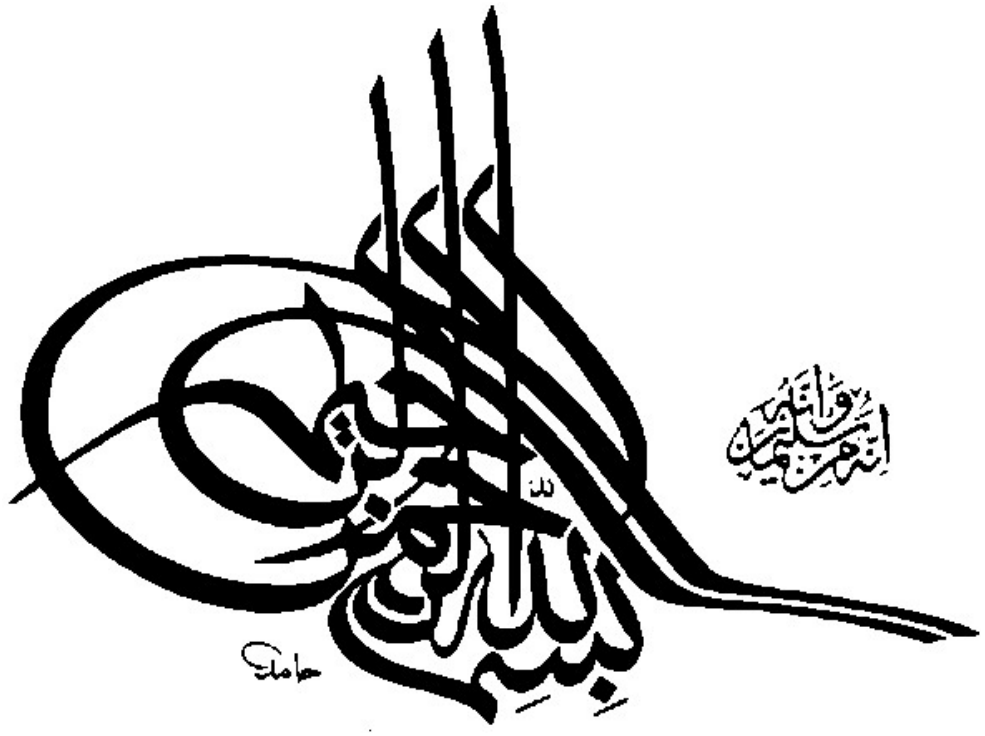
بسم الله الرحمن الرحيم
إنه من سليمان وإنه

دانشکده مهندسی آب و خاک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
خاکشناسی

تاثیر موقعیت و جهت شیب بر خصوصیات کانی‌شناسی و میکرومورفولوژی خاک در اراضی شیب‌دار لسی توشن استان گلستان

پژوهش و نگارش:
ابراهیم محمدی

استاد راهنما:
دکتر فرهاد خرمالی

اساتید مشاور:
دکتر فرشاد کیانی
دکتر مجتبی بارانی مطلق

پاییز ۱۳۹۲

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود؛ بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱- قبل از چاپ پایان نامه خود، مراتب را قبلا به طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.
۲- قبل از چاپ پایان نامه در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.
۳- انتشار نتایج پایان نامه باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **ابراهیم محمدی** دانشجوی رشته **خاکشناسی** مقطع **کارشناسی‌ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی و امضاء

تقدیم به

همه عزیزانم

و

شهر قشنگم

گنبدکاووس

چکیده

خاک پیچیده‌ترین ترکیب بیوشیمیایی موجود در طبیعت است. عوامل محیطی، توپوگرافی و فعالیت‌های بشری که ناشی از ویژگی‌ها و موقعیت منطقه مورد مطالعه می‌باشد، فضای مناسبی را برای تشکیل و تحول خاک‌ها فراهم می‌آورد. میکرومورفولوژی و کانی‌شناسی می‌تواند ماهیت و پیچدگی پلی‌ژنز خاک را بیان نموده و قابلیت استنتاج در تشریح نحوه تشکیل و تحول خاک را دارا می‌باشد. بررسی حاضر با هدف تاثیر موقعیت و جهت‌شیب بر خصوصیات میکرومورفولوژی و کانی‌شناسی خاک صورت پذیرفته است. در جهت نیل به صحت فرضیه‌های مورد انتظار، ۵ پروفیل در موقعیت‌های قله‌شیب، شانه‌شیب، شیب‌پشتی، پای شیب و پنجه‌شیب و ۳ پروفیل درجهات شیب‌شرقی، شمال‌شرقی و جنوب‌شرقی و یک پروفیل شاهد در منطقه جنگل یک تپه ماهوری حفر گردید. با توجه به نتایج مورفولوژی و فیزیکوشیمیایی، در موقعیت های قله‌شیب و پای‌شیب و جهت‌شرقی شست‌وشوی آهک صورت پذیرفته و پوشش رسی مشاهده شد. نتایج کانی‌شناسی حاکی از تنوع در نوع کانی و توزیع در مقدار نسبی آن‌ها می‌باشد. موقعیت توپوگرافی و شرایط زهکشی از تاثیر گذارترین پارامترها بر توزیع و مقدار نسبی کانی‌های اسمکتایت و ورمی‌کولایت بوده است. شرایط محیطی نظیر کاربری و موقعیت توپوگرافی، از طریق تغییر در مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی و وضعیت زهکشی با اثرگذاری بر مقدار کانی‌های رسی انبساط پذیر توانسته‌اند بر مشخصه‌های میکرومورفولوژیکی نظیر نوع حفرات میکروساختمان، بی‌فابریک و پوشش رسی اثر بگذارند. در جهت شیب‌شرقی و موقعیت قله‌شیب پوسته‌های رسی آرایش یافته همراه با بی فابریک لکه‌ای مشاهده شده است. همبستگی مطلوبی بین افزایش مقدار نواحی تخلیه، سهم بی‌فابریک لکه‌ای، مقدار و آرایش یافتگی رس‌ها، نوع و مقدار نسبی کانی‌های رسی با تغییر موقعیت و جهت شیب وجود داشته است.

واژه‌های کلیدی: میکرومورفولوژی، جهت و موقعیت شیب، کانی‌شناسی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱. مقدمه ۲

۱-۲. اهداف ٤

فصل دوم: کلیات و مروری بر منابع

۲-۱. خصوصیات توپوگرافیکی مؤثر بر تغییرات پارامترهای خاک ٦

۲-۲. تغییرپذیری خاک ۱۱

۲-۳. میکرومورفولوژی ۱۲

۲-٤. هدف و اهمیت مطالعه میکرومورفولوژی ۱۲

۲-۵. مقاطع نازک ۱۳

۲-٦. مرور تاریخی ۱۵

۲-۷. سابقه تحقیق بر پایه میکرومورفولوژی ۱۵

۲-۸. رس و کانی‌های رسی ۱۸

۲-۹. چگونگی تشکیل رس‌ها ۱۸

۲-۱۰. شناسایی کانی‌های رسی ۲۰

۲-۱۱. سابقه تحقیق بر پایه کانی‌شناسی ۲٤

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱. مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه ۳۰

۳-۱-۱. موقعیت حوضه ۳۰

۳-۱-۲. وضعیت شیب حوضه ۳۰

۳-۱-۳. ارتفاع حوضه ۳۰

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۱-٤. زمین شناسی منطقه ۳۰
۳-۱-۵. خصوصیات اقلیمی حوضه ۳۱
۳-۲. مطالعات و اندازه گیری‌های صحرایی و نمونه‌برداری خاک ۳۲
۳-۲-۱. مشخصه‌های کلی پروفیل‌های منتخب ۳۳
۳-۲-۲. پوشش گیاهی و کاربری اراضی ۳۵
۳-۳. مطالعات آزمایشگاهی ۳۵
۳-۳-۱. آزمایشات فیزیکوشیمیایی ۳۵
۳-٤. تهیه مقاطع نازک جهت مطالعات میکرومورفولوژیکی ۳٦
۳-٤-۱. برش نمونه‌ها و تهیه مقاطع نازک ۳۷
۳-۵. تهیه نمونه‌های مینرالوژی جهت مطالعات کانی‌شناسی ۳۸
۳-٦. اشباع سازی ۳۹

فصل چهارم: نتایج و بحث

٤-۱. نتایج مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی پروفیل‌ها ٤۲
٤-۲. خصوصیات میکرومورفولوژی ٤۷
٤-۳. نتایج مطالعات میکرومورفولوژی ٤۸
٤-٤. نتایج مطالعات کانی‌شناسی ٦۱

فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات

۵-۱. نتایج و پیشنهادات ۷٦

منابع ۸۰

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱. مشخصات کلی پروفیل‌های مورد مطالعه در موقعیت‌های شیب ۳٤
جدول ۳-۲. مشخصات کلی پروفیل‌های مورد مطالعه در جهات شیب ۳٤
جدول ٤-۱. برخی خصوصیات مورفولوژیکی پروفیل‌های مورد مطالعه ٤۲
جدول ٤-۲. نتایج بررسی‌های آزمایشگاهی پروفیل‌های مورد مطالعه ٤۳
جدول ٤-۳. رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه در دو سیستم آمریکایی (۲۰۱۰) و WRB (۲۰۰٦) ٤٦
جدول ٤-٤. خصوصیات میکرومورفولوژیکی پروفیل‌های مورد مطالعه ٤۷

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل (۳-۱) نقشه ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه ۳۲
شکل (٤-۱) بی‌فابریک کریستالیتیک و بقایای ریشه ٤۹
شکل (٤-۲) پدوفیچر از نوع فضولات جانوری ۵۰
شکل (٤-۳) اکسیدهای آهن ۵۰
شکل (٤-٤) نودول آهک ۵۱
شکل (٤-۵) پوشش رسی ۵۲
شکل (٤-٦) پوشش رسی و کانال‌ها ۵۳
شکل (٤-۷) نودول آهک و اکسیدهای آهن ۵٤
شکل (٤-۸) ساختمان گرانولار ۵۵
شکل (٤-۹) پوشش رسی و مواد آلی ۵٦
شکل (٤-۱۰) صدف و کوارتز ۵۷
شکل (٤-۱۱) پوشش رسی و کانال‌ها ۵۸
شکل (٤-۱۲) افق Bk در جهت شیب شرقی ٦۳
شکل (٤-۱۳) لس تیپیک ٦٤
شکل (٤-۱٤) افق Ap در آلفی سول در جهت شرقی ٦۵
شکل (٤-۱۵) افق Ap پروفیل شاهد ٦٦
شکل (٤-۱٦) افق Bk_1 پروفیل شاهد ٦۸
شکل (٤-۱۷) افق Ap در خاک مالی‌سول، جهت شمال‌شرقی ۷۰
شکل (٤-۱۸) افق Bk موقعیت شیب‌پشتی ۷۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

خاک محیطی طبیعی است جهت حفظ و رشد نباتات، در این تعریف خاک صرفاً مخلوطی از سنگ‌های هوادیده قسمت سطحی پوسته زمین یا رگولیت[1] می‌باشد. در اواخر قرن نوزدهم خاکشناسان تعریف جامع‌تری از خاک ارائه دادند و خاک را به منزله یک توده طبیعی سازمان یافته[2] تعریف نمودند (محمودی و حکیمیان، ۱۳۷۷).

در علم کشاورزی تعاریف نسبتا متفاوتی از دیدگاه‌های مختلف برای خاک ارائه شده است. در یکی از این تعاریف (دیدگاه ادافولوژی)، خاک به مواد خرد شده در قشر خارجی پوسته زمین گفته می‌شود که قادر به حمایت و رشد گیاه باشد (صالحی و خادمی، ۱۳۸۷).

به نظر خاکشناسان امریکایی خاک مجموعه‌ای از عناصر طبیعی موجود در سطح زمین است که در محیط زندگی برخی از موجودات زنده بوده و نگهداری و حمایت کننده گیاهان است. از دیدگاه رده‌بندی و پدولوژی، خاک به قشر خارجی پوسته زمین گفته می‌شود که در اثر فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی دستخوش تغییر قرار گرفته و این تغییرات را با لایه‌ها (افق‌ها)ی مختلفی نشان می‌دهند (صالحی و خادمی، ۱۳۸۷). خاک‌ها توده طبیعی با مرفولولوژی واحدی هستند که در نتیجه اثر متقابل اقلیم، موجودات زنده، مواد مادری، پستی و بلندی در طول زمان تشکیل گردیده‌اند (مولدرز، ۱۹۸۷).

خاک یکی از منابع مهم و اساسی است که نقش بزرگی را در تامین و تهیه احتیاجات و نیازهای اولیه و ضروری انسان ایفا می‌کند. مطالعه تحول و تکامل خاک‌ها به علت بررسی فرایندهای خاکی دارای اهمیت به سزایی است و ترکیب پیچیده و ناهمگن عناصر خاکی و شرایط مختلف محیطی حاکم بر آن باعث واکنش‌های گوناگونی می‌گردد (باقری و ابطحی، ۱۳۸۲). یکی از اهداف اصلی در مدیریت پایدار اراضی، شناسایی مدیریت‌هایی است که از یک طرف باعث ارتقا کمی و کیفی تولید در طولانی مدت گردند و از طرف دیگر، باعث حفظ کیفیت خاک گردیده و منجر به تخریب اراضی نشوند (ترو و همکاران، ۱۹۸۰).

بنابراین با توجه به اهمیتی که خاک در ارتباط با تامین جمعیت رو به رشد جهان ایفا می‌کند شناخت کلیه خصوصیات خاک اعم از مورفولوژیکی، شیمیایی و مینرالوژیکی ضروری است. این

[1] Regolith
[2] Organized natural body

مطالعات باعث خواهد شد تا منابع موجود به گونه‌ای مورد استفاده قرار گیرند که ضمن تامین غذایی جمعیت رو به رشد جهان به شکل بهینه‌ای در دراز مدت پایداری و پویایی خاک حفظ شود.

پیدایش خاک بخشی از دانش خاکشناسی است که مطالعه و تدوین مدل‌ها، فرایندها، عوامل و علل مربوط به تشکیل و تحول و تکامل خاک را در بر می‌گیرد. بنابراین شناخت و دستیابی به فاکتورهای فوق انسان را در فهم مسیر حرکت خاک به حد نهایی تکامل یاری می‌دهد. ضمن اینکه بررسی مکانیسم‌های موثر در پیدایش خاک دیدگاه وسیعی را در چگونگی استفاده از آن در پیش روی ما می‌گشاید.

هم‌چنین ترکیبات کانی‌شناسی کنترل کننده بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مورفولوژیکی خاک‌ها هستند. بنابراین مطالعه آنها ضمن اینکه نحوه استفاده از خاک را از دیدگاه حاصلخیزی و کیفیت آن معین میکند، می‌تواند روند تکاملی خاک و کانی‌های رسی را نیز برای دانشمندان علوم ژنز خاک روشن کند.

کانی‌های رسی با خصوصیات ویژه خود محل تبادلات یونی و گیاهی می‌باشند و منبع ذخیره مواد غذایی به شمار می‌روند. هر یک از کانی‌های رسی دارای خصوصیات منحصر به فردی بوده و بر حسب اینکه هر کدام چقدر در خاک وجود داشته باشند خصوصیات آن خاک تحت تأثیر آن کانی یا کانی‌های رسی غالب قرار می‌گیرد (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۸۰).

امروزه مطالعه مقاطع نازک خاک هم به عنوان یک ابزار قدرتمند در دست پژوهشگران خاکشناسی است که روز به روز دامنه استفاده از آن گسترده‌تر می‌شود. میکرومورفولوژی خاک به منظور مطالعه اجزای تشکیل دهنده خاک و روابط مکانی و زمانی آنها با یکدیگر به مطالعه نمونه‌های دست نخورده با استفاده از روشهای میکروسکپی و اولترامیکروسکوپی می‌پردازد. اهمیت میکرومورفولوژی خاک در مقایسه با سایر تکنیک‌های مطالعه خاک در این است که در تجزیه‌های شیمایی، فیزیکی و کانی‌شناسی نمونه‌های خاک احتیاج به مخلوط نمودن، خرد کردن، انحلال و جداسازی دارند. لذا نتایج بدست آمده از این روش‌ها میانگینی برای کل خاک ارائه می‌دهند، در حالیکه میکرومورفولوژی خاک اجزای خاک را از نظر اندازه، شکل، نحوه توجیه و تمرکز مورد بررسی قرار می‌دهند (حیدری و محمودی، ۱۳۸٤).

می‌توان گفت روش دیگری همانند میکرومورفولوژی که قادر به نشان دادن ماهیت و پیچیدگی پلی ژنز خاک‌ها باشد و در عین حال توانایی نتیجه گیری و توضیح تشکیل شان را به ما بدهد، وجود ندارد (کمپ، ۱۹۹۸).

۱-۲- اهداف

۱. بررسی تاثیر ویژگی‌های توپوگرافی بر کانی شناسی و میکرومورفولوژی خاک.
۲. تغییرات خصوصیات میکرومورفولوژی خاک از جمله میکروساختمان و تخلخل در نمونه‌های مختلف پروفیل منطقه چگونه است.
۳. چه تغییر و تبدیلی در کانی‌های منطقه درجهات شیب مختلف صورت گرفته است.

فصل دوم

کلیات و بررسی منابع

۲-۱- خصوصیات توپوگرافیکی مؤثر بر تغییرات پارامترهای خاک

با توجه به نقش توپوگرافی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل خاکساز ابتدا به اهمیت این عامل در تحول، تکامل و تغییر پذیری خاک‌ها پرداخته خواهد شد و سپس نقش این فاکتور بر تغییرات میکرومورفولوژی و کانی شناسی خاک مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

تشکیل خاک نتیجه تأثیر متقابل بسیاری از فرایندهای ژئومورفیکی و پدوژنیکی است. هر یک از این فرایندها در چارچوب ۵ عامل تشکیل دهنده خاک عمل کرده و خاک‌های گوناگون را روی سطح زمین به وجود می‌آورند عوامل تشکیل دهنده خاک عبارتند از مواد مادری (p)، اقلیم (cl)، پستی و بلندی (r)، موجودات زنده (o) و زمان (t). ینی (۱۹٤۱) برای اولین بار ۵ عامل تشکیل دهنده خاک را به صورت معادله زیر ترکیب کرد.

$$S = f (cl, p, r, o, t)$$ معادله (۲-۱)

بدین معنی که خاک به عنوان یک متغیر وابسته، به ۵ عامل فوق مربوط می‌شود.

ارتفاع نسبت به سطح مرجع (معمولاً سطح دریا)، شیب، شرایط طبیعی زهکشی خاک، جهت شیب، شکل و موقعیت شیب از عواملی هستند که به پستی و بلندی نسبت داده می‌شوند. عوامل ایجاد کننده هندسه شیب و فرآیند فرسایش، تشکیل خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد و تفاوت در تشکیل خاک در طول یک زمین‌نما باعث تفاوت معنی‌داری در خصوصیات خاک می‌شود. عموماً پستی و بلندی به سه طریق موجب تکامل پروفیلی خاک می‌شود:

الف- به‌وسیله تأثیر بر مقدار باران نفوذ کرده و باقی‌مانده در خاک (تأثیر بر روابط رطوبتی خاک).

ب- به‌وسیله تأثیر بر شدت جابه‌جایی و انتقال مواد به وسیله فرسایش.

ج- به‌وسیله کنترل انتقال و جا به‌جایی مواد معلق یا محلول در آب از یک نقطه به نقطه دیگر (بیول و همکاران، ۱۹۸۹).

در فرآیند تشکیل خاک فرآیندهای مختلفی دخیل هستند که در طول زمان و مکان متغیرند و خواص خاک تحت تاثیر آن‌ها شکل می‌گیرد. بعلاوه تغییرات آن پیچیده است زیرا از بر همکنش

فرآیندهای زیادی که در مقیاس‌های متفاوت مکانی عمل می‌کنند، حاصل می‌آید (ویرا و پازگنزالز، ۲۰۰۳).

مطالعات زیادی نشان داده که بسته به وضعیت توپوگرافی در اکوسیستم‌های مختلف ویژگی‌های خاک تغییر خواهد یافت (بوهلن و همکاران، ۲۰۰۱؛ چن، ۱۹۸۸؛ دبورین و همکاران، ۱۹۸۸؛ کینگ و همکاران، ۱۹۹۹؛ مالو و همکاران، ۱۹۷٤؛ نیزیمانا و همکاران، ۱۹۹۲؛ ونتریا و همکاران، ۲۰۰۳؛ پی و همکاران، ۲۰۱۰؛ سیبرت و همکاران، ۲۰۰۷).

تغییرات توپوگرافی، باعث تشکیل و تکامل خاک‌هایی با خصوصیات متفاوت می‌شود که تفاوت در این خصوصیات در حاصلخیز بودن یا نبودن خاک و در نتیجه رشد و عملکرد گیاهان تاثیر گذار است. در حقیقت، رشد و عملکرد گیاهان در طول یک شیب بازتابی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها است. به منظور درک روابط بین خصوصیات خاک و میزان محصول، لازم است ابتدا تغییرات مکانی این خصوصیات بررسی شود و با دانستن این تغییرات می‌توان مدیریت بهتری روی خاک اعمال نمود، و بدین طریق فرسایش خاک را به حداقل رساند و حداکثر بهره‌برداری را از منابع طبیعی بعمل آورد (جزینی و همکاران، ۱۳۸۵).

توپوگرافی نقش مهمی در تغییرات میکروکلیما و شرایط هیدرولوژی زمین‌نما ایفا می‌کند. توپوگرافی حرکت آب و توزیع مجدد مواد حمل شده توسط جریان آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بدین وسیله شدت و نوع فرآیندهای زمین‌نما را کنترل می‌کند. توپوگرافی با اثر قابل ملاحظه‌ای که بر فرآیندهای پدوژنیک و هیدرولوژیک دارد پویایی چرخه عناصر غذایی را در طول زمین‌نما کنترل می‌کند (پیناک و همکاران، ۱۹۹٤). یکی از چارچوب‌های اصلی آنالیزهای زمین‌نما بررسی الگوهای پیچیده مکانی است که نوع و شدت فرآیندهای زمین‌نما را تحت تأثیر قرار می‌دهد. توپوگرافی به عنوان عامل اصلی تکامل خاک محسوب می‌شود زیرا اثر قابل ملاحظه‌ای بر توزیع مکانی رطوبت، دما و ماده آلی خاک دارد (فلوریسنکی و همکاران، ۲۰۰٤). تغییر ناچیز در وضعیت توپوگرافی به تغییرات زیاد در شرایط خاکی منجر می‌شود به طوری که این تغییرات در فواصل کوتاه (۳ تا ۵ متر) نیز مشاهده می‌شود (زاک و همکاران، ۱۹۹۱).

مطالعات فراوان نشان داده‌اند که تعداد زیادی از خصوصیات خاک به درجه شیب و همچنین موقعیت خاص خاک روی شیب بستگی دارد (کلین و اولسن، ۱۹۹۱؛ نی و زانگ، ۲۰۰۷). رابطه بین خصوصیات خاک و تعدادی از عوامل شیب نظیر درجه، جهت طولی، انحنا، فاصله از قسمت مسطح و

ارتفاع نسبت به قسمت مسطح مورد بررسی قرار گرفته است. تحقیقات اخیر روی اجزاء شیب تپه نشان دهنده ارتباط ویژه بین موقعیت‌های مختلف شیب و خصوصیات خاک بوده است (والکر، ۱۹۸۹ و گسلر و همکاران، ۲۰۰۰). پنج قسمت مختلف روی یک سیستم تپه ماهوری[1] کاملاً توسعه یافته عبارت از، قله شیب[2]، شانه شیب[3]، شیب پشتی[4]، پای شیب[5] و پنجه شیب[6] می‌باشند.

ینی (۱۹۸۰) پستی و بلندی را یکی از عوامل مهم و اصلی انتشار اجزای خاک می‌داند. این عامل به دلیل تأثیر بر میزان نفوذپذیری و انتقال آب، ایجاد میکرو کلیما، ثبات خاک، آبدوی و فرسایش در تشکیل خاک مؤثر است. پرگیتز و همکاران (۱۹۸۳) نشان دادند که پستی و بلندی عامل ایجاد تنوع در خاک‌ها، پوشش گیاهی تحت اشکوب و نیز فرم‌های عناصر غذایی می‌باشد. به طور کلی تغییر بسیاری از خاک‌ها با توپوگرافی، به خاطر اقلیم موضعی و فرایندهای سطحی زمین شناسی است. جهت شیب و تندی شیب بر اقلیم موضعی خاک اثر می‌گذارد. پیناک و همکاران (۱۹۹٤) بیان کردند که موقعیت های مختلف شیب دارای فرآیندها و پتانسیل‌های متفاوت و در نتیجه خصوصیات خاک و محصول‌دهی متفاوت هستند. مقادیر آب قابل دسترس با موقعیت‌های زمین‌نما تغییر می‌کند. این موضوع نه تنها از لحاظ رشد محصول مهم است بلکه عامل مهمی در تشکیل خاک نیز می‌باشد. تحدب و تقعر شیب عامل اصلی کنترل حرکت آب و رواناب و بنابراین رابطه مستقیم با تغییرپذیری خاک‌ها بر روی زمین نما دارد (هال و اولسن، ۱۹۹۱). در واقع توپوگرافی از طریق تأثیر بر زهکشی و نگه‌داری آب در خاک بر تشکیل خاک و تفاوت بین خاک‌ها تأثیر می‌گذارد.

نتایج حاصل از تحقیقات نشان داده است که عمق خاک، مقدار رس و واکنش خاک از برجستگی‌های محدب شیب به طرف شیب‌های پشتی و سپس به طرف موقعیت‌های مقعر شیب افزایش یافته است. این امر بیانگر اهمیت فرآیندهای شیب در انتقال سطحی و زیر سطحی مواد حل شده و رسوبات می‌باشد (فلدمن و همکاران، ۱۹۹۱). با افزایش درجه شیب، ضخامت افق سطحی کاهش می‌یابد. علت این امر فعالیت موجودات زنده به ویژه پوشش گیاهی ذکر شده است. یعنی در سطوح مختلف ژئومورفولوژی میزان فعالیت موجودات متفاوت بوده و در نتیجه ضخامت افق سطحی

[1] Hillslope
[2] Summit
[3] Shoulder
[4] Backslope
[5] Footslope
[6] Toeslope

با تغییر وضعیت پستی و بلندی به طور منظم تغییر نمی‌کند (والکر، ۱۹۸۹). تجمع خاک‌های شسته شده از شیب ها به سمت دامنه از یکسو و جریان آب‌های سطحی و زیرزمینی به سمت آن‌ها از سوی دیگر، باعث عمیق‌تر شدن خاک و فراهم شدن آب بیشتر برای خاک‌های واقع در قسمت‌های پایین شیب می‌شود (فلوریسنکی و همکاران، ۲۰۰٤). فرسایش‌پذیری در طول یک زمین‌نما بستگی به شرایط و تغییرات شکل آن دارد (میلر و همکاران، ۱۹۸۸).

اصولاً نمای زمین به سه بخش اصلی ناحیه فرسایش یافته، ناحیه تجمع رسوب و ناحیه فاقد فرسایش و رسوب تقسیم می‌شود (رستمی‌نیا، ۱۳۷۹). بخشی از شیب با انحنای پروفیلی محدب (شانه شیب) بالاترین مقدار فرسایش را دارد و به بخشی از شیب با انحنای مقعر وارد می‌شود. خاک‌های پایین شیب رطوبت بیشتری دریافت کرده و آن را برای مدت زمان طولانی‌تری نسبت به خاک‌های بالای شیب نگه می‌دارند. دلیل این امر وجود رس بیشتر در خاک‌های پایین شیب است که توسط فرسایش تأمین شده است (بیرک لند، ۱۹۸٤). ریتی و آندرسون (۱۹۹۰) دریافتند که مقدار شن نیز با شدت فرسایش بر روی قسمت‌های فرسایش یافته شانه شیب افزایش می‌یابد که دلیل آن از دست رفتن بخش ریز خاک است.

افزایش مقدار آب (درصد خلل و فرج پر از آب) یا افزایش جرم مخصوص خاک (کاهش خلل و فرج خاک) به کاهش خلل و فرج پر از هوای خاک منجر می‌شود. در نتیجه تعداد مکان‌های بی‌هوازی خاک افزایش خواهد یافت. همبستگی قابل ملاحظه بین جرم مخصوص و توپوگرافی از تأثیر توپوگرافی بر رطوبت، بافت و توزیع کربن آلی ناشی می‌شود. مطالعات نشان داده است که جرم مخصوص ظاهری در خاک‌های بالای شیب نسبت به خاک‌های پایین شیب بیشتر است (فلوریسنکی و همکاران، ۲۰۰٤). بوهم و آندرسون (۱۹۹۷) در ساسکاچوان کانادا نشان دادند، در یک سیستم کشت–آیش، وزن مخصوص ظاهری در قسمت شیب پشتی با انحنای پروفیلی محدب نسبت به پایه شیب با انحنای پروفیلی مقعر بیشتر است. والکر (۱۹۸۹) مشاهده نمود که مقدار نیتروژن خاک به طول شیب و درجه شیب بستگی دارد. هر چه درجه شیب تندتر می‌شود، ضخامت افق A کمتر و مقدار نیتروژن خاک نیز کم‌تر می‌گردد.

پایداری خاکدانه از جمله خصوصیات فیزیکی مهم خاک محسوب می‌شود. مواد آلی خاک در فرآیند تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها نقش اساسی دارند. پایداری خاکدانه‌ها در پایه شیب نسبت به شانه‌شیب و شیب‌پشتی بیشتر است و دلیل آن بیشتر بودن مواد آلی در قسمت‌های انتهایی و عوامل

پیوند دهنده بیشتر نظیر مسیلیوم‌های قارچ‌ها و موسیلاژها می‌باشد (لل و همکاران، ۱۹۹۹). پیرسون و مولا (۱۹۹۰) نیز با بررسی مقایسه خصوصیات خاک در موقعیت‌های مختلف شیب مشاهده نمودند که خاک‌های واقع بر پای‌شیب و انتهای‌شیب با مواد آلی بیشتر و فرسایش کمتر دانه‌بندی بالاتری دارند.

قیومی‌محمدی و همکاران (۱۳۸۲) در بررسی‌های خود در زمینه تأثیر موقعیت زمین‌نما و شیب روی خصوصیات خاک به این نتیجه رسیدند که به موازات افزایش شیب، عمق خاک و میزان مواد آلی خاک کاهش می‌یابد. پنک و دی‌جانگ (۱۹۹۰) بیان کردند که تأثیر توپوگرافی در توزیع ذرات خاک، مواد آلی و مواد غذایی به وسیله فرسایش و رسوب می‌باشد که در نتیجه آن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در بالای شیب و پایین شیب تغییر می‌کند. چنگ و همکاران (۱۹۹۸) بیان کردند که فرسایش در قسمت‌های بالای شیب شدید است و مواد آلی در قسمت مسطح شیب کم‌ترین مقدار و در پایه و انتهای شیب بیشترین مقدار را دارد. کمبردلا و همکاران (۲۰۰٤) در جنوب غربی آیوا و در ارزیابی کیفیت خاک تپه‌های لسی ملاحظه کردند در حوزه‌های آبخیز کوچک مطالعاتی، پدیده فرسایش در موقعیت‌های شیب پشتی و شانه شیب اتفاق افتاده و منجر به رسوب خاک در موقعیت‌های پای‌شیب و پنجه‌شیب شده است. نتایج این پژوهشگران نشان داد، کربن آلی و ازت کل خاک در موقعیت‌های شیب‌پشتی و شانه‌شیب در مقایسه با پای‌شیب، پنج شیب و قله‌شیب کمترین است. نتایج مطالعات ناتالیا و نیکولاس (۲۰۰۵) بر روی یک تپه ماهوری نشان می‌دهد عملیات کشاورزی طولانی مدت موجب حرکت و توزیع خاک در پروفیل و سرتاسر سطوح شیبدار می‌شود که این امر موجب حذف خاک از موقعیت‌های با شیب محدب و تجمع آن در موقعیت‌های با شیب مقعر می‌شود که نتیجه آن افزایش شدید تغییر و انتقال مواد آلی خاک و در نتیجه اختلاف در میزان خاکدانه‌ها و انتقال آن‌ها در سطوح مختلف شیب می‌شود. خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) با مطالعه تأثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی پارامترهای کیفیت خاک در حوزه آبخیز آق‌سو در استان گلستان ملاحظه کردند که پس از تبدیل اراضی جنگل بکر روی زمین‌های شیبدار لسی به زمین‌های زراعی میزان کربن آلی خاک تا عمق یک متری از ۲/٤ درصد در جنگل به ۰/۷ درصد در کاربری زراعی کاهش یافت.

آن و همکاران (۲۰۱۰) بیان می‌کنند اراضی شیب‌دار لسی بدلیل وجود بارندگی‌های متناوب درجه شیب زمین نما و عملیات زراعی طولانی مدت انسان یکی از مستعدترین اراضی فرسایش‌پذیر جهان

می‌باشد و خاکورزی و موقعیت‌های مختلف شیب تأثیر متعاملی بر روی پایداری خاکدانه‌ها و پارامترهای کیفیت خاک در این اراضی دارند.

۲-۲- تغییرپذیری خاک

تغییرات مکانی خاک به این مفهوم است که خواص خاک در نقاط مجاور هم، شباهت بیشتری دارند تا نقاطی که فاصله زیادتری از هم دارند و به عبارت دیگر خواص خاک دارای ارتباط مکانی هستند (محمدی،۱۳۷۷). در فرآیند تشکیل خاک عوامل و فرآیندهای مختلفی دخیل هستند که در زمان و مکان متغیرند، خواص خاک تحت تأثیر آنها شکل می‌گیرد. به همین دلیل ویژگی‌های خاک در زمان و مکان تغییر می‌نماید (کمبردلا و همکاران، ۲۰۰٤). تغییرپذیری خاک بوسیله مجموعه فاکتورهای مختلف ایجاد می‌شود اثرات متقابل بین مواد مادری، توپوگرافی، پوشش گیاهی، شخم، کوددهی، و تاریخچه کشت و کار و غیره می‌تواند در تغییرپذیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مزارع را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین، چناچه مزارعی دارای سری‌های مختلف خاک و اشکال توپوگرافی گوناگونی باشند، تغییرپذیری در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مزرعه نسبت به وضعیت‌های یکنواخت‌تر بیشتر مشخص خواهد بود (ژولیف، ۱۹۸٦). بوما و فینک (۱۹۹۳) اظهار می‌دارند که تغییرپذیری در خصوصیات خاک می‌تواند بصورت استاتیک مانند (بافت و مواد آلی) یا دینامیک (مانند وضعیت رطوبت و دمای خاک) وجود داشته باشد، که اهمیت آن در رابطه با نوع استفاده از خاک مشخص خواهد شد.

تغییرات مکانی خاک دارای دو جزء تصادفی و نظام‌دار است. تغییرپذیری مکانی نظام‌دار ناشی از تغییرات مشخص و تدریجی در خصوصیات خاک می‌باشد که می‌توان آنها را در قالب عوامل و فرآیندهای خاکسازی در مقیاس مشخصی از مشاهدات بیان نمود. تغییرات تصادفی، جزئی از کل تغییرات می‌باشد که علت مشخص و شناخته شده‌ای ندارد. این تغییرات ناشی از منابع مکانی، زمانی و خطاهای اندازه‌گیری می‌باشند و تغییرات تصادفی به مقیاس بستگی ندارد (امینی، ۱۳۷۸).