برداشت شده به غیر از نمونه‌های شماره ۱۵۷-۱۱۰ بیش از ۵٪ می‌باشد، بنابراین از این نظر حساس به یخبندان هستند.

Eisbacher (1982) دانه بندی و رطوبت را مشخصه‌های مورد نیاز برای طبقه‌بندی می‌داند، در صورتی که Loffler (1986) ویژگی‌های خمیرایی خاک را نیز مهم می داند. دلیل این اختلاف نظر مربوط به نوع خاک می‌باشد. خاک مورد بررسی توسط ایس باخر و لوفلر به ترتیب از نوع درشت دانه و ریز دانه می‌باشند. در اوایل دوران رشد علم مکانیک خاک تصور می‌شد که ویژگی‌های فیزیکی خاک‌ها مربوط به دانه بندی آنهاست، این مسئله در مورد خاک‌های درشت دانه صدق می‌کند در صورتی که ویژگی‌های ریز دانه‌ها رابطه اندکی با دانه بندی و رابطه زیادی با میزان رطوبت دارند (Rahimi, 2006). Hashemi (1992) مدل فائو را برای طبقه‌بندی مورد استفاده قرار داد. وی به منظور مشخص کردن بافت خاک از طبقه‌بندی مثلثی سازمان خاک‌های آمریکا[1] بهره‌گیری کرد که بیشتر جنبه کشاورزی دارد و مناسب هدف‌های مهندسی نمی‌باشد (Rahimi, 2006). در صورتی که در مدل فائو بهره‌گیری از روش طبقه‌بندی مثلثی دپارتمان مهندسی آمریکا قید شده است. در هر حال طبقه‌بندی بر

۱- U. S. A. Bureau of Soils

www.SID.ir

Archive of SID

پایه اندازه ذرات از نظر مهندسی دارای اهمیت نسبی کمی است، زیرا بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک مستقل از اندازه ذرات و چگونگی توزیع آنها می‌باشد. از معایب دیگر روش مثلثی نادیده گرفتن ذرات درشت تر از ماسه در خاک است (Rahimi, 2006). به دلیل اینکه دانه بندی خاک‌های عبوری از الک نمره ۲۰۰ از نظر مهندسی دارای اهمیت چندانی نیست (Rahimi, 2006) در این پژوهش نیز ویژگی‌های خمیرایی خاک مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است.

میزان ایندکس روانی برای همه نمونه‌ها به غیر از ۴ نمونه ۹۳-۱۰۹ و ۲۸۲-۱۱۳ و ۳۳۳-۱۱۷ و ۳۳۴-۱۱۷ تا ۰/۵ می‌باشد. با توجه به رابطه میزان ایندکس روانی و عبور و مرور ماشین‌ها نتیجه می‌شود که برای قسمت اعظم منطقه می‌توان از ماشین‌های چرخ لاستیکی دو دیفرانسیل (اسکیدرهای چرخ لاستیکی) بهره‌گیری کرد و برای ۴ نمونه یاد شده که ایندکس روانی بیش از ۰/۵ دارند از ماشین‌های چرخ زنجیری یا نیمه چرخ زنجیری بهره‌گیری می‌شود. Samset (1973) نیز برای هر طبقه خاک ماشین‌های مخصوص به آن طبقه را پیشنهاد نمود.

با محاسبه ایندکس سفتی و مقایسه آن با ایندکس روانی ثابت می‌شود که نتایج آزمایش‌ها درست بوده، زیرا ارقام ایندکس سفتی و ایندکس روانی عکس یکدیگر عمل می کنند (Rahimi, 2006) و نتایج بدست آمده از محاسبه ایندکس سفتی عیناً همان نتایج بدست آمده از ایندکس روانی را در مورد ترافیک پذیری زمین جنگل تأیید می‌کند.

چنانچه خاک از نقطه نظر مصالح ساختمانی و زیربنا مورد بررسی قرار گیرد برای نمونه‌هایی که ایندکس روانی آنها تا ۰/۵ است خاک به عنوان زیربنا قابل قبول می‌باشد و به عنوان مصالح ساختمانی در شرایط آب و هوایی خشک می‌تواند کاربرد داشته باشد.

با توجه به نتیجه آزمایش‌ها حدود آتربرگ (جدول شماره ۱) همه نمونه‌ها دارای حد روانی بیش از ۳۰ می‌باشند. بنابراین در منطقه مورد بررسی خاک دارای چسبندگی زیاد است که در هنگام بهره‌گیری از ماشین‌ها باید بدان توجه شود.

ایندکس خمیری نشان دهنده میزان قابلیت جذب آب در خاک می‌باشد. با توجه به جدول شماره (۱) ایندکس خمیری برای همه نمونه‌ها بالا می‌باشد، به طوری که برای خاک‌های طبقه CH بیش از ۳۵ و خاک‌های طبقه CL بیش از ۲۰ را نشان داده است. بنابراین نتیجه می‌شود که خاک منطقه مورد بررسی دارای قابلیت جذب آب زیاد است و در هنگام بارندگی آب زیادی را به خود جذب می کند و به کندی خشک می‌شود. بنابراین در برنامه ریزی سالیانه باید درحد مکان ماشین‌ها در شرایط آب و هوایی و زمان مناسب به کار گرفته شوند.

خاک منطقه مورد بررسی تنها شامل طبقه‌های CH و CL می‌باشد. بنابراین با توجه به طبقه‌ها پیشنهادهای زیر از نقطه نظر جاده‌سازی ارائه می‌شود:

بدون در نظر گرفتن اختصاصات زمین شناسی و ژئوتکنیکی منطقه، این نوع خاک‌ها برای کارهای جاده‌سازی بدون اصلاح ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی حتی به عنوان بستر جاده و خاکریز قابل بهره برداری نیستند و برای ساختن جاده در روی این نوع خاک‌ها باید اقدام هایی برای بهبود ویژگی‌های مکانیکی خاک انجام داد که به طور خلاصه به شرح زیر است:

- ایجاد سازه و شبکه زهکشی خوب برای جاده و حریم آن.
- تثبیت قشر رویی خاک بستر جاده با آهک
- به کارگیری روش‌های مناسب برای زهکشی و تثبیت محدوده جاده

با توجه به‌اینکه منطقه مورد بررسی در ارتفاعات پائین و بیشینه تا ۹۰۰ متر قرار دارد، احتمال یخبندان در آن خیلی کم است و به همین برای حساسیت خاک‌های CH و CL به یخبندان در این منطقه اهمیت زیادی ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

در صورتی که منطقه دارای بدنه سنگی خوبی باشد می‌توان از میزان هزینه‌های زیاد زهکشی کاست و زهکشی را تنها در ساخت جوی کناری و آبروهای عرضی خلاصه نمود و همین طور از تثبیت قشر روئی خاک بستر جاده با آهک نیز صرفنظر کرد. نتایج بدست آمده از برداشت های زمینی و مشاهده میدانی در محل‌های نمونه برداری نشان می دهد که‌این شرایط (داشتن بدنه سنگی کافی در خاک) تنها در جبهه شمالی منطقه (پارسل‌های ۱۰۱ و ۱۰۲) وجود دارد و دیگر قسمت های منطقه از نظر بدنه سنگی موجود در خاک فقیر هستند. در نتیجه ساختن جاده جنگلی و جاده‌های چوبکشی باید در فصول خشک انجام گرفته و تأسیسات زهکشی کافی برای آنها در نظر گرفته شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها در رابطه با حرکت وسایل چوبکشی در روی جاده‌های چوبکشی (تردد پذیری) به شرح زیر ارائه می‌شود:

چسبندگی زیاد این نوع خاک‌ها باعث کاهش تحرک ماشین‌ها می‌شود. به همین برای حرکت ماشین‌ها در مواقع مرطوب باید درحد امکان محدود شود.

با بالا رفتن میزان رطوبت این نوع خاک‌ها توان باربری آن CBR[1] به شدت کاهش می‌یابد، به همین دلیل حرکت ماشین‌های چوبکشی در روی این نوع خاک‌ها در شرایط مرطوب باعث ایجاد شیار عمیق در خاک شده و علاوه بر این که باعث کندی کار می‌شود، این شیارها خود باعث فرسایش در جاده‌های چوبکشی خواهند شد.

ایندکس خمیرایی این نوع خاک‌ها بالاست و به همین دلیل آب زیادی به خود جذب کرده و به کندی خشک می‌شوند. بنابراین زمان فصول خشک در این نوع مناطق باید به خوبی مورد بهره‌گیری قرار گیرد و در عوض کار را در فصول مرطوب تعطیل کرد. آمار هواشناسی منطقه می‌تواند در این رابطه داده‌های سودمندی برای برنامه ریزی کار ارائه نماید. نتیجه آزمایش‌ها نشان داد که ایندکس روانی نمونه‌های خاک منطقه مورد بررسی به طور عمده کمتر از ۰/۵ است و بنابراین در شرایطی که خاک دارای رطوبت طبیعی است برای بیشتر ماشین‌های چوبکشی چرخ لاستیکی تردد پذیر است.

از مهم‌ترین دستاوردهای بررسی بالا، کاربری عملی نتایج آن در امر بهره‌برداری بهینه از جنگل است که می‌تواند به عنوان الگویی برای تعیین چگونگی برخورد عقلایی در همه مراحل و عملیات بهره‌برداری در منطقه، نوع و چگونگی کار ماشین‌های مورد بهره‌گیری قرار گیرد.

۱- California Bearing Ratio

www.SID.ir

Archive of SID

References

- American Society for Testing and Materials, 1992. Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.08, Philadelphia, PA
- Bekker, M. 1956. Theory of locomotion: Mechanics of vehicle mobility. University of Michigan Press, USA.
- Dyrness, C. T. 1956. Soil surface condition following tractor and high lead logging in the Oregon cascades. Journal of Forestry, Vol. 63.
- Eisbacher, J. 1982. The practical application of soil testing methods on forest road. FAO Forestry paper no. 33.
- FAO, 1984. The terrain classification for forestry. Final report for FAO/ECE/ICO. Committee. University of Munich, 34p.
- Ghafarian, R., Sobhani, H. and Mohajer, M.R. 2006. A study of site damages by traditional logging method. Iranian J. Natural Res., Vol. 58 (4): 805-812.
- Hashemi, J. 1992. Land classification for planning logging practices. MS thesis, faculty of natural resources, University of Tehran.
- Jamshidi, A. 2007. MS thesis, faculty of natural resources, University of Tehran. 80 pp.
- Jamshidi, R., Jaeger, D., Raafatnia, N and Tabari, M. 2008. Influence of Two Ground-Based Skidding Systems on Soil Compaction under Different Slope and Gradient Conditions. International Journal of Forest Engineering. Vol. 19, No. 1.
- Loffler, H. 1986. The relationship between site classification and terrain classification. Martinus Nijhoff Publications.
- Lotfalian, M., Rafatnia, N. and Sobhani, H. 2004. A study on the effect of timber skidding by Taf skidder on soil compaction. Journal of Agricultural sciences and Natural Resources of Khazar. Vol. 1(2): 63–70.
- Naghdi, R., Bagheri, I., Akef, M and Mahdavi, A. 2007. Soil compaction caused by 450C Timber Jack wheeled skidder (Shefarood forest, northern Iran). JOURNAL OF FOREST SCIENCE, *53*, 2007 (7): 314–319.
- Rahimi, H. 2006. Soil Mechanics. Danesh-o-fan Publications. Second edition. 622 pp.
- Safiyari, S. 1992. Assessment of mechanical properties of forest soils in order to use in road construction and logging practices. MS thesis, faculty of natural resources, University of Tehran.
- Samset, I. 1973. Forestry operations in dynamic production forestry. University of British Columbia. 33p.
- Shoja, R. 2003. MS thesis, faculty of natural resources, University of Tehran. 80 pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Assessment of Mechanical Properties of Forest Soils for Logging Practices and Road Construction (Case study: Patom District, Kheyroud Forest)

B. Majnounian[1], Sh. Safiyari[2], H. Sobhani[3] and E. Abdi*[4]

[1] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
[2] M. Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
[3] Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
[4] Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

(Received: 14 December 2008, Accepted: 31 May 2009)

Abstract

One of the most important principles that forest managers should consider is the kind and methods of logging and transportation of forest products. Assessment of mechanical properties of forest soils is an important criterion in selecting and using suitable machines, because the forest floor bears the pressures of machines. On the other hand proportion of machines with soil properties plays important role in sustainable yield of forests. In order to obtain these objectives, mechanical properties of forest soil such as Atterberg limits, liquidity index, plasticity index, consistency index, grain size distribution and soil classification base on Unified Soil Classification System were assessed in Kheyroud Forest. The results showed that soils are fine grained and the percentage of clay in all samples is more than 5% so the soil is sensitive to freezing. The liquidity index for most of samples is less than to 0.5 and so wheeled skidders can be used in most of the region except samples with liquidity index more than 0.5 which crawler skidders should be used. All samples had a liquid limit greater than 30; therefore soil is sticky and should be considered when using machines. With regard to plasticity index, the soil showed high tendency in water absorption and will be dried slowly, so the machines should be scheduled and used in dry weather. Soil can not be used for road construction without physical and mechanical improvement. The elevation range of study area is up to 900 meters above sea level so risk of freezing is rareness; therefore sensitiveness of CL and CH soils to freezing is not very important in this region.

Keywords: Atterberg limits, Liquidity index, Plasticity index, Consistency index, Unified soil classification

*Corresponding author: Tel: +98 261 2249312 , Fax: +98 261 2249312 , E-mail: abdie@ut.ac.ir

www.SID.ir