بررسی خواص مکانیکی خاک طرح جنگلداری زیارت گرگان وکاربرد آن در جاده سازی

رضا عارفیان و نصرت ا... رأفت نیا

چکیده

دخالت در جنگل پدیده‌ای است که اگربدون شناخت و آگاهی صورت گیرد و عواقب وخطرات احتمالی آن پیش‌بینی نگردد، آثار مخربی به دنبال خواهد داشت. جاده سازی نوعی دخالت در اکوسیستم جنگل به شمار می‌رود. بنابراین شناخت و آگاهی در مورد ویژگیهای مکانیکی خاک از اصول اولیه جاده سازی محسوب می شود.

در این بررسی ویژگیهای مکانیکی خاک محدوده طرح جنگلداری زیارت مورد مطالعه قرار گرفت. روش بررسی شامل دو مرحله بود. ابتدا نقشه های زمین شناسی، هیدروگرافی، شیب، جهت شیب وحرکتهای توده ای خاک در مقیاس $\frac{1}{10000}$ تهیه گردید. مرحله دوم شامل آزمایش مکانیکی خاک بود. در مجموع ۳۰ نمونه خاک از اطراف جاده های اصلی و فرعی به طریق تصادفی سیستماتیک تهیه ودر آزمایشگاه مکانیک موردآزمایش قرار گرفتند که شامل آزمایشهای رطوبت طبیعی، رطوبت بهینه، حدروانی، حد خمیری و دانه بندی بودند.

نتایج نشان دادند که خاک منطقه مورد مطالعه رطوبت طبیعی زیادی دارد و تعدادی از نمونه ها رطوبتشان با حد خمیری خاک یکسان است. حد روانی نیمی از نمونه‌ها بیش از ۵۰ درصد بود. در این آزمایش با استفاده از نتایج، چهار نوع خاک بر اساس رده بندی یونیفاید شناسایی گردید که عبارت بودند از خاکهای CL,ML,MH,CH. این خاکهاریزدانه بوده و جهت‌زیر سازی و رو سازی مناسب نیستند و نیز نسبت به لغزش و حرکتهای توده‌ای خاک حساس و مستعد هستند. بنابراین با استفاده از نقشه‌های مختلف

و نتایج آزمایش خاک، نقشه محدودیت خاک از نظر پایداری در سه طبقه پایداری کم، پایداری متوسط و تقریباپایدار تهیه گردید.

واژه‌های کلیدی: جنگل، جاده، مکانیک خاک، حرکتهای توده‌ای خاک، حدروانی، حد خمیری، رطوبت طبیعی، رطوبت بهینه، دانه بندی خاک و طرح جنگلداری زیارت.

مقدمه

روند تخریب منابع طبیعی به طور عام و جنگل به طور خاص زمانی به طور آشکار آثار خود را نشان می‌دهد که توان تجدید حیات کاهش یافته یا از بین برود. چنین وضعی اغلب نتیجه بهره‌برداری غیراصولی است و دراین مرحله از تخریب، امکان برگشت به شرایط اولیه به سختی ممکن و یا به کلی غیرممکن است.

اگرچه سالهاست که در دنیا و از جمله ایران تا حد امکان به این موضوع توجه شده و متخصصان سعی می‌کنند که با پیشرفته‌ترین روشهای علمی جنگلها را تحت مدیریت صحیح قرار دهند و شیوه‌ای بهتر از آن بهره‌برداری بعمل آورند، لیکن موارد زیادی وجود دارد که به طور شایسته مورد توجه قرار نگرفته و در مورد آن غفلت شده است.

به طور کلی باید اذعان نمود هرگونه دخالت در جنگل اگر به طور اصولی و معقولانه صورت نگیرد سبب بهم خوردن اکوسیستم و یا به عبارت دیگر تعادل ارگانیکی جنگل می‌گردد. چنانچه در اسرع وقت فکر و روشی جهت ممانعت از آن صورت نپذیرد در ابتدای امر فرسایش آغاز خواهد شد و در پی آن تخریب جنگل را در برخواهد داشت.

جاده سازی و بهره‌برداری از جنگل نوعی دخالت در فرآیند تعادلی اکوسیستم جنگل به شمار می‌رود که باید با احتیاط و به طور صحیح و عقلانی با آن برخورد شود. قبل از اجرای هرگونه عملیاتی، عواقب و تبعات آن سنجیده و راهها و روشهای مطلوب برای خنثی نمودن آن عواقب را مدنظر قرار داده و در برنامه و طرح عملیاتی، پیش‌بینیهای لازم گنجانده شود.

شناخت و آگاهی در مورد ویژگیهای مکانیکی خاک از اصول اولیه جاده‌سازی در جنگل محسوب می‌شود. زیرا عواملی مؤثر در حمل و نقل و بارگذاری و واکنش آنها بر خاک موثراست را هم در زمان ساخت جاده و هم در زمان نگهداری و مرمت آن، به شمار می‌روند.

بنابراین، با شناخت خواص مکانیکی خاک و شناخت عوامل مستعدکننده ناپایداری خاک می‌توان تدابیر مؤثری برای بهبود شرایط مکانیکی خاک اندیشید و بر پایداری خاک در برابر نیروهای بیرونی افزود و از فرسایش و حرکتهای توده‌ای خاک و نشست آن جلوگیری کرد.

بررسی خواص مکانیکی خاک علاوه بر موارد فوق ما را در تصمیم‌گیری برای انتخاب ماشین آلات مناسب، تعیین زمان بهره‌برداری، انتخاب نوع مسیرهای چوبکشی و تعیین مناطق مستعد به حرکتهای توده‌ای خاک، یاری می‌نماید.

در این بررسی خواص مکانیکی خاک از جمله حد خمیری، حد روانی، رطوبت طبیعی، رطوبت بهینه و دانه‌بندی خاک مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفته و طبقه‌بندی خاک جنگل انجام می‌گیرد. به طور کلی دستاورد این بررسی کاربری عملی آن در امر احداث، مرمت، نگهداری جاده، حفظ دیواره‌های کناری آن و نحوهٔ برخورد عقلانی در تمام مراحل بهره‌برداری از جمله نوع و نحوه استفاده از ماشین‌آلات خواهد بود.

سابقه تحقیق

تحقیق و بررسی در مورد وضعیت مکانیکی خاک جهت احداث جاده‌های جنگلی و انتخاب بهترین مسیر، تعیین مناسبترین زمان بهره‌برداری، طبقه‌بندی جنگل از نظر نوع رفتار خاک و تعیین ماشین‌آلات مناسب که کمترین صدمه را به خاک جنگل وارد کند. در ایران بررسی ویژگیهای مکانیکی خاک بیشتر جهت احداث راهها، سدها و مجتمع‌های بزرگ ساختمانی انجام می‌گیرد و تحقیقات مختلفی نیز در این زمینه که در دانشگاهها

وموسسات صنعتی صورت گرفته است ولیکن در مورد ویژگیهای مکانیکی خاکهای جنگلی مطالعات اندکی صورت گرفته است. ولی درجهان تحقیقات به نسبت خوبی در این زمینه انجام شده است که به برخی از آنها اشاره می‌شود.

Eisbacher (۱۹۸۲) تحقیقاتی در مورد احداث جاده‌های جنگلی و وضعیت مکانیکی خاک انجام داده و به این نتیجه رسیده است که عوامل دانه‌بندی، وزن مخصوص ظاهری، میزان رطوبت طبیعی، تراکم و غیره باید اندازه‌گیری شوند و به علاوه بر آن تعیین صدمات خاک در اثر عبور وسایل نقلیه نیز تعیین گردند. این آثار باید قبل و بعد از عبور با هم مقایسه شود.

Loffler (۱۹۸۶) تحقیقات گسترده‌ای را در زمینه طبقه‌بندی خاک در کشور آلمان انجام داده است. وی در بررسیهای خودمبنای دستورالعمل طبقه‌بندی خاک را براساس حساسیت آن در برابر وسایل بهره‌برداری و میزان بار حاصل مورد توجه قرار داده است.

Loffler در مورد وضعیت مکانیکی خاک، عمق برداشت خاک را ۶۰ سانتیمتر تعیین نمود و باتوجه به پارامترهای ذکر شده به طبقه‌بندی خاک اقدام کرده است. خاکهای مورد نظررا در برابرعبور و مرور وسایل بهره‌برداری و میزان بار حاصل از آنها مورد مطالعه قرار داده و مقدار حساسیت آنهارا تعیین نموده و همچنین بهترین نوع ماشین‌آلات حمل ونقل و بهره‌برداری را با توجه به داده‌های موجود انتخاب کرده است.

مجنونیان (۱۳۶۸) در طرح جنگلداری سری نم‌خانه جنگل آموزشی و پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران نتایج اولیه خواص مکانیکی خاک جنگل خیرودکنار جهت استفاده کاربردی در جاده‌سازی را در مجله منابع طبیعی ایران ارائه نموده است. وی نتیجه گرفته است که بافت خاک مسیر جاده‌های مورد بررسی در کل ریز دانه است و دستورالعملهای مورد نیاز را بیان نموده است.

صفیاری (۱۳۷۰) قابلیتهای مکانیکی خاک سری پاتم‌جنگل خیرود کنار شمال را برای حمل و نقل و جاده‌سازی بررسی نموده است. وی در این تحقیق به این نتیجه

رسیده که خاک منطقه مورد بررسی ریز دانه بوده بنابراین برای زیرسازی و روسازی مناسب نیست و باید آنرا ضمن انجام زه‌کشی اصلاح نمود.

مواد وروشها

الف - مواد

- موقعیت جغرافیایی

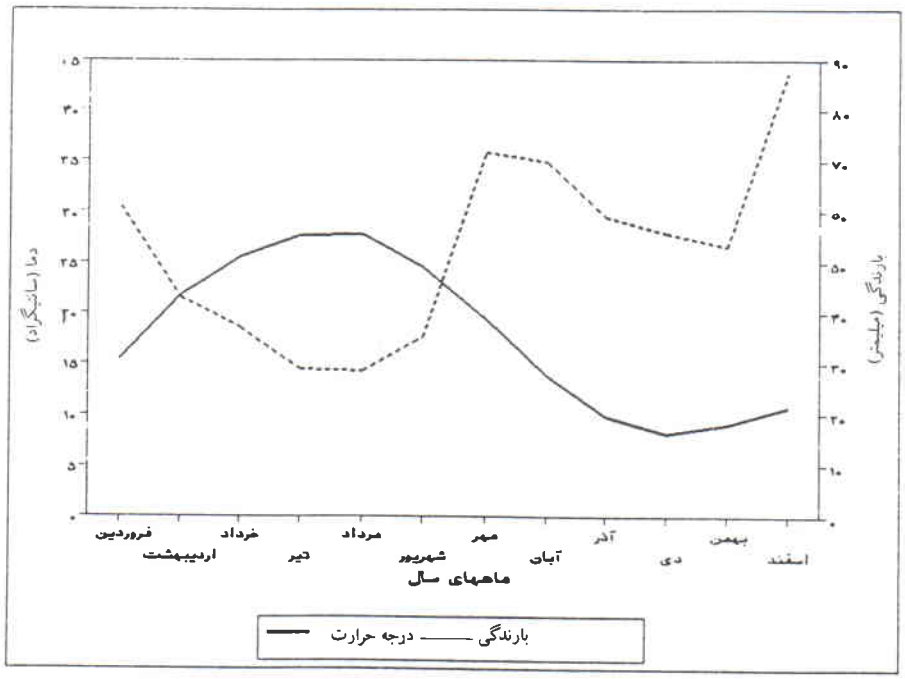
طرح جنگلداری زیارت، سری هشت در حوزه جنگلداری اداره کل منابع طبیعی گرگان و گنبد قرارگرفته و شهر گرگان با نزدیکترین فاصله، در ۱۶ کیلومتری آن قرار دارد. این طرح در بین ´۲۹ /°۵۴ و ´۲۵ /°۵۴ طول شرقی و بین ´۴۳ /°۳۶ و ´۴۷ /°۳۶ عرض شمالی واقع گردیده است.

محدوده طرح در روی نقشه با مقیاس $\frac{1}{50000}$ با فواصل خطوط تراز ۵۰ متر نشان داده شده، ولی برای بررسی دقیق‌تر دانگ زادآوری نقشه توپوگرافی آن به مقیاس $\frac{1}{10000}$ با فواصل خطوط تراز ۱۰ متر نیز تهیه شده است. (منابع طبیعی گرگان، ۱۳۷۰)

- حدود، وسعت و توپوگرافی

محدوده طرح زیارت از طرف شمال به طرح جنگلداری سری ۲ نهارخوران، از جنوب به جنگلهای حفاظت شده، مراتع ییلاقی و زمینهای مزروعی روستای زیارت، از شرق به رودخانه زیارت و از غرب به رودخانه انجیل‌پزو طرح جنگلداری شصت‌کلاته و سری یک سعدآباد محدود می‌گردد. حداقل ارتفاع محدوده ۶۵۰ متر و حداکثر آن به ۲۲۵۰ متر از سطح دریا می‌رسد. مساحت کل سری ۳۶۶۲ هکتار است و از نظر توپوگرافی بیشتر شیبهای رو به شمال و جنوب، شمال غرب و شمال شرق داشته و یالها

و دره‌های متعدد با شیبهای متفاوت دارد. مساحت محدوده مورد مطالعه ۶۵۱ هکتار است (منابع طبیعی گرگان، ۱۳۷۰).



نمودار شمارهٔ ۱ - منحنی آمبروترمیک منطقه گرگان

- آب و هوا

در این بررسی جهت شناسایی وضعیت و تعیین اقلیم از روش گوسن و آمبرژه که بیشتر در نواحی مدیترانه‌ای و نیمه مرطوب کاربرد دارد استفاده شده است. براساس روش گوسن یا منحنی آمبروترمیک (شکل شماره ۱)طول دوره خشکی در منطقه گرگان کم بوده ودر ماههای خرداد، تیر، مرداد و شهریور اتفاق می افتد وذوره رطوبت از اواسط شهریور تا پایان سال ادامه دارد. بر اساس فرمول آمبرژه آب و هوای گرگان اقلیمی نیمه

مرطوب و معتدل دارد. آنچه که برای این آزمایش اهمیت داشت شناخت وتعیین عناصر آب و هوایی منطقه مورد مطالعه بود، زیرامیزان رطوبت در خاک به طور مستقیم در ناپایداری وپایداری آن مؤثراست. چون آمار مورد نظر در دسترس نبود از روش تعیین عناصرآب وهواز تغییرات آن برحسب ارتفاع استفاده گردید. به ازاء هر یک صدمترافزایش ارتفاع، ۵۱ میلیمتر بارندگی وکاهش ۰/۵درجه سانتیگراد دمادرنظرگرفته شد. با توجه به ارتفاع متوسط منطقه (۱۰۰۰متراز سطح دریا)عناصرآب و هوایی محاسبه گردید وطبق فرمول آمبرژه‌ضریب رطوبتی آن ۱۲۹=Q گردید که اگر آن را در اقلیم نما مشخص کینم محدوده دانگ تجدید نظر مورد مطالعه در اقلیم مرطوب سرد قرارمی گیرد. (میرکاظمی، ۱۳۷۰)

- وضعیت زمین شناسی

با استفاده از نقشه‌های موجود سازمان زمین شناسی (برگ گرگان) و نقشه توپوگرافی و بازدیدهای میدانی وضعیت زمین شناسی به شرح زیر تشریح گردیده است.

۱- تکتونیک

براساس نقشه و گزارشهای موجود، محدوده سری و کل منطقه گرگان از نظر تکتونیک (زمین ساخت) گسل وتراست دارد. شاخه‌های فرعی از گسل معروف البرز با امتداد شمال شرقی جنوب غربی وارد محدودهٔ سری شده که در ساختار زمینها، پیدایش رسوبها و خاکهای حاصل و مورفولوژی منطقه نقش مهمی را ایفا می‌کنند. این شاخه‌های گسل سبب ظهور و قرارگیری سازندهای پرکامبرین در سطح سری در مقابل و همطراز رسوبهای دوران دوم، شده‌اند. سازندهای دگرگون پرکامبرین به شیستهای گرگان معروفند. این وضعیت پیدایش سازندهای پرکامبرین در کل البرز شمالی، مختص جنوب

گرگان است که تأثیر به سزایی در موقعیت مورفولوژیکی - هیدرولوژیکی، زلزله خیزی و خاکزایی منطقه دارد. ظهور چشمه‌های گسلی و تراستی (چشمه دوبرار) از آثار مهم این وضعیت تکتونیکی به شمار می‌رود.

۲ - چینه شناسی

در این بخش ویژگیهای سنگ شناسی سری در قالب چینه شناسی مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه سطح سری به نحو عمده بوسیله سازندهای پرکامبرین و مزوزوئیک (آهک لار) پوشیده شده است، بنابراین در این مختصر سازندها و رسوبهای مربوطه توضیح داده می‌شود. در اثر تجزیه و تخریب رسوبهای فوق، خاکهای جنگلی و واریزه‌های کواترنر حاصل شده‌اند.

- سازندهای پرکامبرین

سازندهای پرکامبرین معروف به شیستهای گرگان با شرایط تکتونیکی خاصی از سایر قسمتهای منطقه تفکیک شده و تقریباً نیمی از سطح سری را به خود اختصاص می‌دهند و در شمال سری از ارتفاع ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متری گسترش دارند. سنگهای پرکامبرین قدیمی‌ترین سازند البرز شمالی هستند که به نحو عمده از شیستهای سبز به همراه متادیاباز کوارتزیت مرمر واسلیت تشکیل یافته‌اند. در سطح سری عمدتاً شیستهای سبز به همراه اسلیت بیشتر به چشم می‌خورند. این شیستها به رنگ سبز تیره متورق و براق (میکادار) هستند که در حالت فوق به طور عام در ارتفاعات بلند (مراتع) بیشتر مشهودند، ولی در مناطق جنگلی به دلیل رطوبت به طور عام مورد تجزیه و هوازدگی و تخریب قرار گرفته و به خاکهای جنگلی تبدیل شده‌اند، ولی آثار بیرون زدگی لایه‌های سنگی در دره‌ها و ترانشه‌های جاده‌ها به چشم می‌خورند. شیستهای گرگان در چندین مرحله دگرگون شده‌اند و بدین جهت متورق، نازک لایه و در سطح به شدت

هوازده و از سختی کمی برخوردارند. رنگ آنها در سطح تیره، ولی در اعماق سبز تیره است و در مقابل رطوبت سست بوده و به سرعت متلاشی می‌شوند. در مقابل آب حالت صابونی پیدا نموده و این امر موجبات لغزش و ریزش آنها را به ویژه در جاده‌های جنگلی فراهم می‌آورد.

سازند مزوزوئیک : از دوران مزوزوئیک تنها رسوبهای دوره ژوراسیک فوقانی در سطح سری مشاهده می‌شود. تقریباً نصف دیگر سری یعنی جنوب آن از ارتفاع ۱۰۰۰ متری به بالا به رسوبهای ژوراسیک فوقانی اختصاص دارد. این رسوبها به سازند لار معروفند و از آهک و آهک دولومیتی تشکیل یافته‌اند. این رسوبها ضخیم، سخت و متراکم بوده و رنگ خاکستری تیره دارند. به علت سختی زیاد و عدم خاکزایی در اکثر نقاط به ویژه در ارتفاعات بیرون زدگی دارند. آن طور که از شواهد برمی‌آید این رسوبها بر روی شیستهای گرگان گذاشته شده‌اند و نفوذپذیری خوبی داشته و ریشه دوانی در دیاکلازها و شکافهای آنها به خوبی صورت می‌گیرد.

رسوبهای کواترنر : خاکهای قهوه‌ای حاصل از عمل پدوژنز که عمق به نسبت زیادی در سطح سری دارند و همچنین واریزه‌ها و برشها و کنگلومراهای تخریبی که اغلب در حد فاصل آهکهای دولومیتی و شیستهای سبز مشاهده می‌شوند جزء رسوبهای پلیو – کواترنر و کواترنر محسوب می‌شوند.

- تیپ زمین

طبقه بندی تیپ زمین براساس جنس سنگ مادری، موافق و مخالف بودن شیب لایه با شیب زمین و ویژگیهای فیزیوگرافیک (شیب، جهت و بلندی) صورت گرفته که طبق آن سه تیپ زمین در سطح سری موجود است :

۱ - زمینهای L.P(۱)

۲ - زمینهای L.M(۲)

۳ - زمینهای L.Q(۳)

زمینهای تیپ L.P در ارتفاعات متوسط جنگلی با دامنه منظم و اغلب جهتهای شمالی، جنوبی غربی قراردارند.

سنگهای مادری به نحو عمده از سنگهای پرکامبرین به شمار می‌روند.

شیب عمومی این اراضی ملایم، ولی نفوذپذیری سنگ مادری کم است و سنگهای مادری سطحی در مقابل عوامل جوی و اقدامات مکانیکی و دستکاری انسان سست و حساس هستند. نفوذپذیری خاکها در این گونه زمینها خوب است و همین امر با نفوذپذیری داخلی در تناقض است که پس از رسیدن آب به سنگ مادری باعث روانه‌های گل یا لغزش می‌شود. این زمینها در ارتفاع ۵۰۰ الی ۱۰۰۰ متری سطح دریاقرار دارند.

زمینهای تیپ L.M ارتفاعات بلند سری را با شیب به نسبت زیاد را تشکیل می‌دهند. سنگ مادری آنها از آهک و آهک دولومیتی تشکیل یافته است که به سازند لار معروف است. نفوذپذیری در این زمینها خوب است. پایداری آنها نیز مناسب بوده و فقط به علت مقاومت سنگ مادر در برابر عوامل فرسایش، خاکزایی در آنها ضعیف بوده و به همین سبب بیرون زدگی سنگی در اغلب نقاط به چشم می‌خورد. عمق خاک نسبت به زمینهای L.P کمتراست وارتفاعات بین ۲۲۰۰ - ۱۰۰۰ متری سطح دریاراتشکیل می‌دهد. زمینهای تیپ L.Q جزء زمینهای کواترنر محسوب شده و در اصل واریزه‌های آهکی و دولومیتی هستند که از تخریب آهک دولومیتی ارتفاعات بلند و زمینهای L.M حاصل

1- Land Pre camberian

2- Land Mesozoic

3- Land Quaternary

شده‌اند و در جهت شیب زمین و در حد فاصل بین زمینهای L.M و L.P قرار گرفته که دانگ تقریباً دراین زمینها قرار گرفته است.

- وضعیت جاده

جاده اصلی سری هشت زیارت از جاده نهارخوران منشعب شده و پس از عبور از جنگل به نسبت هموار النگ دره و یال تلاربن به محدوده دانگ می‌رسد.

این جاده سطح دانگ را بخوبی پوشش نمی‌دهد و در ساخت آن حداکثر شیب مجاز و عبور از نقاط اجباری شیب مثبت و منفی به خوبی رعایت نشده است. به طوری که در برخی نقاط شیبهای زیاد داشته و در نتیجه فرسایش شدید در سطح آن بوجود آمده است. بنابراین، هرساله به هزینه‌های نگهداری و مرمت گزافی نیاز است. طراحی هدایت آب سطح جاده به خارج و همچنین جوی کنار جاده که باید همواره مرمت و بازنگاهداشته شود به خوبی رعایت نشده و آبها به صورت هرز آب در سطح جاده و به صورت مجتمع درکناره جاده به ویژه در مواقع بارندگی مشاهده می‌شود (عکس شماره ۱). در تعداد اندکی از طول جاده لوله‌گذاری (با کنده‌های توخالی و گاهی پل بتونی) صورت گرفته و بنابراین آب توسط معدودی از این گذرگاهها به خارج هدایت می‌شود. دیواره‌های کناری و همچنین محل خاکریزی در بیشتر نقاط ناپایدار بوده و همواره ریزش می‌نماید. به طوری که در دو نقطه از مسیر جاده اصلی سطح آن همواره در حال نشست و ریزش مداوم است که حداقل سالی دوبار به ترمیم مجدد نیاز دارد (عکس شماره ۲). طول جاده اصلی ۱۰ کیلومتر و طول جاده‌های فرعی ۱۲ کیلومتر است. میزان تراکم جاده ۱۵ متر در هکتار و با این تراکم ۶۸ درصد جنگل را پوشش می‌دهد.

- تهیه نقشه

تهیه نقشه‌های مختلف که با توجه به اهداف‌این بررسی تهیه شده‌اند، بطورکلی

وضعیت جنگل را را روشن می سازند. از جمله نقشه‌هایی که تهیه شد، نقشه توپوگرافی، شیب، جهت شیب، هیدروگرافی، زمین شناسی و حرکتهای توده‌ای بود. این اطلاعات آگاهیهای لازم را در جهت درک نحوه اثر عوامل خارجی در پایداری وعدم پایداری خاک وتبیین نتایج حاصل از بررسی داده های مربوط به آزمایشهای خواص مکانیکی خاک، به محقق می بخشند.

۱- نقشه زمین‌شناسی

نقشه زمین‌شناسی نوع سازند بستر خاک را نشان می‌دهد. طبق نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه از یک نوع سازند تشکیل یافته است و تنوعی از این نظر ندارد. واریزه‌های آهکی با خاک رس در روی بستری از سنگ شیست قرار دارد. پایداری سنگ مادر ضعیف بوده و نفوذپذیری آن کم است و خاک در جهت شیب لغزنده می‌گردد.

۲- نقشه هیدروگرافی

آگاهی از وضعیت هیدرولوژی منطقه در مورد اهداف طرح اهمیت خاصی دارد، زیرا آب یکی از عوامل خارجی محسوب می‌شود که در ناپایداری خاک دخالت دارد. آب باعث می‌شود که محدودیت نامطلوب مکانیکی خاک افزایش یابد و پایداری خاک کاهش یافته و خاک فرسایش یا ریزش نماید. بنابراین چنانچه نقشه هیدروگرافی قبل از احداث جاده تهیه شود می‌توان مسیر جاده را از مناطق مناسبتری که خطر و عواقب ناگوار نداشته باشد، عبور داد.

نقشه هیدروگرافی مسیر جریانهای آبی چه به صورت فصلی و یا دائمی با مقیاس $\frac{1}{10000}$ تهیه شده است. در سطح کل محدوده ۱۹ کیلومتر آبراهه وجود دارد که تراکم متوسط آن ۳۲۰ متر در هکتار است و همان طور که نقشه نشان می‌دهد، جاده‌های اصلی و فرعی در طول مسیر خود چندین آبراهه را قطع می‌کنند که آثار نامطلوبی بر

پایداری ترانشه‌های کناری و فرسایش سطح جاده دارند.

۳- نقشه حرکتهای توده‌ای

بررسی حرکتهای توده‌ای خاک با بازدید میدانی و ثبت وضعیت حرکتهااز جمله ابعاد، تاریخ و محل وقوع و نوع مواد تشکیل دهنده، بینش اجمالی لازم برای پایداری دامنه‌ها را در مورد منطقه بدست خواهد داد. بنابراین برای بررسی دقیق‌تر مسأله به آزمایشهای مکانیک خاک نیاز خواهد بود. به علاوه بر آن، نقشه حرکتهای توده‌ای، نقاط بحرانی را به منظور اقدامهای پیشگیرانه و اجتناب از خسارات آتی، به طور متمایزمشخص می‌کند. نقشه لغزش یا حرکتهای توده‌ای خاک با بازدید میدانی از سطح مورد مطالعه و با استفاده از نقشه های موجود دراداره کل مناتع طبیعی گرگان در مقیاس $\frac{1}{10000}$ تهیه گردید.

به طورکلی ۲۲ مورد لغزش شناسایی گردید که محل دقیق آن در روی نقشه مشخص شده‌است. بنابه اظهار آگاهان منطقه، اغلب حرکتهای توده‌ای خاک قبل از بهره‌برداری وجود نداشته و یا اگر بوده به تعداد کم و از نوع خزش بوده است، ولی در اثر دخالت بی‌رویه و عدم انجام عملیات پیشگیرانه این لغزشها صورت گرفته است.

در اثر احداث جاده‌های اصلی و فرعی، مسیر آبراهه‌ها و چشمه هاقطع گردیده، ولی برای خروج آب، متناسب با حجم آن اقدام مؤثری صورت نگرفته است. بنابراین تجمع آب در خاک ترانشه‌ها و یا سطح جاده‌ها باعث حرکت خاک گردیده است. ازجمله جاده در حد فاصل مرز پارسل ۵ و ۴، هر ساله ریزش می‌نماید. به طور کلی عرض و طول لغزش بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر است که مساحت آنها حدود ۳۰ هکتار است. عناصر تشکیل دهندهٔ آن به نحو عمده خاک می‌باشد.

۴- نقشه شیب

شیب دامنه از عوامل خارجی و توپوگرافی محسوب می‌شود که در ناپایداری خاک مؤثر است. در شرایط مشابه خاک از نظر خواص مکانیکی، هر چه شیب منطقه بیشتر باشد خاک ناپایدارتر و برای حرکت مستعد است.

نقشه شیب به طورکلی گویای تیپ اراضی است ودر تعیین نقاط بحرانی (ازنظر حرکتهای توده‌ای خاک) جهت اقدامهای پیشگیرانه از ریزش و لغزش ترانشه‌های خاک ریزی و خاکریزی و سطح جاده کمک شایان توجهی می‌نماید. در انتخاب مناسب مسیر جاده، نقشه شیب جهت اجتناب از مناطق پرشیب راهنمای خوبی است.

بنابراین با توجه به موارد فوق نقشه شیب در مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ در پنج طبقه تهیه گردید. با بررسی و محاسبه نقشه، مشخص گردید که ۳۰ درصد جاده از شیبهای بیش از ۶۰ درصد به بالا عبور می‌کند. شکل شماره ۱ نقشه شیب را نشان می دهد.

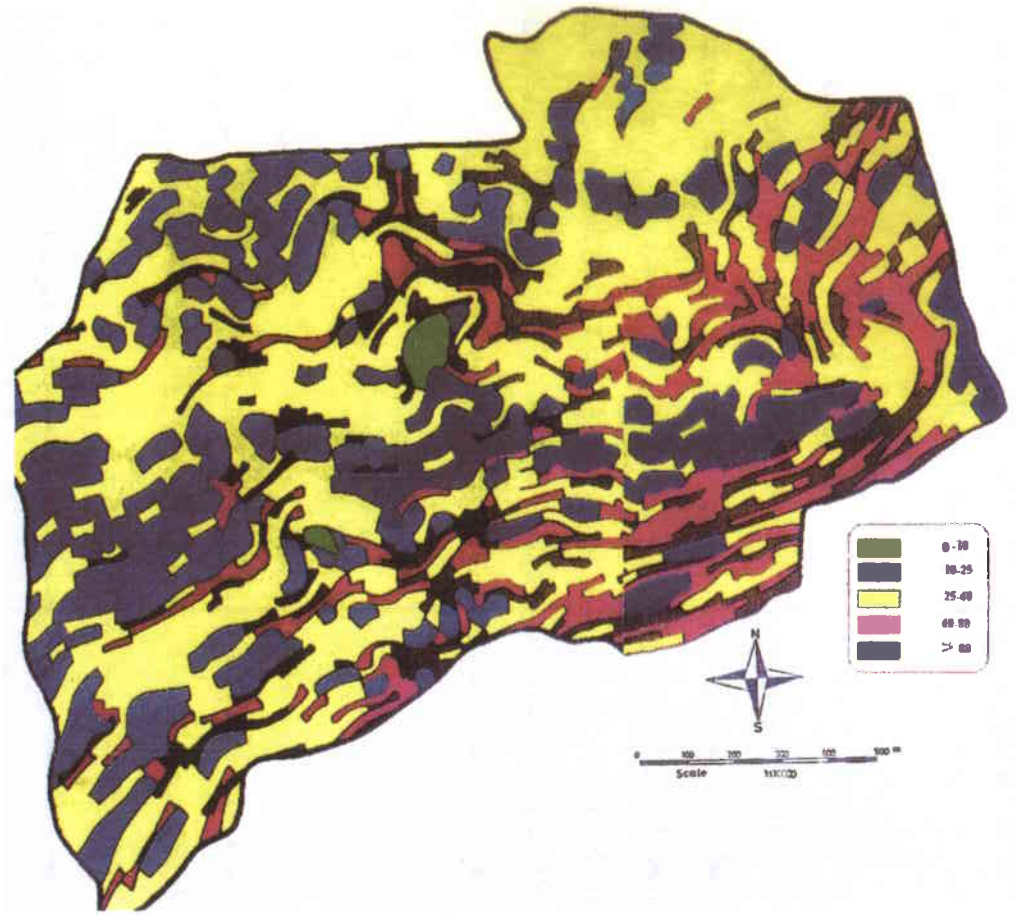
۵- نقشه جهت شیب

باتوجه به نقش جهت شیب در میزان درصد رطوبت خاک که در پایداری و ناپایداری خاک دخالت دارد، نقشه جهت شیب دامنه‌ها در ۸ طبقه تهیه گردید.

همان طوری که نقشه نشان می‌دهد جهت عمومی دامنه‌ها به طرف شمال است ولی جهتهای غربی- شرقی و شمال شرقی- جنوب غربی، فراوانی بیشتری دارند. درصد تراکم جهت شیب در جدول شماره ۱- نشان داده شده است.

جدول شماره ۱- درصد جهت شیب (درصد تراکم جهت شیب)

جهت	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
درصد جهت شیب	۵/۸	۱۴/۷	۲۱/۸	۵	۲/۳	۱۶/۶	۲۵/۹	۷/۹



شکل شماره ۱ - نقشه شیب طرح جنگلداری زیارت (دانگ)

ب- روشها

- نمونه‌گیری خاک

برای تعیین ویژگیهای مکانیکی خاک از جمله حد روانی، حد خمیری، دانه‌بندی، رطوبت بهینه و رطوبت طبیعی می‌باید از خاک نمونه تهیه گردد.

- نحوه نمونه‌گیری

هیچ گونه منبع مشخصی در مورد انتخاب تعداد نمونه بدست نیامد، ولی باتوجه به محدودیت اعتبار و همچنین با عنایت به اینکه در مطالعات تفصیلی طبقه‌بندی اراضی کشاورزی در هر ۱۰۰۰ هکتار ۴۰ پروفیل در نظر می‌گیرند، بنابراین برای ۵۶۱ هکتار تعداد ۳۰ نمونه در نظر گرفته شد. این تعداد نمونه به طور تصادفی سیستماتیک در اطراف جاده اصلی و فرعی پخش گردید. فاصله هر نمونه در جاده اصلی ۵۰۰ و در جاده فرعی ۱۰۰۰ متر تعیین شد. نحوهٔ پراکنش نمونه ها در تمام سطح جنگل تقریباً یکنواخت گردید، بطوری که از هر ۲۵ هکتار یک نمونه گرفته شد.

- طرز تهیه نمونه

پس از تعیین محل نمونه‌ها در فاصله ۵ تا ۴ متری سمت خاکبرداری جاده به کندن چاله به ابعاد ۴۰ × ۸۰ و تا عمق حداکثر یک متر اقدام گردید. خاک خارج شده از گودال به خوبی با هم مخلوط شده و به مقدار ۶۰ - ۵۰ کیلوگرم به عنوان نمونه در داخل کیسه‌های نایلونی دوجداره (به منظور حفظ رطوبت طبیعی خاک) ریخته شد و جهت آزمایش به آزمایشگاه مکانیک خاک ارسال گردید. در ضمن ویژگیهای محل نمونه‌گیری یادداشت گردید.

- بررسیهای آزمایشگاهی

با استناد به افلاکی (۱۳۶۸)، مشخصه‌های رطوبت طبیعی خاک، رطوبت بهینه، حد روانی، حد خمیری و دانه‌بندی (افلاکی، ۱۳۶۸).

۱- رطوبت طبیعی

جهت تعیین میزان رطوبت طبیعی، مقدار کمی خاک (که **باید** رطوبت آن طبیعی باشد) مورد آزمایش را در داخل قوطیهای مخصوص ریخته وزن می‌کنیم و بعد آنرا در گرمخانه با حرارت ۱۱۵ درجه سانتیگرادبه مدت ۱۲ ساعت قرارداده وپس از خشک شدن توزین می‌کنیم. از تفاضل وزن خاک قبل از خشک شدن و وزن خاک پس از خشک شدن وزن آب یا رطوبت داخل خاک بدست می آید، سپس درصد رطوبت رانسبت به وزن خشک خاک محاسبه می‌کنیم. برای ۳۰ نمونه خاک درصد رطوبت طبیعی خاک به روش فوق تعیین گردید.

۲ - تعیین حد روانی

حد روانی میزان رطوبتی است که خاک را به صورت روان در می‌آورد. برای این کار مقدار ۱۵۰ - ۵۰گرم از نمونه خاک را وزن کرده و پس از خشک شدن در گرمخانه عبور ازالک شماره ۴۲۵ آن را می‌کوبیم. خاک کوبیده شده را با مقداری آب مقطر مخلوط و بهم زده تا خمیر نرم و یکنواختی بدست آید. سپس خمیر را در داخل پیاله برنجی دستگاه کازاگرانده ریخته تا سطح آن با لبه پیاله همتراز شود. آنگاه به وسیله کاردک سطح آن صاف می‌گردد. باکاردک مخصوص از قسمت عقب به جلو شیاری ایجاد می‌کنیم بعد با دستگاه به ضربه زدن و شمارش ضربه‌ها اقدام می‌شود تا زمانی که شیار بهم برسد (به عنوان مثال پس از ۴۵ ضربه). در مرحله بعد رطوبت خاک را افزایش داده به طوری که تعداد ضربات قبل از اینکه به ۲۵ برسد دو شیار بهم برسند. اگر چنانچه بعد از ۲۵ ضربه

شیار بهم رسید باید همچنان رطوبت را افزایش داد تا مرحله‌ای که خاک قبل از ۲۵ ضربه، شیار بهم برسند. در مرحله بعد مقدار رطوبت را کاهش یا میزان خاک را اضافه می‌کنیم و دوباره همان عملیات قبلی را انجام می‌دهیم سپس ضربه زدن را شروع می‌کنیم در این مرحله بعد از ۲۵ ضربه، شیار ایجاد شده باید بهم برسند. سپس نمونه داخل پیاله را در ظرفی مخصوص ریخته و وزن آنرا یادداشت می‌کنیم و آنرا داخل گرمخانه‌به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه قرار می‌دهیم تا خشک شود.

تفاوت وزن خشک ومرطوب خاک، نشان دهندهٔ وزن آب داخل خاک‌می‌باشد که درصد آن محاسبه می‌شود. این کار در هر بار که شیار بهم می رسد برای تعیین میزان رطوبت در آن وضعیت انجام می گیرد.[1]

برای رسم منحنی روانی از تغییرات درصد رطوبت در مقیاس حسابی و تغییرات تعداد ضربات برای رسیدن شیارها در مقیاس لگاریتمی استفاده می‌شود و سه مرحله آزمایش را روی آن رسم می‌کنیم که به طور معمول یک خط بدست می‌آید که نمودار حاصل را منحنی روانی می‌نامند.

این منحنی که روی کاغذنیمه لگاریتمی مخصوص که در ستون عمودی درصد رطوبت و در ستون افقی تعداد ضربه مشخص شده است، محلی راکه خط با محور x ها که میزان ۲۵ ضربه را نشان می‌دهد قطع‌کند میزان حد روانی خاک بدست می‌آید. برای ۳۰ نمونه خاک حد روانی به روش فوق انجام گردید.

۳- حد خمیری

حد خمیری عبارت است از مقدار رطوبتی که در رطوبتهای بیشتر از آن، خاک حالت

۱- میزان درصد رطوبت طبیعی از فرمول زیر محاسبه می‌گردد :

$$\text{رطوبت طبیعی } \% \ w = \frac{\text{وزن آب}}{\text{وزن خاک خشک}} \times ۱۰۰$$

خمیری پیدا می‌نماید. برای این کار مقداری از خاکی را که برای تعیین حد روانی آماده شده است برمی‌داریم. نمونه باید به حد کافی خمیری شکل شده باشد. بعد آنرا به صورت گلوله درآورده در روی یک شیشه صاف می غلطانیم تا سراسر طول آن به قطر یکسان و به شکل فتیله‌ای به قطر ۳/۲ میلیمتر درآید، و آن قدر غلطاندن را ادامه می‌دهیم تا خاک دیگر به شکل فتیله در نیامده و ترک بخورد. خاک ترک خورده را در درون ظرف کوچکی قرار داده و وزن می‌کنیم (حداقل ۵ گرم) سپس آنرا در گرمخانه قرار داده دوباره پس از خشک شدن قوطی را وزن کرده وزن خاک خشک را بدست می‌آوریم. این آزمایش را دو بار تکرار می‌کنیم میانگین آن حد خمیری خواهد بود. بنابراین حد خمیری خاک میزان رطوبتی است که خاک درحالت فتیله شدن به قطر ۳/۲ میلیمتر شروع به ترک خوردن نماید.

برای ۳۰ نمونه حد خمیری به روش فوق اندازه‌گیری شد.

۴ - رطوبت بهینه

رطوبت بهینه رطوبتی است که خاک در آن رطوبت بیشترین چگالی را دارد، زیرا در آن رطوبت ذرات خاک اصطکاک کمی روی هم داشته، بنابراین به خوبی روی هم غلطیده و فضای میان ذرات به طور کامل پر می‌شود.

روش آزمایش: اگر خاک مرطوب باشد آنرا در هوای معمولی خشک نموده و خاک را با چکش لاستیکی به طوری که دانه‌های خاک شکسته و از هم جدا نشوند می‌کوبیم. بعد مقدار کافی خاک را از الک ۴/۷۷ مم عبور داده و مانده الک را دور می‌ریزیم. مقدار ۷ کیلوگرم خاک زیر الک را انتخاب کرده و آنرا با مقداری آب (^{cc} ۲۰۰ - ۱۰۰) مخلوط را کرده و خاک را در قالب ۶ اینچی به میزانی می‌ریزیم که قالب مزبور در پنج نوبت پر شود. خاک در هر نوبت با استفاده از چکش دستی (چکش ۴/۵ کیلوگرمی به ارتفاع ۱۸ اینچ، که به صورت آزاد و یکنواخت بر تمام سطح خاک وارد شود با ۵۶ ضربه متراکم می‌کنیم.

سپس این عمل را با اضافه شدن یک لایه دیگر تا پنج نوبت تکرار می‌کنیم. سپس وزن خاک متراکم شده را بدست می‌آوریم و در جدول می‌نویسیم و از همین خاک دو نمونه در حد ۳۰۰ - ۲۰۰ گرم‌برداشته در داخل قوطی وزن کرده و آنرا در گرمخانه به دمای ۷۵درجه سانتیگراد به مدت ۷ ساعت قرار می‌دهیم. پس از خشک شدن دوباره وزن می‌کنیم ووزن آن را در جدول می نویسیم. عمل متراکم نمودن از روی نمونه هر بار با اضافه کردن مقدار معینی آب (^{cc} ۱۵۰ - ۱۰۰)ادامه می‌دهیم (۳ - ۵ بار) تا اینکه وزن خاک نمونه داخل قالب پس از عمل متراکم نمودن در دو نوبت متوالی تقریباً مساوی شود. در هرکدام از این تکرارها همانند دفعه اول مقداری نمونه گرفته و درقوطی ریخته پس از وزن شدن در گرمخانه قرار می‌دهیم و وزن خشک آنرا بدست می‌آوریم. از روی وزن تر متراکم و وزنْ خشک میزان رطوبت و در نهایت غلظت خشک را در سه نمونه بدست می‌آوریم.

از روی وزن تر متراکم شده و وزن خشک میزان رطوبت و در نتیجه غلظت آنرا محاسبه می‌کنیم. بنابراین از سه نمونه خاک متراکم شده سه غلظت تر خواهیم داشت که با استفاده از منحنی لگاریتمی و با استفاده از اعداد بدست آمده غلظت خشک را در روی آن رسم کرده هرکجا خط بدست آمده یک نقطه از منحنی لگاریتمی را قطع کرد، عدد آن منحنی نشان دهندِه رطوبت بهینه خاک نمونه می‌باشد. رطوبت بهینه ۳۰ نمونه خاک به طریق فوق مشخص گردید.

۵- آزمایش دانه‌بندی خاک

منظور از دانه‌بندی جداسازی ذرات خاک در اندازه‌های مختلف است که به درصد از کل نمونه بیان می‌شود. (افلاکی، ۱۳۶۸)

تهیه نمونه

نمونه خاک را در یک سطح تمیز و صاف ریخته و خوب مخلوط می‌کنند و بعد به صورت مسطح درآورده و به چهار قسمت مساوی تقسیم می‌نمایند یکی از این چهار قسمت را به عنوان نمونه انتخاب می‌کنند.

روش آزمایش

در این روش دانه‌بندی خاک با عمل سرند کردن خاک در الکهای مختلف صورت می‌گیرد. سرند کردن با حرکات افقی و عمودی و با دست انجام می‌گیرد. وزن مانده روی هر الک را با دقت ۰/۱ گرم تعیین و بعد از فرمول زیر جهت محاسبات استفاده می‌شود:

$$\frac{\text{وزن خاک مانده روی الک}}{\text{وزن کل}} \times ۱۰۰ = \text{درصد مانده روی الک}$$

درصد مانده روی الک − ۱۰۰ = درصد رد شده

دانه‌بندی به روش هیدرومتری

جهت تعیین میزان دانه‌های ریز خاک مانند رس و سیلت و ماسه‌های خیلی ریز از روش هیدرومتری استفاده می‌شود (این روش در آزمایشگاه‌مکانیک خاک جهاد گرگان اجرا می‌شود). در این روش از اندازه‌گیری وزن مخصوص دانه خاک در آب که با گذشت زمان رسوب می‌کند و از وزن مخصوص مایع کاسته می‌شود استفاده می‌شود و میزان کاهش وزن مخصوص مبنای محاسبه قرار می‌گیرد.

روش آزمایش هیدرومتری

۵۰ گرم نمونه را وزن کرده و در کاسه ۲۵۰^{cc} می‌ریزیم و به آن مقدار ۲۰۰^{cc} هگزافسفات سدیم اضافه می‌کنیم. محلول را بهم زده و مدت ۱۶ ساعت در جای خود قرار می‌دهیم پس از سپری شدن زمان لازم، محتویات ظرف را داخل هم زن ریخته و به

آن آب مقطر اضافه می‌کنیم تا نصف ظرف پر شود. دستگاه همزن ۶۰ ثانیه کار خواهد کرد. سپس مخلوط را به استوانه مدرج منتقل کرده به آن آب مقطر اضافه کرده و حجم آنرا به ^{cc}۱۰۰۰ می‌رسانیم و آنگاه به مدت یک دقیقه با تکان دادن، محتویات استوانه را مخلوط می‌کنیم و بعد استوانه را در جای خود قرار داده و بلافاصله چگالی سنج را داخل آن می‌گذاریم و درجه آنرامی‌خوانیم. در همان زمان درجه حرارت نیز اندازه‌گیری می‌شود.

قرائتهای بعدی در فواصل زمانی ۵ - ۱۵ - ۳۰ و ۶۰ ثانیه و ۲ - ۵ - ۱۵ - ۳۰ و ۶۰ دقیقه ۲، ۴ و ۲۴ ساعت یادداشت می‌گردد. در هر بار قرائت درجه حرارت ثبت می‌گردد. برای تصحیح چگالی سنج از مخلوط مایع و ماده هگزافسفات سدیم استفاده می‌شود. اختلاف اعداد قرائت بالا و پائین با عدد مینسک بدست می‌آید. سپس با استفاده از فرمول، قطر ذرات و درصد آن محاسبه می‌شود.[1]

۳۰ نمونه خاک به طریق فوق دانه‌بندی گردید.

۱-

$$D = K\frac{L}{t}$$

D) قطر ذرات

K ضریب ثابت از جدول - L طول سقوط ذرات. t زمان سقوط .P٪ درصد ذرات خاک

$$\%\ P = \frac{۱۶/۶(RC_2 - 1)\ a \times ۱۰۰}{W_s}$$

RC_2 قرائت نهایی چگالی سنج

WS - وزن خاک. a اگر چگالی خاک ۲/۶۵ باشد ۱ = a وگرنه از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$a = \frac{۲/۶۵ - ۱}{۲/۶۵} \times \frac{G_s}{G_s - 1}$$

G_s چگالی خاک. از جدول می‌توان a را برحسب وزن مخصوص بدست آورد.

$$Rc_2 = Ra - Ct - Cd$$

قرائت چگالی سنج، Ct تصحیح حرارتی، Cd تصحیح صفر چگالی سنج اگر چگالی سنج از نوع H ۱۵۲ باشد، درصد ذرات از فرمول زیر محاسبه می‌شود. Ra

$$\%\ P = \frac{RC_2\ a}{W_s} \times ۱۰۰$$

۶ - رده‌بندی خاک

منظور از رده‌بندی خاک تقسیم خاکها به گروه‌های مختلف است، به طوری که تمام خاکهایی که در یک گروه قرار می‌گیرند وضعیت معینی داشته و از نظر خواص مکانیکی مشابه هستند. رده‌بندیهای مختلفی از سوی دانشمندان ارائه شده‌اند که در این آزمایش از رده‌بندی یونیفاید استفاده شده است (U.S.C.S).

رده‌بندی یونیفاید U.S.C.S

کازاگرانده پس از مطالعه و بررسی درباره انواع خاکها بدین نتیجه رسید که تنها دانه‌بندی خاک برای مشخص نمودن رفتار مکانیکی آن کافی نیست، بلکه دانه‌بندی، حد خمیری و حدروانی را نیز باید مدّ نظر قرار داد (افلاکی، ۱۳۶۸).

در طبقه‌بندی یونیفاید خاکها به دو دسته ریزدانه و درشت دانه تقسیم می‌شوند. اگر بیشتر از ۵۰ درصد نمونه از الک ۲۰۰ بگذرد ریزدانه و در غیر این صورت درشت دانه است. خاکهای درشت به دو گروه شن و ماسه تقسیم می‌شوند. اگر بیش از ۵۰ درصد قسمت درشت دانه از الک شماره ۴ عبور کند خاک ماسه‌ای و در غیر این صورت شنی است. در روش یونیفاید حروف G برای شن. S برای ماسه، M برای سیلت، C برای رس و O برای خاکهای آلی بکار می‌روند. خاکهایی که خوب دانه‌بندی شده باشند با W و خاکهای بد دانه‌بندی شده را با حرف P نشان می‌دهند. حروف L و H به ترتیب برای نشان دادن خاکها با حد روانی کم وزیاد بکار می‌روند. برای ۳۰ نمونه خاک گروه‌بندی به روش یونیفاید انجام گردید.

نتایج

- رطوبت طبیعی خاک

نمودار شماره ۲ و جدول شمارهٔ ۲ تغییرات رطوبت طبیعی خاک را نشان می‌دهند. همانگونه که مشاهده می‌شود، کمترین رطوبت طبیعی ۱۶/۶ درصد و بیشترین ۳۳/۶ درصد بوده است. در ضمن، ۴۰ درصد نمونهٔ رطوبتی بین ۲۵ تا ۳۰۰ درصد و ۳۳ درصد آنها رطوبتی بوده است. بین ۲۰ تا ۲۵ درصد داشته‌اند.

- حد روانی خاک

نمودار شمارهٔ ۲ و جدول شمارهٔ ۲، تغییرات حد روانی خاک را به نمایش می‌گذراند. بر اساس نمودار، ۵۰درصد نمونه‌ها بیش از ۵۰ درصد حد روانی داشته‌اند که مقدار زیادی است. در ضمن حداقل و حداکثر حدروانی به ترتیب ۳۷ و ۶۰ درصد بوده است.

- حد خمیری خاک

نمودار شمارهٔ ۲ و جدول شمارهٔ ۲، نوسانهای حد خمیری خاک را به خوبی ارائه می‌نمایند. بر این اساس، حداقل و حداکثر حد خمیری به ترتیب ۱۱/۸ و ۴۲/۹ درصد بوده است. در ضمن، حد خمیری در ۴۰ درصد نمونه‌ها بین ۱۰ تا ۲۰، در ۳۶ درصد نمونه‌ها بین ۲۰ تا ۳۰، در ۱۴ درصد نمونه هاا بین ۳۰ تا ۴۰ و در ۱۰ درصد بقیهٔ نمونه‌ها بیش از ۴۰ درصد بوده است.

- رطوبت بهینه خاک

جدول شمارهٔ ۳، میزان رطوبت بهینه را در نمونه‌های خاک مورد نظر و در سطح منطقه مورد مطالعه ارائه می‌دهند. بر اساس این جدول حداقل و حداکثر درصد رطوبت بهینه خاک به ترتیب ۱۷ و ۲۶/۷ بوده است.

جدول شمارهٔ ۲- رطوبت طبیعی، حد روانی، حد خمیری نمونه‌های خاک

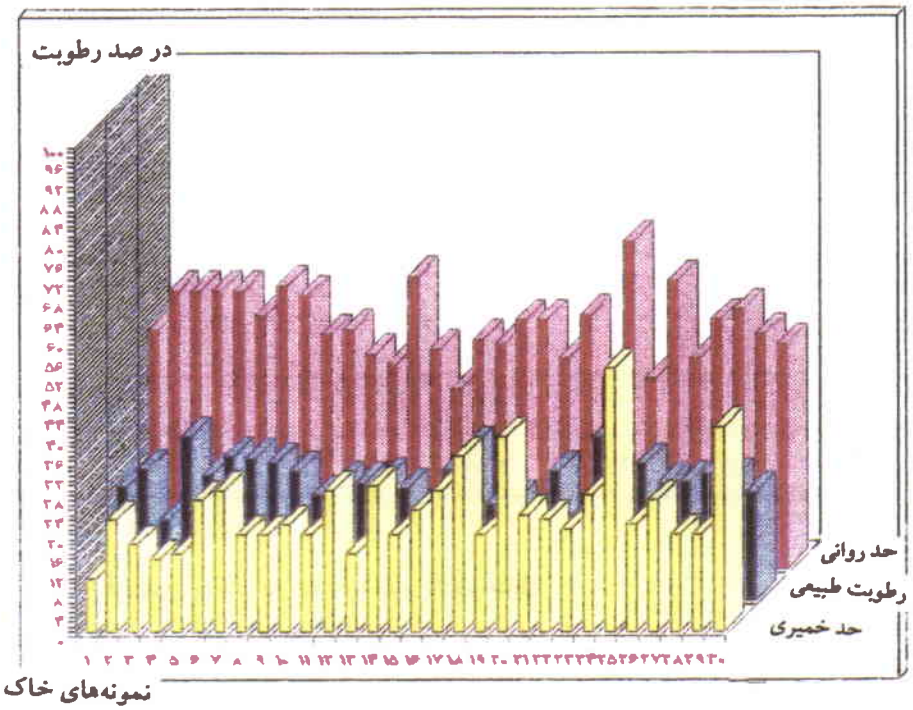
شماره خاک	رطوبت طبیعی	حد روانی	حد خمیری	شماره خاک	رطوبت طبیعی	حد روانی	حد خمیری
۱	۲۳/۵	۴۹	۱۱/۸	۱۶	۲۶/۸	۴۷	۲۵
۲	۲۶/۹	۵۷	۲۳/۵	۱۷	۳۱/۶	۴۶/۵	۲۹/۴
۳	۱۶/۵	۵۷/۵	۱۸/۷	۱۸	۱۹/۷	۵۱/۳	۳۶/۴
۴	۳۳/۶	۵۷	۱۵/۸	۱۹	۲۰/۴	۵۱	۲۰
۵	۲۵/۹	۵۷/۵	۱۶/۷	۲۰	۱۵/۳	۴۳	۴۰/۵
۶	۲۹/۶	۵۲/۷	۲۷/۸	۲۱	۲۶/۵	۵۲/۷	۲۴/۳
۷	۲۹/۱	۵۸/۵	۲۹/۴	۲۲	۱۷/۵	۳۹	۲۳/۵
۸	۲۸/۳	۵۶	۲۰/۸	۲۳	۳۳/۵	۶۷	۲۱/۴
۹	۲۶/۵	۴۸/۳	۲۰	۲۴	۲۴/۱	۳۹/۵	۲۸/۶
۱۰	۲۱/۶	۴۹	۲۲/۷	۲۵	۲۸	۵۹/۳	۴۵/۱
۱۱	۲۴/۴	۴۴	۲۰	۲۶	۲۴/۲	۴۳/۹	۲۲/۲
۱۲	۲۴/۲	۴۲/۵	۲۹/۷	۲۷	۲۴/۴	۵۱/۲	۲۷/۳
۱۳	۲۵/۱۴	۶۰	۱۶/۷	۲۸	۲۶	۵۳/۶	۲۰
۱۴	۲۳	۴۵/۱	۳۰/۵	۲۹	۲۵	۴۸/۲	۲۰
۱۵	۱۷	۳۷	۲۰	۳۰	۲۲/۲	۴۶	۴۲/۹

- دانه بندی خاک: درصد ذرات و بافت خاک

جدول شمارهٔ ۴، درصد ذرات در نقاط مختلف محل اجرای تحقیق نشان می‌دهد. همان گونه که جدول نشان می‌دهد.

- رده بندی خاک

جدول شماره ۵ علاوه بر جمعبندی نتایج آزمایشهای مکانیکی خاک، نوع خاک را بر اساس روش رده بندی یونیفاید نشان می‌دهد. بر این مبنا، چهار نوع خاک در سطح دانگ موجود هستند که عبارتند از MH, CL, ML و CH. شکل شمارهٔ ۲ نیز محدوده و وسعت چهار نوع خاک را به خوبی ارائه می‌نماید. در ضمن، جدول شمارهٔ ۶، وسعت و درصد هر یک از چهار نوع خاک رده بندی شده و طول جادهٔ تحت پوشش را نشان می‌دهد. بدین ترتیب کمترین و بیشترین درصد خاکها به ترتیب برابر ۱۷/۷ و ۴۲/۷ بوده‌اند که به ترتیب مربوط به خاکهای CH و CL که هر دو بافتی رسی دارند، ولی دو حد روانی زیاد و کم داشته‌اند.



نمودار شمارهٔ ۲- تغییرات رطوبت طبیعی، حد خمیری و حد روانی

جدول شمارهٔ ۳- میزان رطوبت بهینه در نمونه‌های خاک طرح (دانگ)

شماره خاک	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
رطوبت بهینه	۲۲/۸	۲۰/۱	۲۱/۵	۲۴/۲	۲۳	۲۵/۷	۲۵/۸	۲۱/۷	۲۵	۲۱/۱	۲۲/۶	۲۰/۸	۲۳/۵	۲۲/۵	۱۹/۵
شماره خاک	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
رطوبت بهینه	۲۳	۲۱/۵	۲۱/۸	۲۲/۵	۱۷	۲۱/۲	۱۸/۷	۲۲/۵	۲۱/۶	۱۷/۵	۱۸/۲	۲۵/۲	۲۶/۷	۱۹/۵	۱۸/۳

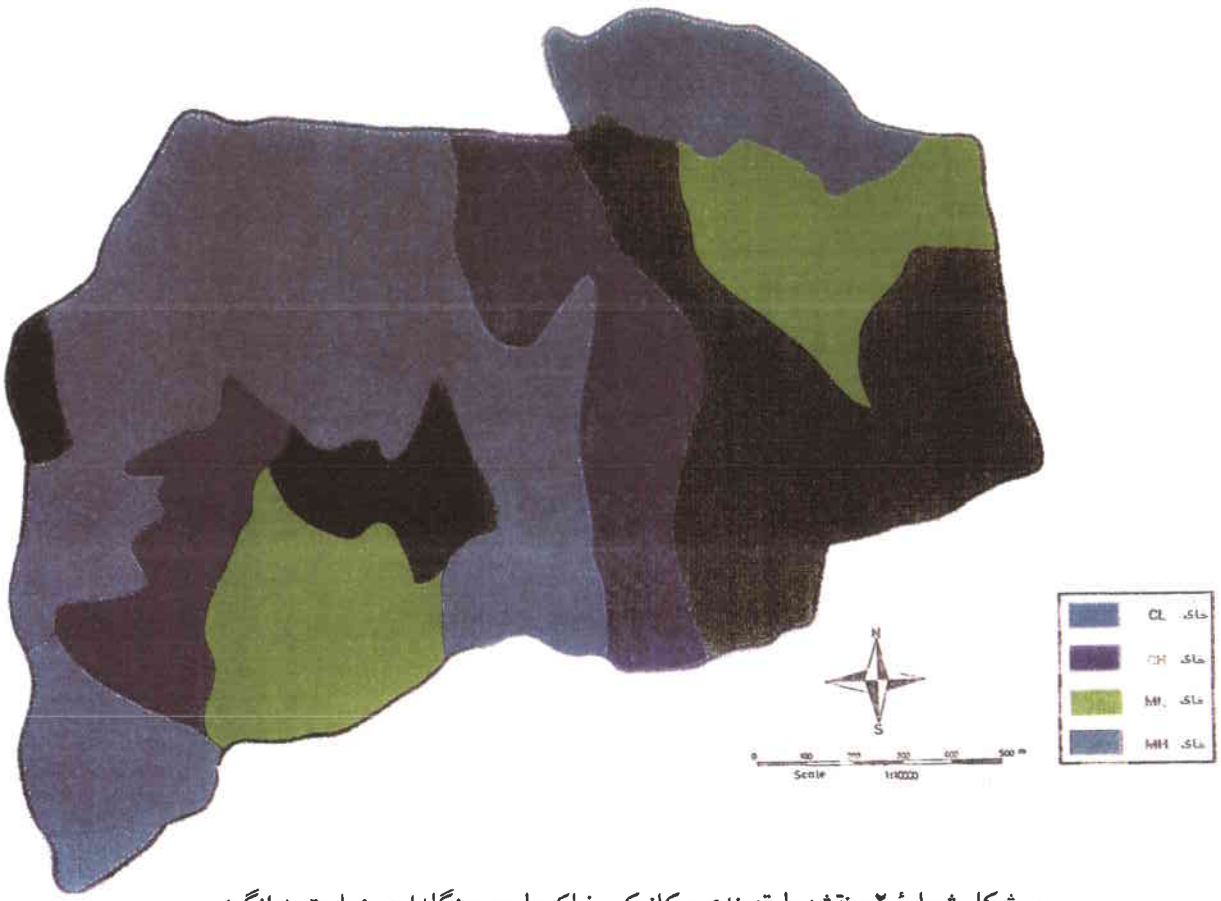
جدول شمارهٔ ۴- تغییرات درصد ذرات و بافت خاک نمونه‌های محدوده

طرح جنگلداری زیارت

خاک	شن	ماسه	سیلت	رس	خاک	شن	ماسه	سیلت	رس
۱	۸/۴	۶/۹	۵۷/۹	۲۶/۸	۱۶	۱/۸	۲/۲	۴۱/۸	۵۵/۲
۲	۰	۰/۵	۴۶/۸	۵۲/۷	۱۷	۰	۱/۶	۶۲	۳۶/۴
۳	۳/۲	۳	۴۹/۶	۴۴/۲	۱۸	۰	۰/۵	۶۱/۷	۳۷/۸
۴	۸/۳	۴/۷	۴۰/۵	۴۶/۵	۱۹	۱/۶	۲/۱	۶۶/۸	۲۹/۵
۵	۱۵/۵	۶/۳	۴۳/۳	۳۹/۹	۲۰	۱۲/۷	۱۵/۷	۵۲/۵	۱۹/۱
۶	۱۶/۷	۱۰/۴	۳۷/۲	۳۵/۷	۲۱	۱/۴	۲/۵	۶۵/۶	۳۰/۵
۷	۱۲/۳	۹/۶	۵۴/۴	۲۳/۷	۲۲	۳۱/۷	۹	۴۳/۶	۱۵/۷
۸	۱۰/۸	۷/۲	۶۵/۱	۱۷/۹	۲۳	۰/۴	۲/۵	۵۱/۵	۴۵/۶
۹	۱/۲	۴/۱	۵۳/۱	۴۱/۶	۲۴	۱۲/۴	۸/۴	۶۳/۸	۱۵/۴
۱۰	۰/۸	۴/۷	۵۲/۹	۳۱/۶	۲۵	۳۵/۱	۱۴	۳۴/۶	۱۷/۳
۱۱	۰	۱/۵	۶۰/۹	۳۷/۶	۲۶	۲/۴	۷/۷	۵۷	۳۲/۹
۱۲	۰/۷	۲/۸	۷۰/۳	۲۶/۳	۲۷	۰/۹	۱/۵	۶۱	۳۶/۶
۱۳	۰	۲/۹	۶۸/۶	۲۸/۵	۲۸	۵/۳	۳/۸	۶۵/۸	۲۵/۱
۱۴	۰	۱/۶	۶۸/۶	۲۹/۹	۲۹	۲۰	۸/۱	۵۲/۸	۱۹/۱
۱۵	۱/۱	۱۸/۱	۵۱/۵	۲۹/۳	۳۰	۴/۷	۵/۳	۶۲/۷	۳۷/۳

جدول شمارهٔ ۵- نام خاک براساس روش U.S.C.S و ویژگیهای مکانیکی محدوده جنگلداری زیارت

خاک	نسبت درصد ذرات				رطوبت طبیعی	حد روانی	شاخص خمیری	حد خمیری	رطوبت بهینه	نام خاک
	شن	ماسه	سیلت	رس						
۱	۸/۴	۶/۹	۵۷/۹	۲۶/۸	۲۳/۵	۴۹	۲۷/۲	۱۱/۸	۲۲/۸	ML
۲	۰	۵	۴۶/۸	۵۲/۷	۲۶/۹	۵۷	۳۳/۵	۲۳/۵	۲۰/۱	MH
۳	۳/۲	۳	۴۹/۶	۴۴/۲	۱۶/۵	۵۷/۵	۳۸/۸	۱۸/۷	۲۱/۵	MH
۴	۸/۳	۴/۷	۴۰/۵	۴۶/۵	۳۳/۶	۵۷	۳۱/۲	۱۵/۸	۲۴/۲	MH
۵	۱۵/۵	۶/۳	۴۳/۳	۳۹/۹	۲۵/۹	۵۷/۵	۴۰/۸	۱۶/۷	۲۳	MH
۶	۱۶/۷	۱۰/۴	۳۷/۲	۳۵/۷	۲۹/۶	۵۲/۷	۲۴/۹	۲۷/۸	۲۵/۷	CH
۷	۱۲/۳	۹/۶	۵۴/۴	۲۳/۷	۲۹/۱	۵۸/۵	۲۹/۱	۲۹/۴	۲۵/۸	MH
۸	۱۰/۸	۷/۲	۶۵/۱	۱۷/۹	۲۸/۳	۵۶	۳۵/۲	۲۰/۸	۲۱/۷	MH
۹	۱/۲	۴/۱	۵۳/۱	۴۱/۶	۲۶/۵	۴۸/۳	۲۸/۳	۲۰	۲۵	ML
۱۰	۰/۸	۴/۷	۵۲/۹	۳۱/۶	۲۱/۶	۴۹	۲۶/۳	۲۲/۷	۲۱/۱	CL
۱۱	۰	۱/۵	۶۰/۹	۳۷/۶	۲۴/۴	۴۴	۲۶	۲۰	۲۲/۶	CL
۱۲	۰/۷	۲/۸	۷۰/۳	۲۶/۳	۲۴/۲	۴۲/۵	۱۲/۷	۲۹/۷	۲۰/۸	CL
۱۳	۰	۲/۹	۶۸/۶	۲۸/۵	۲۸/۵	۲۵/۱	۶۰	۴۳/۳	۱۶/۷	MH
۱۴	۰	۱/۶	۶۸/۶	۲۹/۹	۲۳	۴۵/۱	۱۳/۱	۳۰/۵	۲۲/۵	CL
۱۵	۱/۱	۱۸/۱	۵۱/۵	۲۹/۳	۱۷	۳۷	۱۷	۲۰	۱۹/۵	CL
۱۶	۱/۸	۲/۲	۴۱/۸	۵۵/۲	۲۶/۸	۴۷	۲۲/۱	۲۵	۲۳	CL
۱۷	۰	۱/۶	۶۲	۳۶/۴	۳۱/۶	۴۶/۵	۱۷/۱	۲۹/۴	۲۱/۵	CL
۱۸	۰	۰/۵	۶۱/۷	۳۷/۸	۱۹/۷	۵۱/۳	۱۴/۹	۳۶/۴	۲۱/۸	CH
۱۹	۱/۶	۲/۱	۶۶/۸	۲۹/۵	۲۰/۴	۵۱	۳۱	۲۰	۲۲/۵	MH
۲۰	۱۲/۷	۱۵/۷	۵۲/۵	۱۹/۱	۱۵/۳	۴۳	۱۲/۵	۴۰/۵	۱۷	CL
۲۱	۱/۴	۲/۵	۶۵/۶	۳۰/۵	۲۶/۵	۵۲/۷	۲۸/۴	۲۴/۳	۲۱/۲	CH
۲۲	۳۱/۷	۹	۴۳/۶	۱۵/۷	۱۷/۵	۳۹	۲۵/۴	۲۳/۵	۱۸/۷	CL
۲۳	۰/۴	۲/۵	۵۱/۵	۴۵/۶	۳۳/۵	۶۷	۴۵/۸	۲۱/۴	۲۲/۵	CH
۲۴	۱۲/۴	۸/۴	۶۳/۸	۱۵/۴	۲۴/۱	۳۹/۵	۱۰/۹	۲۸/۶	۲۱/۶	CL
۲۵	۳۵/۱	۱۴	۳۴/۶	۱۷/۳	۲۸	۵۹/۳	۱۴/۱	۴۵/۱	۱۷/۵	CH
۲۶	۲/۴	۷/۷	۵۷	۳۲/۹	۲۴/۲	۴۳/۹	۲۱/۷	۲۲/۲	۱۸/۲	ML
۲۷	۰/۹	/۵	۶۱	۳۶/۶	۲۴/۴	۵۱/۲	۲۳/۹	۲۷/۳	۲۵/۲	CH
۲۸	۵/۳	۳/۸	۶۵/۸	۲۵/۱	۲۶	۵۳/۶	۳۳/۶	۲۰	۲۶/۷	MH
۲۹	۲۰	۸/۱	۵۲/۸	۱۹/۱	۲۵	۴۸/۲	۲۸/۲	۲۰	۱۹/۵	ML
۳۰	۴/۷	/۳	۶۲/۷	۳۷/۳	۲۲/۲	۴۶	۳/۱	۴۲/۹	۱۸/۳	ML



شکل شمارهٔ ۲- نقشه طبقه‌بندی مکانیکی خاک طرح جنگلداری زیارت (دانگ)

بحث

با آنکه نمونه‌های برداشت شده در اطراف جاده‌های اصلی و فرعی قرار داشتند، ولی پراکنش نمونه‌ها در تمام سطح جنگل مورد بررسی تقریباً به طور یکنواخت بود. بنابراین انواع خاکهادر سطح جنگل ازنوع CH, ML, CL و MH تشخیص داده شدند واین خاکها ریز دانه هستند که در امر جاده سازی و پایداری دامنه‌ها، ویژگیهای نامطلوبی از خود بروز می‌دهند.

از خاکهای MH و ML در صورتی که مرطوب نباشند و احتمال مرطوب شدن را نیز نداشته باشند می‌توان به عنوان خاک بستر و روسازی استفاده نمود. لیکن چون منطقه همواره مرطوب است (اندازه‌گیری رطوبت طبیعی مؤید آن است)، بنابراین در اینگونه خاکها در اثر رطوبت، به میزان قابل توجهی از مقاومت زمین کاسته می‌شود و چون خاصیت موئینه دارند، متورم شده و باعث خرابی روسازی جاده می‌شوند. اینگونه خاکها به راحتی قابل تراکم نیستند. بنابراین موقع کوبیده شدن باید در انتخاب غلطک و وزن غلطک دقت نمود. خاک MH به علت قابلیت ارتجاعی داشتن، نسبت به خاک ML نامرغوبتر است.

خاکهای CL و CH که ۶۰ درصد خاک محدوده را تشکیل می‌دهند (جدول شماره ۶)، نامرغوبترین خاک برای راه‌سازی به شمار می‌روند. این خاکها در حالت خشک مقاومت زیادی دارند، ولی به محض جذب آب به شدت مقاومت خود را از دست می‌دهند و بنابراین نمی‌توان از آنها به عنوان روسازی یا زیرسازی استفاده نمود. خاک CH قابلیت روانی و ارتجاعی بیشتری نسبت به CL دارد.

جدول شمارهٔ ۶- توزیع نوع خاک بر حسب وسعت و تراکم طول جاده در محدوده (دانگ)

خاک	مساحت هکتار	جاده Km	درصد خاک
CL	۲۷۸	۴	۴۲/۷
ML	۱۰۳	۰/۵	۱۶/۲
MH	۱۵۲	۲/۸	۲۳/۴
CH	۱۱۵	۱/۸	۱۷/۷

بررسی جهتهای شیب نشان می‌دهد که بیش از ۵۰ درصد جهت شیب محدوده در دامنه‌های مرطوب قرار دارد و رطوبت طبیعی نمونه ها نشان می‌دهد که ۴۰ درصد نمونه‌ها بین ۳۰ - ۲۵ درصد رطوبت طبیعی دارند و با مقایسه رطوبت طبیعی با حد خمیری مشخص می‌شود که رطوبت طبیعی اغلب خاکها تقریباً با حد خمیری آنها مساوی است. بنابراین رطوبت محدوده طرح همواره بالا و درحول وحوش حد خمیری وگاهی بیش از آن قرار دارد که این امر نیز باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین باتوجه به جدول و نمودار حد روانی، نتیجه‌گیری می‌شودکه ۵۰ درصد نمونه‌ها و به عبارت دیگر ۵۰ درصد خاک سطح محدودهٔ مورد مطالعه حد روانی بسیار زیادی (۵۰ درصد) دارد که از نظر پایداری خاک قابل تامل است. بنابراین با عنایت به اینکه ۳۰ درصد جاده اصلی از شیبهای ۸۰ - ۶۰ درصد و بیش از ۸۰ در صد عبور می‌کند، ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی در طول این راه همواره در معرض ریزش خواهند بود و باید متذکر شد که علاوه بر موارد فوق، نوع خاک نیز مزید بر علت خواهد بود که باید مدنظر طراحان قرار گیرد. به علاوه وضعیت شرایط محیطی خاک از جمله وضعیت زمین شناسی، شرایط آب و هوایی، شیب دامنه ها، جهت دامنه ها، نیز باید را مد نظر قرار گیرند. در این بررسی نشان داده شد، که تمام عوامل مذکور همگی به ناپایداری خاک کمک می نمایند.

به طور کلی با تلفیق و قرار دادن نقشه‌های مکانیک خاک، شیب و جهت شیب، نقشه

محدودیت پایداری دامنه‌ها حاصل شد. محدودیتهای خاک در سه طبقه شامل : طبقه I باپایداری کم، طبقه II با پایداری متوسط و طبقه III تقریباً پایدار طبقه بندی می‌گردد. جدول شماره ۷ محدودیتهای پایداری دامنه‌ها را براساس ویژگیهای مکانیکی خاک، جهت و شیب و شکل شماره ۳ نیز نقشه محدودیت پایداری دامنه‌ها را در سه طبقه مختلف نشان می دهند.

جدول شمارهٔ ۷- محدودیت‌های پایداری دامنه‌ها براساس ویژگیهای مکانیکی خاک طرح جنگلداری زیارت

محدودیت پایداری	درصد شیب	جهت شیب	خاک	تعداد لغزش
پایداری کم I	۸۰< و ۸۰-۶۰	تمام جهات	MH و CH	۱۱
	۸۰< و ۸۰-۶۰	شمالی	ML و CL	
پایداری متوسط II	۶۰-۲۵	تمام جهات	MH و CH	۸
	۶۰-۲۵	شمالی	ML و CL	
	۸۰< و ۸۰-۶۰ ۲۵-۰	جنوبی	ML و CL	
تقریباً پایدار III	۶۰-۲۵	تمام جهات	MH و CH ML و CL	۱
		جنوبی	ML و CL	

باتوجه به شکل شماره(۳) و استفاده از سایر داده‌های بدست آمده، می‌توان از وضعیت مکانیکی خاک محدوده مورد نظر اطلاع کافی بدست آورد و برنامه‌ریزی مدیریت جنگل را در زمینه بهره‌برداری، به طور صحیح، پایدار و بااطمینان به مناسب بودن خاک آن مناطق تدوین نمود.

پیشنهادها

همان‌طوری که در قبل اشاره گردید خاک محدوده مورد بررسی ریزدانه بوده و مقدار رس در برخی نمونه‌ها بسیار زیاد است و رطوبت طبیعی، حد خمیری و روانی در حد نامطلوب بوده و حساسیت زیادی نسبت به تغییرات محیطی دارند. بنابراین باید در مورد بهره‌برداری و ایجاد تأسیسات فنی و مهندسی در این گونه محیطها احتیاطها واصول پیشگیری و ایمنی لازم را مراعات نمود تا بتوان از ضرر و خسارات آینده به طور مناسب جلوگیری نمود. بنابراین در جهت نیل به اهداف فوق و بهبود شرایط موجود، پیشنهادهایی به شرح زیر ارائه می‌گردد :

– بستر جاده را باید همواره خشک نگهداشت و جهت خروج آب اضافی در مجاورت و مدخل دره‌ها، به تعداد کافی آبگذر ایجادنمود. همچنین جویهای کناری را همواره مرمت کرده و باز نگاهداشته و سطح جاده را در جهت عرضی، شیب‌دار سازند.

– در مناطق لغزنده و پرشیب از احداث جاده خودداری شود و در صورت اضطرار باید کلیه نکات لازم در ساخت ابنیه فنی رعایت گردد.

– در محلهایی که جاده نشست می‌کند باید نسبت به تعویض خاک آن اقدام شود و بستر جاده به خوبی کوبیده و متراکم گردد و همچنین از سنگ آهک برای زیرسازی استفاده شود.

– ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی باید حداقل شیب را داشته باشند تا تثبیت بیولوژیکی و مکانیکی دیواره‌ها امکانپذیر باشد.

– در ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی که شیب آنها زیاد است باید تثبیت مکانیکی (دیواره‌ها) به همراه تثبیت بیولوژیکی صورت گیرد.

– در مناطقی که خاک پایداری اندکی دارد (احتمال لغزش وجود دارد) باید از دیواره‌های سنگی، گابیونی و بتونی جهت نگهداری ترانشه‌ها استفاده نمود. (ابعاد دیواره را می‌توان با نتایج بدست آمده از این بررسی، به راحتی تعین نمود).

- وسایل بهره‌برداری باید متناسب با ویژگیهای مکانیکی خاک انتخاب شوند، بنابراین در محدوده مورد بررسی باید از وسایل چرخ زنجیری استفاده نمود.

- باتوجه به اهمیت جاده‌های جنگلی و هزینه گزاف ساخت و نگهداری آنها و همچنین با عنایت به مسائل زیست محیطی باید قبل از هرگونه احداث جاده، بررسی و مطالعات مکانیکی خاک و آینده‌نگری روند و شیوهٔ بهره‌برداری، در دستور طرحهای جنگلداری قرار داده شوند.

سپاسگزاری

در تهیه این مقاله از راهنمایی‌های ارزنده استادان و محققان سود برده شده است که لازم است از یکایک آنان تشکر و قدردانی گردد.

آقای دکتر مجید اونق عضو هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی گرگان که از ارایه نکات مفید و ازنده ایشان استفاده گردید.

خانم شهلا صفیاری عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور که از نظرات علمی ایشان استفاده گردید.

از کارشناسان مکانیک خاک جهاد سازندگی استان گلستان آقایان مقصودلو و اصفهانکلاته که در انجام آزمایشها همکاری نمودند.

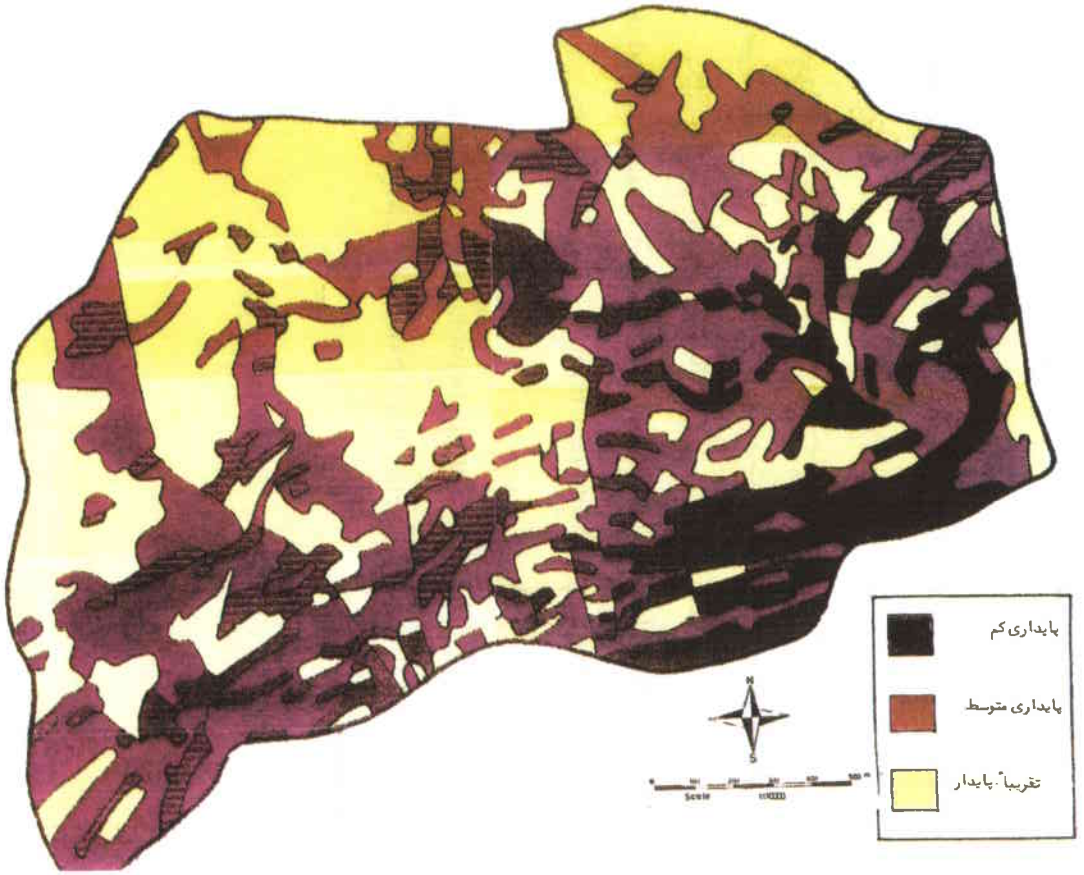
از ریاست مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان گلستان که همکاریهای لازم را در طول اجرای این طرح نموده‌اند.

از مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان مازندران، معاونت پژوهشی و واحد اطلاع‌رسانی آن مرکز که همکاریهای لازم را مبذول داشته‌اند.

از معاونت پژوهشی مرکز تحقیقات گرگان آقای میرکاظمی که در این بررسی به نحوی نگارندگان را یاری داده‌اند.

عکس شمارهٔ ۱- وضعیت جاده‌های فرعی که منابع آبی را قطع نموده را در طرح جنگلداری زیارت (دانگ) نشان می‌دهد

عکس شمارهٔ ۲- نشست و ریزش مداوم سطح جاده (مرمت آنرا نشان می‌دهد) (طرح جنگلداری زیارت - دانگ)



شکل شمارهٔ ۳- نقشه محدودیت پایداری دامنه‌ها، طرح جنگلداری زیارت

منابع مورد استفاده

۱ - افلاکی، اسماعیل. ۱۳۶۸. آزمایشگاه مکانیک خاک. انتشارات علم و صنعت ۱۱۰.

۲ - صفیاری، شهلا. ۱۳۷۰. بررسی قابلیتهای مکانیک خاک جنگل سری پاتم برای حمل و نقل و جاده‌سازی. پایان‌نامه دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۳ - منابع طبیعی گرگان. ۱۳۷۰. تجدید نظر دانگ زادآوری سری هشت زیارت.

۴ - مجنونیان، باریس. ۱۳۶۸. بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی خاک جنگل خیرودکنار برای جاده‌سازی. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۵-میرکاظمی. زیدا.... ۱۳۷۰. بررسی وضعیت موجود تجدید حیات راش در طرح جنگلداری زیارت. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

6. Eisbacher, J. 1982. The Practical application of soil testing method on forest road ; " logging of Mountain Forests " F.A.O Forestry paper, No. 33.

7. Loffler, H. 1986. The relationship between site classification and terrain classification, Forest site and productivity., Martinus Nijhoff Publicalion .