

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشکده کشاورزی
رشته علوم خاک پایان نامه کارشناسی ارشد

تأثیر موقعیت و جهت شیب بر پایداری ساختمان خاک در منطقه جنگلی کالپوش

نگارنده :

محبوبه کریمی سورند

اساتید راهنما:

دکتر علی عباسپور

دکتر یاسر صفری

استاد مشاور:

دکتر وجیهه درستکار

شهریور ۱۳۹۸

تقدیم به:

تقدیم به خانواده عزیزم

خدا را بسی شاکرم که از روی کرم، پدر و مادر، خواهران و برادر فداکار نصیبم ساخته است،

ای پدر از تو هر چه گویم باز هم کم می آورم....

خوشیدی شدی و از روشنائی ات جان گرفتم و در ناامیدی ماندم را کشیدی و لبیزم کردی از شوق،

اکنون حاصل دستان پینه بسته ات رفتم و فحشتم شد. به خودم تبریک می گویم که تو را دارم و دنیا به همه بزرگی اش مثل تو را ندارد...

و تو ای مادر...

ای شوق زیبای نفس کشیدن، ای روح مهربان هستی ام، تو رنگ شادی بایم شده ای و عمری محنتی دارا

به جان خریدی تا اکنون توانستی طعم خوش پیروزی را به من بپشانی.

و خواهران عزیزم....

همسفران مهربان زندگی ام بوده و هستید، زندگی را با هم آغاز کردیم و در کنار شما آموختم و با انگیزه و روحیه دادن های شما به سمت آینده حرکت کردم.

برادر عزیزم...

که تمام وجودت را نشان خواهرانت کرده ای و در تمام سختی ها کنارم بوده و هستی و قلمم لبیز از عشق به توست.

شکر و قدردانی

سپاس و ستایش دانی مطلق، که چراغ معرفت را در عالم افروخت. اکنون که به یاری خداوند این پژوهش به انجام رسیده است بر خود لازم می دانم تا از زحمات و راهبانی های ارزشمند اساتید را به جناب آقایان دکتر علی عباسپور و دکتر یاسر صفری که در تمام مراحل انجام پایان نامه مرایاری نموده و استاد مشاور سرکار خانم دکتر وجهیه دستکار که بارها نظرات ارزشمندشان در جهت غنی تر ساختن این پژوهش مرایاری کردند شکر و قدردانی می نمایم.

از داوران محترم جناب آقای دکتر مهدی قربانی و حمید رضا صفری کمال شکر را دارم و نموده تحصیلات تکلیفی جناب آقای دکتر حسین میرزایی مقدم نیر به خاطر تمام زحمات کمال قدردانی را دارم. هم چنین از مسئولین آزمایشگاه دانشکده کشاورزی جناب آقای شاکری، خانم مهندس آموزگار، جناب آقای مهندس کلی، جناب آقای مهندس حسین پور و آقای مهندس مطهری نژاد که در این مدت بهکاری لازم را با اینجناب داشته اند کمال شکر را دارم.

و از هم کلاسی عزیزم خانم زهرا شکوهی را و خانواده محترم ایشان که مراد مسیر دشوار انجام این پایان نامه و مراحل نمونه برداری یاری فراوان کردند شکر کرده و آرزوی موفقیت روز افزون برای اینجناب و خانواده محترمشان دارم و در نهایت از دوستان عزیزم خانم با شلا شنجی، مینا ثابت قدم و فاطمه قربانی و پریرا سپهر محمدی که در طی این مدت در کنارم بودند شکر فراوان دارم.

محبوبه کریمی سوزند

شهریور ۱۳۹۸

تعمدنامه

اینجانب محبوه کریمی سورند دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی و حاصلخیزی خاک کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تأثیر موقعیت و جهت شیب بر پایداری ساختمان خاک در منطقه جنگلی کالپوش با راهنمایی دکتر علی عباس پور و دکتر یاسر صفری متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

عامل توپوگرافی یکی از فاکتورهای اساسی در تشکیل خاک محسوب می‌شود که تأثیر قابل توجهی بر روی مشخصات خاک‌های هر منطقه دارد. پژوهش حاضر در منطقه کالپوش شاهرود با هدف بررسی تأثیر موقعیت و جهت شیب بر برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و پایداری ساختمان خاک انجام شد. برای این منظور، نمونه‌برداری در دو جهت شیب رو به شمال و رو به جنوب و پنج موقعیت شیب شامل قله، شانه، پشت، پا و پنجه شیب، از عمق ۰-۳۰ سانتی متری با ۳ تکرار به تعداد ۳۰ نمونه خاک انجام گرفت. برخی ویژگی‌های مهم فیزیکی و شیمیایی خاک شامل واکنش خاک (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، ماده آلی (OM)، فسفر قابل دسترس، کربنات کلسیم (CaCO_3)، بافت خاک، میزان رس قابل پراکنش (DC)، جرم مخصوص ظاهری و حقیقی، تخلخل، میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه و توزیع ماده آلی و فسفر در خاکدانه‌هایی با اندازه مختلف به دو روش الک تر و خشک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که به دلیل سرمای زودرس و برف‌گیر بودن اراضی واقع در شیب شمالی در منطقه کالپوش، مقادیر مواد آلی خاک (۲/۲۳ درصد) و شاخص پایداری ساختمان خاک (۱/۹۸ میلی متر) در مقایسه با شیب جنوبی کمتر است. مقایسه مقادیر مواد آلی در خاک‌های واقع بر موقعیت‌های مختلف شیب نشان از وجود حداکثر این شاخص در پشت شیب داشت (۴/۷۹ درصد)، که ناشی از تراکم نسبتاً خوب پوشش گیاهی در این بخش به دلیل ملایم بودن شیب است. بررسی توزیع ماده آلی و فسفر در خاکدانه‌هایی با اندازه مختلف به روش الک تر و خشک گویای آن بود که بیشترین مقادیر این دو پارامتر در روش الک تر در خاکدانه‌های ریزتر و در روش الک خشک در خاکدانه‌های درشت‌تر وجود دارد.

کلمات کلیدی : پایداری خاکدانه، موقعیت شیب، ساختمان خاک، کالپوش.

فهرست مطالب

فهرست جدول‌ها.....	ث
فهرست شکل‌ها.....	ج
فصل اول.....	۱
مقدمه.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۲
فصل دوم.....	۹
بررسی منابع.....	۹
۲-۱- اثر جهت و موقعیت شیب بر خصوصیات شیمیایی خاک.....	۱۰
۲-۱-۱- واکنش خاک.....	۱۰
۲-۱-۲- هدایت الکتریکی خاک.....	۱۱
۲-۱-۳- ماده آلی خاک.....	۱۲
۲-۱-۴- فسفر قابل دسترس.....	۱۳
۲-۱-۵- درصد کربنات کلسیم.....	۱۳
۲-۲- اثر موقعیت و جهت شیب بر خصوصیات فیزیکی خاک.....	۱۵
۲-۲-۱- درصد رس.....	۱۵
۲-۲-۲- درصد شن.....	۱۶
۲-۲-۳- درصد سیلت.....	۱۷
۲-۲-۴- جرم مخصوص ظاهری.....	۱۸
۲-۲-۵- جرم مخصوص حقیقی.....	۱۹
۲-۲-۶- تخلخل.....	۱۹
۲-۲-۷- پایداری ساختمان خاکدانه.....	۲۰
فصل سوم.....	۲۳
مواد و روش‌ها.....	۲۳
۳-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه.....	۲۴

۲۵	۲-۳- تهیه نمونه‌های خاک
۲۶	۳-۳- تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی انجام شده روی خاک‌ها
۲۷	۳-۳-۱- بافت خاک
۲۷	۳-۳-۲- هدایت الکتریکی (EC)
۲۷	۳-۳-۳- واکنش خاک (pH)
۲۷	۳-۳-۴- رس قابل پراکنش (DC)
۲۸	۳-۳-۵- جرم مخصوص حقیقی
۲۸	۳-۳-۶- ماده آلی
۲۹	۳-۳-۷- فسفر قابل دسترس
۲۹	۳-۳-۸- جرم مخصوص ظاهری
۳۰	۳-۳-۹- پایداری خاکدانه
۳۱	۳-۳-۱۰- تخلخل خاک
۳۱	۳-۳-۱۱- کربنات کلسیم
۳۱	۳-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها
۳۳	فصل چهارم
۳۳	نتایج و بحث
۳۴	۴-۱- اثر جهت و موقعیت شیب بر خصوصیات شیمیایی خاک
۳۴	۴-۱-۱- اثر جهت و موقعیت شیب بر واکنش خاک (pH)
۳۷	۴-۱-۲- اثر جهت و موقعیت شیب بر هدایت الکتریکی
۳۸	۴-۱-۳- اثر جهت و موقعیت شیب بر ماده آلی
۴۱	۴-۱-۴- اثر جهت و موقعیت شیب بر فسفر قابل دسترس
۴۲	۴-۱-۵- اثر جهت و موقعیت شیب بر کربنات کلسیم
۴۴	۴-۲- اثر جهت و موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکی خاک
۴۴	۴-۲-۱- اثر جهت و موقعیت شیب بر میانگین وزنی قطر خاکدانه
۴۵	۴-۲-۲- اثر جهت و موقعیت شیب بر میانگین هندسی قطر خاکدانه
۴۶	۴-۲-۳- اثر جهت و موقعیت شیب بر جرم مخصوص ظاهری

۴۷	۴-۲-۴- اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد تخلخل
۴۸	۴-۲-۵- اثر جهت و موقعیت شیب بر رس قابل پراکنش
۵۰	۴-۲-۶- اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد رس
۵۲	۴-۲-۷- اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد شن
۵۳	۴-۳-۳- توزیع ماده آلی در خاکدانه‌های با اندازه مختلف
۵۴	۴-۳-۱- توزیع ماده آلی در خاکدانه‌های با اندازه‌های مختلف به روش الک تر
۵۵	۴-۳-۲- توزیع ماده آلی در خاکدانه‌های با اندازه مختلف به روش الک خشک
۵۶	۴-۴-۴- توزیع فسفر قابل دسترس در خاکدانه‌های با اندازه مختلف به روش الک تر و خشک
۵۶	۴-۴-۱- توزیع فسفر قابل دسترس به روش الک تر
۵۷	۴-۴-۲- توزیع فسفر قابل دسترس به روش الک خشک
۵۹	فصل پنجم
۵۹	نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۶۰	۵-۱- نتیجه‌گیری
۶۲	۵-۲- پیشنهادها
۶۳	منابع

فهرست جدول‌ها

- جدول ۴-۱- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی خاک ۳۴
- جدول ۴-۲- نتایج همبستگی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ۳۶
- جدول ۴-۳- ادامه جدول نتایج همبستگی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ۳۶
- جدول ۴-۴- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی خاک ۴۴
- جدول ۴-۵- نتایج تجزیه واریانس پارامتر ماده آلی موجود در خاکدانه‌ها ۵۳
- جدول ۴-۶- نتایج تجزیه واریانس پارامتر فسفر قابل دسترس موجود در خاکدانه‌ها ۵۶

فهرست شکل‌ها

- شکل ۳-۱ - منطقه مورد مطالعه ۲۵
- شکل ۴-۱ - اثر جهت و موقعیت شیب بر واکنش خاک ۳۷
- شکل ۴-۲ - اثر جهت و موقعیت شیب بر هدایت التریکی ۳۸
- شکل ۴-۳ - اثر جهت و موقعیت شیب بر ماده آلی ۴۰
- شکل ۴-۴ - اثر جهت شیب بر فسفر قابل دسترس ۴۱
- شکل ۴-۵ - اثر موقعیت شیب بر فسفر قابل دسترس ۴۲
- شکل ۴-۶ - اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد کربنات کلسیم ۴۳
- شکل ۴-۷ - اثر جهت و موقعیت شیب بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ۴۵
- شکل ۴-۸ - اثر جهت و موقعیت شیب بر میانگین هندسی قطر خاکدانه ۴۶
- شکل ۴-۹ - اثر جهت و موقعیت شیب بر جرم مخصوص ظاهری ۴۷
- شکل ۴-۱۰ - اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد تخلخل ۴۸
- شکل ۴-۱۱ - اثر جهت شیب بر رس قابل پراکنش ۴۹
- شکل ۴-۱۲ - اثر موقعیت شیب بر رس قابل پراکنش ۵۰
- شکل ۴-۱۳ - اثر جهت شیب بر درصد رس ۵۱
- شکل ۴-۱۴ - اثر موقعیت شیب بر درصد رس ۵۲
- شکل ۴-۱۵ - اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد شن ۵۳
- شکل ۴-۱۶ - توزیع ماده آلی در خاکدانه‌های با اندازه مختلف در موقعیت‌های مختلف شیب در
روش الک تر ۵۴
- شکل ۴-۱۷ - توزیع ماده آلی در خاکدانه‌های با اندازه مختلف در موقعیت‌های مختلف شیب به
روش الک خشک ۵۵
- شکل ۴-۱۸ - توزیع فسفر قابل دسترس در خاکدانه‌های با اندازه مختلف در موقعیت‌های مختلف
شیب به روش الک تر ۵۷
- شکل ۴-۱۹ - توزیع فسفر قابل دسترس در خاکدانه‌های با اندازه مختلف در موقعیت‌های مختلف
شیب به روش الک خشک ۵۸

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

خاک از منابع حیاتی اکوسیستم، و دارای تحول پذیری ذاتی است. خاک برآیند عوامل شکل پذیری آن، عوامل غیرذاتی، مدیریت کشت و کار، کاربری‌های مختلف اراضی و فرسایش عنوان شده است (ویپرا و پژگونزالز، ۲۰۰۳). تنوع خاک‌های موجود در سطح زمین نتیجه واکنش بین عوامل پنج‌گانه خاک‌سازی، که شامل اقلیم، موجودات زنده، مواد مادری، پستی و بلندی و زمان هستند، می‌باشد (ینی، ۱۹۴۱). این عوامل در مقیاس‌های مکانی مختلف و با درجه شدت متفاوت با همدیگر برهمکنش داشته و منجر به تشکیل خاک‌هایی متفاوت با خصوصیات و افق‌های مختلف می‌گردند.

از میان عوامل پنج‌گانه خاک‌سازی، می‌توان توپوگرافی را به عنوان اصلی‌ترین عامل تشکیل و تکامل خاک بیان کرد، که در نتیجه ملحق شدن پستی و بلندی‌ها به یکدیگر شکل می‌گیرد و به دلیل تأثیر بر میزان نفوذ و انتقال آب، آبدوی و فرسایش در تشکیل خاک به عنوان عاملی مهم و اساسی در توزیع و تنوع خاک‌ها در سطح زمین عنوان شده است (ینی، ۱۹۴۱). این عامل با نقشی که بر فعالیت میکروبی و سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی دارد باعث کنترل گردش عناصر غذایی و فراهمی آن‌ها برای گیاهان می‌شود (خلیلی و همکاران، ۲۰۱۱).

عموماً پستی و بلندی به چند طریق سبب تکامل پروفیل خاک می‌گردد:

الف- به وسیله تأثیر بر مقدار باران نفوذ کرده و باقی مانده در خاک (تأثیر بر روابط رطوبتی خاک).

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

ج- به وسیله کنترل انتقال و جابه‌جایی مواد معلق یا محلول در آب از یک نقطه به نقطه دیگر.

د- به وسیله مقدار شیب، که تأثیر بسیاری بر ضخامت پروفیل خاک می‌گذارد بدین صورت که در مناطق مسطح یا دارای شیب ملایم مواد تمایل به ماندن دارند در نتیجه ضخامت پروفیل خاک افزایش می‌یابد اما مناطق با شیب تند خطر فرسایش زیاد بوده ضخامت پروفیل خاک کاهش می‌یابد (کارتر و سیلکوس، ۱۹۹۱).

از میسرترین و در عین حال بهترین روش‌ها برای تعیین پیوستگی مکانی میان خصوصیات خاک و پستی و بلندی، بررسی خاک‌های واقع شده بر روی شیب می‌باشد که در تشریح شیب یا قسمتی از شیب که تحت تأثیر توپوگرافی قرار گرفته است، می‌توان به فاکتورهایی چون درجه یا تندی، طول، جهت، انحنا و شکل، ارتفاع و موقعیت شیب اشاره کرد و این فاکتورها با استفاده از پنج عنصر قله، شانه، پشت، پا و پنجه شیب بیان می‌شوند (وان استورن و استاپ، ۲۰۰۶).

موقعیت‌های مختلف یک شیب در امتداد یک دامنه خصوصیات متفاوتی را از خود در خاک نشان می‌دهند (تسیو و همکاران، ۲۰۰۴). برای مثال شکل‌های مختلف شیب (تحدب، مسطح و تقعر) با کنترل حرکت آب و رواناب، تأثیر بر زهکشی و نگهداری آب در خاک نقش زیادی بر تغییرپذیری ویژگی‌های خاک در اراضی شیب‌دار دارند. طبق پژوهش‌ها عمق خاک، مقدار رس، واکنش خاک و دیگر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از بخش‌های محدب شیب (شانه شیب) به سمت بخش‌هایی با شیب صاف (پشت شیب) و سپس موقعیت‌های مقعر شیب (پا و پنجه شیب) عموماً افزایش می‌یابد (سیبرت و همکاران، ۲۰۰۷).

همچنین موقعیت‌های با انحنا یی پروفیلی محدب شامل قله و شانه شیب، به دلیل افزایش میزان تشعشعات دریافتی در این موقعیت‌ها، سبب می‌گردد میزان رطوبت خاک کاهش یافته و در نتیجه میزان فرسایش خاک افزایش یابد. در مقابل موقعیت‌هایی با انحنا یی پروفیلی مقعر شامل پا و پنجه شیب، به دلیل افزایش میزان رطوبت خاک در این موقعیت‌ها، تجمع بیشتر مواد آلی و در نتیجه کاهش میزان فرسایش خاک مشاهده می‌گردد سایر نقاط ویژگی‌های حد واسط این دو نقطه را دارند (تسو، ۲۰۰۴). یکی از پارامترهای کلیدی عملکرد خاک، توانایی آن برای حفاظت زندگی گیاهی، جانوری و تنظیم کردن کیفیت محیط زیست می‌باشد که بر حرکت آب و املاح در خاک، فرسایش، چرخه عناصر غذایی و آلودگی‌های آب‌های زیرزمینی مؤثر است (ان و همکاران، ۲۰۱۳). این پارامتر از ویژگی‌های پویای خاک محسوب شده که به ترتیب قرار گیری ذرات خاک کنار یکدیگر گویند و علاوه بر غیر یکنواختی در نقاط مختلف یک شیب نسبت به زمان تغییر می‌کند (ان و همکاران، ۲۰۱۳). طبق تعریف، توانایی

خاک در نگهداری آرایش ذرات جامد و فضای بین آن‌ها در هنگام مواجه شدن با تنش‌های مختلف را پایداری ساختمان خاک گویند (یاگو و همکاران، ۲۰۱۲).

ساختمان خاک طی مراحل مختلف به واحدهای ساختمانی متفاوتی تقسیم می‌شود که به واحدهای اولیه آن خاکدانه گویند. از واکنش بین ذرات معدنی، ترکیبات آلی، همآوری ذرات اولیه رس، سیلت و شن به همراه مواد آلی خاکدانه‌ها شکل می‌گیرند (برونیچ و همکاران، ۲۰۰۵). خاکدانه‌ای شدن خاک فرایندی است که طی آن ذرات خاک به گونه‌ای در کنار هم قرار می‌گیرند که نیروهای نگهدارنده درونی آن‌ها قوی تر از نیروهای میان خاکدانه‌ای مجاور است (بویکس و همکاران، ۲۰۰۱). این فرایند به مکان، زمان، نوع کاربری و مدیریت خاک وابسته است (سیبولد و هریچ، ۲۰۰۱)، که می‌تواند با کاهش فرسایش و جلوگیری از معدنی شدن کربن آلی، باعث حفاظت مواد آلی خاک شود.

یکی از شاخص‌های مهم در کیفیت فیزیکی و عامل پایداری خاک در مقابل نیروهای خارجی و تحریک کننده در اندازه خاکدانه‌ها، میزان پایداری خاکدانه می‌باشد (سیکس و همکاران، ۲۰۰۰). از عوامل تأثیرگذار بر پایداری خاکدانه، می‌توان به عوامل درونی (اولیه) شامل ویژگی‌های ذاتی خاک از قبیل ویژگی‌های محلول خاک شامل کربنات کلسیم، گچ، بافت (مقدار و نوع رس)، ویژگی‌های الکترولیت خاک (غلظت عناصر، واکنش خاک، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم) و مواد آلی، و عوامل بیرونی تأثیر گذار همچون اقلیم، سن خاک، عوامل زیستی و مدیریت کشاورزی، فرایند تشکیل خاک، فصل سال، مدیریت زراعی و خاک‌ورزی اشاره کرد (برونیچ و همکاران، ۲۰۰۵).

از نیروهای تحریک کننده‌ای که بر پایداری خاکدانه‌ها تأثیر گذار است می‌توان به آب و نیروهای قطرات باران اشاره کرد؛ به این شکل که آب چه به شکل آبیاری و چه به شکل بارندگی مسبب متلاشی شدن آن دسته از خاکدانه‌هایی می‌شود که به صورت ضعیف به هم اتصال پیدا کرده‌اند. این فرایند سبب پاشیده شدن ذرات رس و تقلیل تخلخل، ازدیاد مقاومت خاک در برابر نفوذ ریشه‌ها و کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع، آب قابل استفاده، نفوذ آب و هوا به خاک، افزایش رواناب و فرسایش خاک می‌شود (واعظی و همکاران، ۱۳۹۰).

روش‌های گوناگونی برای برآورد پایداری خاکدانه وجود دارد که روش الک کردن خشک برای ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها در مقابل فرسایش بادی و روش الک کردن در آب برای فرسایش آبی استفاده می‌شود. خیس کردن خاک، سبب کاهش پایداری خاکدانه‌ها، تقلیل خلل و فرج حد فاصل بین خاکدانه‌ها، کاهش مقاومت خاک در برابر رطوبت می‌گردد؛ به این دلیل که رطوبت باعث کاهش نیروهای همدوستی، نرم‌تر شدن مواد پیونددهنده خاک و علاوه بر آن انبساط غیر یکنواخت کلوخه‌ها در اثر خیس شدن و حبس شدن هوا می‌شود (علیجانپور شلمانی، ۱۳۹۱).

نمایه‌های زیادی برای توصیف اندازه و پایداری خاکدانه ارائه شده است که معمول‌ترین آن‌ها نمایه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها است. این روش بر اساس اندازه‌گیری وزن خاکدانه‌ها که بر حسب اندازه طبقه‌بندی شده اند استوار است. نمایه دیگری از توصیف پایداری خاکدانه‌ها بدست آوردن میانگین هندسی قطر ذرات خاکدانه است (علیزاده، ۱۳۹۰). کمپر و روزینو (۱۹۸۶) برای محاسبه پایداری خاکدانه نمایه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را که به اختصار (MWD) (Mean weight diameter) نامیده می‌شود پیشنهاد کرد.

وضعیت یک شیب می‌تواند بر توزیع ماده آلی و دیگر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اثرگذار باشد که از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مؤثر می‌توان به کربنات کلسیم، درصد ذرات خاک (رس، سیلت و شن)، جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، تخلخل، فسفر قابل دسترس، هدایت الکتریکی، واکنش خاک، رس قابل پراکنش، پایداری ساختمان خاکدانه اشاره کرد (تسیو و همکاران، ۲۰۰۴).

تأثیر توپوگرافی بر میزان ماده آلی خاک در قالب موقعیت و جهت شیب بیان می‌شود. به این صورت که جهت شیب مشخص کننده مقدار انرژی خورشیدی دریافتی خاک بوده و در پی آن دما و مقدار آب قابل دسترس خاک را تعیین می‌کند (ینی، ۱۹۴۱). به عنوان مثال شیب شمالی به دلیل زاویه‌ای که نسبت به خورشید دارد گرمای کمتری دریافت کرده و دارای اقلیم سردتری نسبت به شیب جنوبی است و این امر باعث حفظ رطوبت در این جهت، در نتیجه گسترش پوشش گیاهی و افزایش کربن آلی خاک در جهت شمالی می‌شود و موقعیت شیب با تأثیر بر تولید رواناب، زهکشی، دما و رطوبت میزان کربن

آلی را کنترل می‌کند (فقیه، ۱۳۸۸). هم‌چنین ماده آلی به عنوان هسته تشکیل دهنده خاکدانه شناخته شده است و در حضور آن خاکدانه سازی بهبود می‌یابد. در واقع ماده آلی به عنوان عامل پیوندی ذرات به یکدیگر عمل کرده و با کاهش پراکنش رس‌ها در طی دوره‌های تر و خشک شدن باعث افزایش پایداری خاکدانه می‌شود (برونیچ و همکاران، ۲۰۰۵). در نتیجه در موقعیت‌هایی که ماده آلی خاک زیاد است، پایداری ساختمان خاک افزایش می‌یابد. همین‌طور برخی از مواد آلی دلیل افزایش آب‌گریزی در خاک هستند و با ایجاد یک پوشش آب‌گریز در اطراف خاکدانه و کاهش سرعت خیس شدن سبب کاهش تخریب ساختمان خاک و در نتیجه پایداری خاکدانه در برابر فروپاشی توسط آب می‌گردند (ترنان و همکاران، ۱۹۹۶، کارون و همکاران، ۱۹۹۶).

هم‌چنین وضعیت یک شیب با موقعیت و جهت‌های مختلف می‌تواند بر میزان کاهش یا افزایش کربنات کلسیم نیز اثر بگذارد، بدین صورت که در موقعیت‌های مختلف شیب درصد کربنات کلسیم خاک تغییر می‌یابد برای مثال در میانه شیب به دلیل زیاد بودن درجه شیب و فرسایش خاک پوشش گیاهی کاهش یافته و سبب افزایش مقدار کربنات کلسیم گردیده است هم‌چنین در قسمت پایین شیب به دلیل اینکه مواد حاصل از فرسایش خاک رسوب کرده میزان کربنات کلسیم افزایش می‌یابد (خرمالی و همکاران، ۲۰۰۹).

جرم مخصوص ظاهری نیز یکی دیگر از خصوصیات است که تحت تأثیر توپوگرافی قرار می‌گیرد، بدین ترتیب که موقعیت‌های مختلف شیب به دلیل تفاوت در میزان رطوبت مؤثر دریافتی و سرعت فرسایش و رسوب در موقعیت‌های بالای شیب میزان جرم مخصوص ظاهری به دلیل کاهش ماده آلی افزایش می‌یابد (شاکرمی و رستمی‌نیا، ۱۳۹۶). خرمالی و همکاران ۲۰۰۹، یکی دیگر از عوامل تأثیر گذار بر موقعیت و جهت شیب را درصد رس عنوان کردند بدین صورت که موقعیت‌های بالای شیب شامل قله و شانه از تجمع ذرات درشت برخوردار بوده و به دلیل عامل فرسایش خاک در این موقعیت‌های از شیب، ذرات درشت به ذرات ریز چون رس تبدیل شده و در اثر رواناب به موقعیت‌های پایین شیب چون پا و پنجه شیب انتقال یافته و در آنجا تجمع می‌یابند.

اقلیم و پستی و بلندی مهم‌ترین عواملی هستند که در حرکت و تغییر شکل عناصر غذایی خاک‌های تشکیل شده در موقعیت‌های مختلف مؤثر شناخته شده‌اند (تیتوس و همکاران، ۲۰۰۲). حرکت جانبی و عمودی مواد می‌تواند منجر به توزیع مجدد شکل‌های فسفر و سایر عناصر در طول شیب گردد. هم‌چنین فسفر یکی از عناصر ضروری پرمصرف برای گیاه محسوب می‌شود و بعد از نیتروژن دومین عنصر محدود کننده توسعه گیاه به شمار می‌آید. بر خلاف دیگر عناصر غذایی پرمصرف این عنصر در بیشتر خاک‌ها تحرک و قابلیت جذب کمی دارد و به عبارتی کم تحرک‌ترین عنصر در خاک می‌باشد (فاگریا، ۲۰۰۹).

اثر موقعیت و جهت شیب بر مقدار فسفر چنین بیان می‌شود که با افزایش میزان رس مکان‌های جذب برای فسفر افزایش می‌یابد که در یک ردیف اراضی با موقعیت‌های مختلف شیب از بالا به پایین مقدار فسفر تنزل پیدا کرده است و رس خاک شسته شده و در پایین شیب و موقعیت‌های پا و پنجه تجمع می‌یابد و در نتیجه بیشترین جذب فسفر در موقعیت‌های پایین شیب مشاهده می‌گردد (دهقانی، ۱۳۸۶). هم‌چنین فسفر باعث افزایش پایداری ساختمان خاکدانه نیز می‌گردد.

در کل جهت و موقعیت یک دامنه در شیب‌های جنگلی بر میزان خصوصیات خاک و پایداری خاکدانه تأثیرگذار است. از این رو شناسایی موقعیت‌های یک دامنه و رابطه بین خصوصیات خاک و پایداری خاکدانه در خاک جنگلی امری ضروری است. با این وجود پژوهشی در رابطه با تأثیر موقعیت و جهت شیب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در جنگل حسین آباد کالپوش استان سمنان انجام نشده است. در نتیجه پژوهش حاضر با هدف ارزیابی موقعیت و جهت شیب و تأثیر آن بر کربن آلی، فسفر، و پایداری خاکدانه در جنگل حسین آباد کالپوش استان سمنان به انجام رسید.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- اثر جهت و موقعیت شیب بر خصوصیات شیمیایی خاک

۲-۱-۱- واکنش خاک

اثر موقعیت شیب بر واکنش خاک چنین بیان می‌شود که در مناطق جنگلی به دلیل بالا بودن مقدار بارندگی و شست و شوی یون‌های بازی واکنش خاک کاهش و به سمت پی اچ اسیدی میل می‌کند. اکو و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش خود تحت عنوان اثر موقعیت شیب بر خصوصیات خاک چنین گزارش کردند که هر چه از موقعیت قله به طرف پهنه شیب حرکت کنیم از مقدار واکنش خاک کاسته و خاک اسیدی‌تر می‌گردد.

ناهیدان و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود تحت عنوان تأثیر موقعیت شیب بر توزیع خاکدانه‌ای کربن آلی، فعالیت آنزیم آل گلوتامیناز و پایداری ساختمان خاک در شیب تپه مرتعی (منطقه فریدون شهر و چلگرد) چنین گزارش کردند که توپوگرافی به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر خاکسازي و تکامل خاک‌ها با تغییر وضعیت خاکدانه‌ها می‌تواند توزیع مکانی کربن آلی و آنزیم آل گلوتامیناز را دست‌خوش تغییر دهد و نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که مقدار واکنش خاک در موقعیت انتهایی شیب بیشتر از مقدار آن در موقعیت شانه شیب می‌باشد.

بیگام و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر جهت شیب بر روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک در تپه‌های میانی کوهپایه‌های هیمالیا در کشور نپال را بررسی نمودند و چنین گزارش کردند که تفاوت معناداری در اکثر خصوصیات خاک از جمله رطوبت، دما، تنوع و فراوانی جانداران، مقدار مواد آلی، جرم مخصوص ظاهری و پ هاش در دو جهت متفاوت شیب مشاهده گردید. در خاک‌های با شیب رو به شمال مقدار کربن آلی، رطوبت، تنوع و فراوانی جانوران خاک بیش‌تر و pH و دمای کمتری مشاهده گردید. تغییرات ناشی از جهت شیب به واسطه تغییر در ریز اقلیم می‌باشد، که باعث تفاوت در تنوع و فراوانی جانوران، رطوبت خاک، دما و تغییرات مواد آلی شده است و در نهایت بر حاصلخیزی و کیفیت خاک تأثیر گذاشته است.

نوبهار دیلمی و همکاران (۱۳۹۷) در منطقه لاهیجان به تأثیر موقعیت و جهت شیب بر برخی ویژگی‌های خاک در دو جهت شمالی و جنوبی و سه موقعیت شانه، پشت و پنجه شیب پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مقدار واکنش خاک در خاک سطحی در هر دو جهت و سه موقعیت شیب با مقدار ۴/۳۰ الی ۵/۸۰ در موقعیت‌های مختلف شیب اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهد.

۲-۱-۲- هدایت الکتریکی خاک

در موقعیت‌های مختلف شیب به دلیل انحلال نمک‌ها از ارتفاعات بالاتر و انتقال آن به سمت پایین باعث افزایش هدایت الکتریکی در این مناطق نسبت به دیگر مناطق شده است. هاتار و همکاران (۲۰۱۰) در منطقه خشک لوانت در اردن بر روی شیب چنین نتیجه گرفتند که موقعیت پنجه شیب مقدار هدایت الکتریکی بیشتری را نسبت به قله دارا است.

آشجودی و ایوبی (۱۳۹۲) در پژوهش خود تحت عنوان تأثیر موقعیت شیب و تغییر کاربری بر برخی ویژگی‌های خاک در شهرستان فریدونشهر از دو شیب تپه با کاربری مرتع و تحت کشت و ۴ موقعیت قله، شانه، پشت و پا از عمق ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ نمونه‌برداری انجام دادند و نتایج آن‌ها حاکی از آن است که با تغییر کاربری از مرتع به کشاورزی مقدار اسیدیتة افزایش یافته است که دلیل آن را می‌توان به وجود فرسایش آبی شدید در منطقه و مدیریت‌های نامناسب بشری نسبت داد و همچنین در پژوهش خود مشاهده کردند که تغییرات اکثر خصوصیات خاک با تغییر لندفرم معنی‌دار بوده است. سبحانی جهانی و همکاران (۱۳۹۰) در اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش کشاورزی، به بررسی تأثیر شیب بر ماده آلی، پایداری خاکدانه‌ها و هدایت هیدرولیکی اشباع باغات زیتون منطقه طارم استان زنجان پرداختند و نمونه‌برداری به صورت طرح فاکتوریل و در غالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار از دو جهت شمالی و جنوبی و سه موقعیت قله، پشت و پای شیب انجام گرفت و نتایج آن‌ها حاکی از آن بود توپوگرافی تأثیر شدیدی بر خصوصیات شیمیایی خاک دارد به طوری که در قسمت‌های پایین شیب حداکثر میزان ماده آلی، میزان نیتروژن، درصد پایداری خاکدانه‌ها، هدایت هیدرولیکی اشباع، رطوبت ظرفیت مزرعه و هدایت الکتریکی را دارا می‌باشد.

مرادی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود تحت عنوان مقایسه برخی خصوصیات خاک در دو موقعیت بالا و پایین دامنه با ۲ کاربری مرتع و دیمزار در دو جهت شرق و غرب در حوزه آبخیز تیرگان شهرستان درگز در ۸ منطقه نمونه برداری انجام گرفته است و در هر منطقه ۳ نمونه خاک به فاصله یک متر از یکدیگر به صورت عمود در لایه سطحی ۰-۲۰ سانتی متری انجام گرفت و نتایج آن ها حاکی از آن بود که هدایت الکتریکی در جهت غربی در دیمزار در پایین دست بیشتر از مناطق بالا دست بوده است.

۲-۱-۳- ماده آلی خاک

توپوگرافی با کنترل رواناب و فرسایش خاک از بخش های محدب به سمت مقعر باعث افزایش یا کاهش ماده آلی می گردد. به این صورت که رواناب با شست و شوی مواد مناطق بالا دست به مناطق پایین دست و پست باعث افزایش ماده آلی می گردد.

شوانگهات و جارمر (۲۰۱۱) به بررسی رابطه بین شیب و ماده آلی در منطقه ریوگودالتین در جنوب شرق اسپانیا پرداختند. آن ها شیب را به ۵ قسمت اصلی تقسیم کردند و نتایج آن ها حاکی از آن است که بیشترین مقادیر ماده آلی در موقعیت انتهای شیب و بعد از آن منطقه پست و بخش محدب و در انتها در شیب های تند می باشد. آن ها اظهار داشتند که توپوگرافی با تأثیر بر تعادل آب و با کنترل رواناب سطحی از موقعیت های بالای شیب به سمت پایین شیب باعث انتقال و تجمع ماده آلی در موقعیت های انتهای شیب می گردد.

آتشگاهی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی ارتباط عوامل توپوگرافی و تنوع گیاهان در جنگل های شرق دودانگه ساری، استان مازندران پرداختند و نتایج آن ها حاکی از آن بود که میزان ماده آلی در شیب جنوبی نسبت به شمالی بیشتر است که دلیل آن را می توان به تنوع بیشتر پوشش گیاهی در جهت جنوبی و دمای کمتر، سرمای زودرس، از بین رفتن قسمت های غیر خشبی گیاهان و تنوع کمتر پوشش گیاهی در جهت شمالی اشاره کرد آن ها همچنین عامل اصلی تنوع پوشش گیاهی را ارتفاع از سطح دریا عنوان کردند بدین صورت بیشترین تنوع گونه ای در ارتفاعات متوسط، شیب های تند و دامنه های رو به جنوب،

جنوب غرب و جنوب شرق و کمترین تنوع در ارتفاعات پایین و ارتفاعات خیلی بالا با درجات شیب متوسط مشاهده گردید.

و بر خلاف آن حیدری و همکاران (۲۰۱۰) و چوپانیان و همکاران (۲۰۱۲) و رضایی و جیلکس (۲۰۰۵) وجود رطوبت زیاد و تبخیر و تعرق کم در شیب شمالی را دلیل افزایش ماده آلی در این جهت شیب بیان کردند.

۲-۱-۴- فسفر قابل دسترس

آبه و همکاران (۲۰۰۹) در جنوب دشت گینه در نیجریه چنین گزارش کردند که توپوگرافی بر میزان فسفر قابل دسترس خاک مؤثر است بدین صورت که در بخش‌های مقعر شیب شامل پا و پنجه شیب مقدار فسفر با افزایش میزان ماده آلی افزایش می‌یابد. سارسینلی و همکاران (۲۰۰۹) نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند که در موقعیت پایین شیب به دلیل کاهش فرسایش و افزایش تجمع مواد میزان فسفر خاک افزایش می‌یابد.

مهاجری و همکاران (۱۳۹۵) در منطقه دیلمان استان گیلان به بررسی اثر موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های واقع بر ردیف پستی و بلندی پرداختند و نتایج گرفته شده از پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که توپوگرافی تأثیر قابل توجهی بر روی مشخصات خاک‌های هر منطقه دارد به طوری که خاک‌های واقع در موقعیت‌های پایین شیب دارای حداکثر مقدار فسفر قابل دسترس در مقایسه با موقعیت‌های بالای شیب می‌باشند که تفاوت بسیار فاحش در کیفیت خاک در موقعیت‌های مختلف شیب به طور عمده به تفاوت در میزان رطوبت دریافتی، سرعت فرسایش و تجمع مواد نسبت داده شده است.

۲-۱-۵- درصد کربنات کلسیم

برابیکر و همکاران (۱۹۹۳) بیان کردند که میزان کربنات کلسیم به دلیل فرسایش خاک و پایین آمدن کربنات کلسیم به همراه خاک از مناطق بالا دست به پایین شیب باعث هم‌آوری ذرات خاک شده در

نتیجه در پا و پنجه شیب رسوب می‌کنند. خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) در اراضی تپه ماهوری لسی شمال ایران نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند بدین صورت که در موقعیت میانه شیب به دلیل زیاد بودن درجه شیب و اثر فرسایش و تخریب خاک پوشش گیاهی کاهش یافته و سبب افزایش کربنات کلسیم خاک گردیده هم‌چنین در موقعیت پنجه شیب به دلیل اینکه مواد حاصل از فرسایش رسوب می‌کند میزان کربنات کلسیم زیاد می‌گردد.

بر خلاف آن ملکی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهش خود به بررسی اثر جهت و موقعیت شیب بر روی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی لسی شیب‌دار، در منطقه توشن استان گلستان با تعداد ۱۳۵ نمونه خاک از عمق ۰-۲۰ سانتی متری در ۴ موقعیت (شانه، پشت، پا و پنجه شیب) و ۳ جهت شرق، شمال شرق و جنوب شرق پرداختند به این نتیجه رسیدند که خصوصیات خاک وابسته به موقعیت زمین‌نما می‌باشد به طوری که به دلیل فرسایش خاک و ظاهر شدن خاک غنی از کربنات کلسیم در موقعیت‌های بالای شیب، این قسمت‌ها از کربنات کلسیم بیشتری نسبت به موقعیت‌های پایین شیب برخوردارند.

پژند و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود به رابطه بین توپوگرافی و برخی ویژگی‌های خاک در پایگاه پژوهشی حفاظت خاک سنگانه در ۱۲۰ کیلومتری شمال شرق مشهد با تعداد ۳۰ نمونه خاک در شیب‌های کمتر از ۵، ۵-۱۵، ۱۵-۳۰، ۳۰-۵۰ و بیشتر از ۵۰ درصد با سه تکرار و در دو جهت شمالی و جنوبی پرداختند و نتایج گرفته شده از پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که مقدار کربنات کلسیم در شیب‌های مختلف و جهت‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد. به طوری که کمینه مقدار کربنات کلسیم در شیب کمتر از ۵ درصد جنوبی و مقدار بیشینه آن در شیب بیشتر از ۵۰ درصد جنوبی مشاهده شده است.

۲-۲- اثر موقعیت و جهت شیب بر خصوصیات فیزیکی خاک

۲-۲-۱- درصد رس

در موقعیت‌های مختلف شیب مقدار درصد رس تغییر می‌کند که این تغییر به دلیل فرسایش خاک و شست و شوی ذرات از مناطق بالادست به پایین دست شیب اتفاق می‌افتد.

شریفی گرم دره و همکاران در سال ۱۳۹۴ طی موضوعی به بررسی تأثیر موقعیت شیب بر روی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی خاک در سه موقعیت قله شیب، شیب پستی و پای شیب و به تعداد ۸ نمونه خاک از افق خاکرخ در منطقه چلگرد استان چهارمحال و بختیاری پرداختند و این چنین گزارش کردند که فرسایش از قسمت بالایی یعنی قله شیب به قسمت پایینی موجب تجمع ماده آلی در قسمت پای شیب گردیده است بدین صورت که قسمت‌های پای شیب بافت ریزتری نسبت به قسمت قله و شیب پستی دارند.

کیوانی و همکاران (۱۳۹۶) به نقش جهت شیب بر پراکنش مکانی برخی از ویژگی‌های خاک و ویژگی‌های کمی، کیفی و رویشی هلو در منطقه سامان شهرکرد در دو جهت شیب شرقی و غربی از عمق‌های ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر و به تعداد ۱۳۶ نمونه خاک پرداختند نتایج گرفته شده از پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که خاک شیب شرقی درصد رس بیشتری نسبت به شیب غربی دارا است که دلیل آن تأثیر قابل توجه جهت شیب بر ویژگی‌های خاک و میوه است. همچنین جهت شیب با تأثیر بر فرایندهای خاکسازی، هوازدگی، دما و رطوبت خاک باعث تشکیل خاک‌هایی با ویژگی‌های متفاوت می‌گردد.

فانینگ (۱۹۸۹)، دلیل افزایش میزان درصد رس را در موقعیت پنجه شیب نسبت به دیگر موقعیت‌های شیب شست و شوی بیشتر و فرسایش خاک و محدب بودن شیب در موقعیت بالای شیب و تجمع رسوبات در موقعیت‌های پایین شیب بیان کرد. بین (۲۰۱۱) و خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) در منطقه

گونونو در جنوب اتیوپی نیز بیان کردند که مقدار رس در موقعیت پنجه شیب به دلیل کاهش فرسایش و تجمع رسوب افزایش یافت.

۲-۲-۲- درصد شن

تأثیر موقعیت شیب بر درصد شن بدین صورت است که در مناطق بالا دست به دلیل فرسایش خاک ذرات شن افزایش یافته و ذرات ریزتر به مناطق پایین دست انتقال می‌یابند.

باقری فام و همکاران (۱۳۹۲) در اراضی تپه ماهوری سیساب شهرستان بجنورد به بررسی تأثیر مدیریت اراضی بر تغییرات کربن آلی، توزیع اندازه ذرات و پایداری خاکدانه‌ها در طول توپوسکوئنس با ۴ ناحیه با مدیریت مرتع قرق، مرتع چراى متوسط، مرتع چراى شدید و اراضی کشاورزی و دو جهت شمالی و جنوبی و موقعیت‌های قله، پشت و پنجه شیب از عمق ۰-۱۵ سانتی‌متری پرداختند نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که بیشترین میزان شن در شیب‌های جنوبی و مرتع چراى شدید و متوسط مشاهده گردید، انتظار می‌رفت که توپوگرافی تأثیر قابل توجهی بر ویژگی‌های خاک نداشته باشد ولی نتایج بیانگر تأثیر شدید و معنی‌دار بر تمام موقعیت‌های شیب می‌باشد.

ویلاین و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی تأثیر پستی و بلندی بر تکامل خاک پرداختند و گزارش کردند که درصد شن با حرکت از قله به پنجه شیب به دلیل فرسایش و آبشویی مقادیر شن در بالای شیب کاهش و درصد تجمعی ذرات ریزتر در موقعیت پایین شیب افزایش می‌یابد.

جعفریان و شعبانزاده (۱۳۹۶) در منطقه کیاسر استان مازندران به بررسی تأثیر جهت شیب بر تغییرپذیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به تعداد ۵۰ نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری پرداختند و چنین گزارش کردند که در نیمکره شمالی شیب‌های رو به شمال معمولاً درجه حرارت کمتر، پوشش گیاهی بیشتر، رطوبت بیشتر و دارای ماده آلی بیشتری نسبت به شیب‌های رو به جنوب می‌باشند و درصد ذرات ریز در شیب‌های شمالی بیشتر از شیب‌های جنوبی می‌باشد اما درصد ذرات درشت چون شن در شیب‌های جنوبی نسبت به شمالی بیشتر است.

کریمی دهکردی (۱۳۹۱) در پژوهش خود تحت عنوان اثر موقعیت زمین‌نما و کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه لردگان استان چهارمحال و بختیاری در دو کاربری دیم و جنگل با ۵ موقعیت شیب و ۱۰ خاکرخ حفر کردند و بیان کردند که پستی و بلندی، موقعیت شیب و تغییر کاربری اراضی تحت تأثیر فرسایش و آبشویی قرار دارد که باعث ایجاد تغییراتی در خصوصیات فیزیکی می‌گردد و نتایج آن‌ها حاکی از آن است که درصد شن در کاربری جنگل بیشتر از کاربری دیم بوده است.

۲-۲-۳- درصد سیلت

هم‌چنین کاکه (۱۳۹۴) در زیر حوزه ورکش طالقان به بررسی تأثیر جهت و موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در دو جهت شمالی و جنوبی و چهار موقعیت قله، شانه، پا و پنجه شیب از عمق ۰-۳۰ سانتی متری پرداخت و عنوان کرد که شیب شمالی به دلیل وجود شرایط مساعدتر و تکامل بیشتر خاک در این جهت نسبت به جنوبی درصد سیلت بیشتری را شامل می‌شود هم‌چنین از بین ۴ موقعیت شیب مورد بررسی مقدار سیلت در پنجه شیب به دلیل دریافت رسوبات و رواناب از مناطق بالادست بیشترین مقدار مشاهده گردید.

صوفی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی اثرات جهت و درجه شیب بر کیفیت خاک در حوضه سد طرق در جنوب شرق مشهد به تعداد ۴۰ نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متری و سه شیب کمتر از ۱۰ درصد، ۱۰ تا ۲۰ درصد، ۲۰ تا ۳۰ درصد و بیشتر از ۳۰ درصد پرداختند و نتایج گرفته شده از پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که مقدار سیلت در شیب‌های رو به شمال بیشتر از رو به جنوب بوده است هم‌چنین در بین شیب‌های مختلف هر چه درصد شیب کمتر باشد به دلیل اینکه مواد و رواناب با سرعت کمتری به سمت پایین انتقال پیدا کرده در نتیجه مقدار مواد و ذرات خاک بیشتر است.

۲-۲-۴- جرم مخصوص ظاهری

جرم مخصوص ظاهری خاک بسیار متغیر است و به ساختمان خاک و میزان سستی یا درجه فشردگی آن وابسته است که تحت تأثیر مقدار رس و ماده آلی خاک تغییر می‌کند. در خاک‌هایی با مقدار رس زیاد به دلیل خلل و فرج زیاد و افزایش خاکدانه، جرم مخصوص ظاهری کاهش می‌یابد.

شاکرمی و رستمی‌نیا در سال ۱۳۹۶ به موضوع تغییرپذیری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شامل حداکثر میزان عمق، ماده آلی، CEC و جرم مخصوص ظاهری در موقعیت‌های مختلف زمین‌نما در اراضی دیم استان ایلام پرداختند و به این نتیجه رسیدند که قسمت‌های پایین شیب حداکثر میزان ماده آلی، میزان عمق و CEC و قله و شانه شیب بیشترین میزان جرم مخصوص ظاهری را دارا می‌باشد که علت فاحش خصوصیات خاک را می‌توان به تفاوت در میزان رطوبت مؤثر دریافتی و سرعت فرسایش و رسوب در این موقعیت‌ها نسبت داد.

مهاجری و همکاران در سال ۱۳۹۵ به بررسی تأثیر موقعیت‌های شیب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های واقع بر ردیف پستی و بلندی در منطقه دیلمان استان گیلان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که موقعیت‌های مختلف شیب به دلیل تفاوت در میزان رطوبت دریافتی، سرعت فرسایش و تجمع مواد خصوصیات متفاوتی را از خود نشان می‌دهند بدین صورت که موقعیت‌های پایین شیب شامل پا و پنجه دارای حداکثر پایداری خاکدانه، میزان کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، فسفر قابل جذب و نیتروژن کل، در حالی که جرم مخصوص ظاهری بر خلاف سایر پارامترها روند معکوس دارد و در موقعیت قله شیب بیشتر از موقعیت‌های پایین شیب بوده است.

اکو و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی خصوصیات خاک‌های روی شیب در جنگل‌های مرطوب جنوب نیجریه پرداختند و چنین گزارش کردند که با حرکت از قله به پنجه شیب میزان جرم مخصوص ظاهری کاهش می‌یابد.

عسگریان و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهش خود تحت عنوان تأثیر موقعیت شیب دامنه بر ویژگی‌های خاک در اراضی کشاورزی اطراف شهرستان ساری با هدف بررسی تغییرات ویژگی‌های خاک در دو شیب

از یک دامنه در اراضی کشاورزی با تعداد ۴۰ نمونه خاک به این نتیجه رسیدند که مقدار وزن مخصوص ظاهری در موقعیت پایین دامنه بیشتر از بالای دامنه می‌باشد.

اندرامی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش خود تحت عنوان تأثیر تغییر کاربری اراضی و موقعیت شیب بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جنوب شهرستان ساری با دو کاربری جنگل و زراعی (گندم) و پنج موقعیت شیب و در هر موقعیت با ۳ تکرار از عمق ۰-۲۰ سانتی متر نمونه‌برداری انجام گرفت. نتایج حاکی از آن بود که میزان وزن مخصوص ظاهری با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی افزایش یافت.

۲-۲-۵- جرم مخصوص حقیقی

علی جانپور شلمانی و همکاران (۱۳۹۱) در خاک‌های جنگل گیلان با هدف بررسی تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر پایداری خاکدانه با تعداد ۱۴۰ نمونه خاک از عمق ۰-۲۰ سانتی متری به صورت تصادفی نمونه‌برداری انجام دادند و نتایج آن‌ها حاکی از آن است که میزان پایداری ساختمان خاک با جرم مخصوص حقیقی رابطه عکس دارد در مناطقی که پایداری ساختمان خاک افزایش یابد از میزان جرم مخصوص حقیقی کاسته می‌شود.

نوبهار دیلمی و همکاران (۱۳۹۷) در منطقه لاهیجان به تأثیر موقعیت و جهت شیب بر برخی ویژگی‌های خاک در دو جهت شمالی و جنوبی و سه موقعیت شانه، پشت و پنجه شیب پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مقدار جرم مخصوص حقیقی با درصد رس و ماده آلی همبستگی منفی نشان داد، در موقعیت‌هایی که میزان ماده آلی افزایش پیدا کرده از میزان وزن مخصوص حقیقی کاسته شده است.

۲-۲-۶- تخلخل

در موقعیت‌های شیبی که تخلخل در آن زیاد است منافذ پر از ذرات ریز و درشت می‌باشند در نتیجه خلل و فرج زیاد و نفوذ آب به خاک کاهش می‌یابد و فرسایش خاک در این منطقه افزایش و باعث تخریب خاک می‌گردد.

گروی (۲۰۱۱) به مطالعه تأثیر جهت شیب بر خصوصیات خاک و نگهداری و ذخیره آب پرداخته است، نتایج پژوهش آن نشان داد که در شیب شمالی مقدار ۲۵ درصد بیشتر از شیب جنوبی نگهداشت آب داشته است که این اثر نکه داشت آب در خاک در شیب شمالی باعث افزایش ضخامت و عمق خاک در منطقه‌ی با خاک جنگلی در یویس آیداهو آمریکا شده است و در نهایت باعث افزایش تخلخل، افزایش مقدار مواد آلی و افزایش مقدار سیلت در شیب شمالی نسبت به جنوبی شده است.

۲-۲-۷- پایداری ساختمان خاکدانه

رضایی و گیکس (۲۰۰۵) که به بررسی اثر ویژگی‌های زمین نما و پوشش گیاهی بر شرایط فیزیکی خاک‌های مراتع پرداختند و چنین گزارش کردند که در موقعیت‌های قله و پنجه شیب و تا حدودی پای شیب به دلیل متراکم بودن پوشش گیاهی موجب حفظ بیشتر ماده آلی و رطوبت، افزایش پایداری ساختمان خاک و کاهش فرسایش شده است، در حالی که در شانه و پشت شیب به دلیل کمبود پوشش گیاهی، خرد شدن خاکدانه‌ها و تسریع اکسیداسیون و تجزیه مواد آلی، فرسایش خاک بیشتر می‌شود که با از بین رفتن این عوامل محافظتی خاک در مقابل فرسایش آسیب پذیرتر شده و ذرات حساس‌تر به فرسایش منتقل می‌شوند.

هم‌چنین جعفری و همکاران (۱۳۹۵) در برخی از اراضی استان خوزستان به تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات اجزا فیزیکی ماده آلی، رس قابل انتشار و پایداری خاکدانه در دو کاربری بکر و کشت شده و از دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متری در ۳ تکرار پرداختند و نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که بیشترین مقدار پایداری خاکدانه مربوط به کاربری نیشکر و کمترین مقدار در اراضی بکر مشاهده گردید، هم‌چنین بیان کردند که در مناطق بکر خاک با کیفیت بالایی ندارند اعمال مدیریت‌های صحیح زراعی از طریق ایجاد، امکان کشت و افزایش ماده آلی باعث افزایش خاکدانه‌سازی و کیفیت خاک می‌گردد. با وجود مطالعات متعدد انجام گرفته در داخل و خارج کشور در مورد اثر موقعیت و جهت شیب بر ویژگی‌های خاک، نظر به تنوع و گاهی تناقض میان نتایج گزارش شده، انجام پژوهش‌های مشابه در مناطق دیگر با شرایط اقلیمی و خاکی متفاوت ضروری می‌نماید. از این رو پژوهش حاضر با هدف اثر

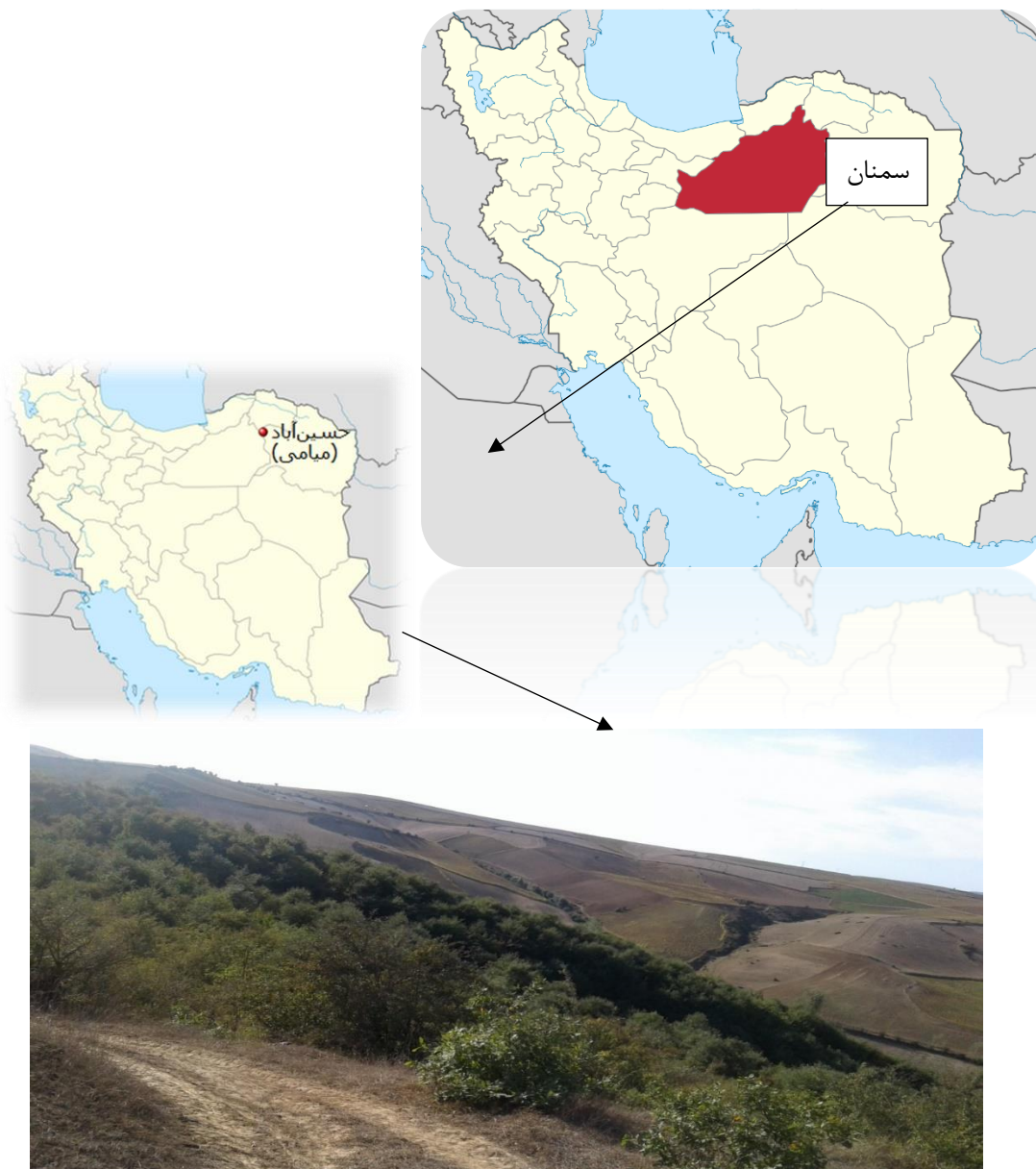
موقعیت و جهت شیب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه جنگلی کالپوش استان سمنان
به انجام رسید.

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

این پژوهش به منظور اثر جهت و موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و پایداری ساختمان خاک در منطقه جنگلی کالپوش استان سمنان در تیر ماه سال ۱۳۹۷ انجام گرفت. این منطقه در نزدیکی روستای حسین آباد در فاصله ۱۷۳ کیلومتری شهرستان شاهرود واقع شده است. منطقه مورد مطالعه در شمار مناطق نیمه خشک تا نیمه مرطوب قرار دارد و دارای زمستان‌های پر برف و یخبندان و تابستانی نسبتاً سرد می‌باشد. منطقه کالپوش به طور متوسط ۱۲۷۰ متر ارتفاع از سطح دریا دارد که موقعیت جغرافیایی آن ۳۶ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و ۵۶ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی می‌باشد. مساحت تقریبی جنگل‌های منطقه حدود ۱۰۰۰۰ هکتار است. این جنگل‌ها در شمال شرق شاهرود و در حوزه استحفاظی استان سمنان و آبریز شمالی (حوزه آبریز سد گلستان) واقع شده‌اند. پوشش طبیعی جنگل گونه‌هایی چون توسکا، افرا و زالزالک و چند گونه گیاهی دیگر می‌باشد. نکته قابل توجه آن است که در دهه‌های اخیر بخش‌های گسترده‌ای از پوشش گیاهی منطقه، توسط ساکنان بومی تخریب شده و در اغلب موارد کاربری جنگلی اراضی با کاربری‌هایی هم‌چون مرتع و یا کشت دیم گیاهان زراعی جایگزین شده است. هم‌چنین، در برخی مناطق، در نتیجه قطع برخی درختان، تراکم پوشش جنگلی به شدت کم شده و اراضی تحت پوشش جنگل‌های کم‌تراکم هستند. شکل ۳-۱ نمایی از منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱- منطقه مورد مطالعه

۳-۲- تهیه نمونه‌های خاک

برای انجام این پژوهش، نمونه‌برداری از منطقه جنگلی کالپوش استان سمنان انجام گرفت. ابتدا دو جهت اصلی (شیب رو به شمال و رو به جنوب) انتخاب و پنج بخش اصلی شیب، شامل قله، شانه، پشت، پا و پنجه شیب تفکیک گردید. لازم به توضیح است که معیار عددی دقیقی برای تفکیک بخش‌های مختلف شیب گزارش نشده است؛ از این رو، در پژوهش حاضر نیز هم‌چون مطالعات گذشته، تغییر شکل

ظاهری شیب (شدت شیب و نیز درجه تقعر یا تحدب شیب) ملاک جداسازی قسمت‌های مختلف شیب مد نظر قرار گرفت. سپس هر موقعیت به صورت طولی به سه قسمت در فاصله یک متر جدا و هر قسمت به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. در مجموع تعداد ۳۰ نمونه خاک (۱۵ نمونه در جهت شمالی و ۱۵ نمونه در جهت جنوبی) برداشت گردید. موقعیت جغرافیایی تمام این نقاط با دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (جی پی اس) ثبت شد. طول کل شیب مورد مطالعه حدود ۱۵۰ متر بوده است و گرچه درصد شیب در بخش‌های مختلف منطقه مورد مطالعه متفاوت بود اما به صورت تقریبی، شیب عمومی منطقه در حدود ۸ تا ۱۰ درصد بود.

برای نمونه‌برداری از خاک و با هدف اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندر، سیلندرهایی با طول و ارتفاع ۴ سانتی متر با چکش به داخل خاک فرو برده شدند. پس از پر شدن حجم سیلندرها از خاک، با کش و پارچه سیلندرها را بسته و در انتها همه نمونه‌ها به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی انتقال داده شدند. نمونه‌های خاک پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری برای انجام آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی شامل هدایت الکتریکی، واکنش خاک، ماده آلی، فسفر قابل دسترس، بافت خاک، رس قابل پراکنش، جرم مخصوص حقیقی و ظاهری و تخلخل آماده شدند. همچنین، برای انجام آزمایش پایداری ساختمان خاک نمونه‌ها در ابتدا از الک ۸ میلی‌متر و سپس از سری الک‌هایی با اندازه مشخص عبور داده شدند. برای اندازه‌گیری میزان فسفر قابل دسترس و ماده آلی در خاکدانه‌ها، ذرات خاک از الک تر و خشک جداگانه عبور داده شدند.

۳-۳- تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی انجام شده روی خاک‌ها

پس از آماده سازی نمونه‌های خاک، آزمایش‌های ذیل برای تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک برداشت شده از منطقه مورد مطالعه به انجام رسید.

۳-۳-۱- بافت خاک

ابتدا مقدار ۵۰ گرم خاک را توزین کرده و سپس ۵۰ میلی لیتر آب اکسیژنه و ۵۰ میلی لیتر کالگون به آن اضافه و نمونه را برای مدت ۱۰ دقیقه بر روی همزن برقی قرار داده و به داخل استوانه ۱۰۰۰ انتقال و به حجم رسانده شد و بعد از ۴ ساعت اندازه‌گیری مواد تشکیل دهنده خاک شامل رس، سیلت و شن انجام شد (جی، ۱۹۸۶).

$$\%Clay = \frac{M_{clay}}{M_{soil}} * 100$$

$$\%Sand = \frac{M_{sand}}{M_{soil}} * 100$$

$$\%Silt = 100 - (\%sand + \%clay)$$

۳-۳-۲- هدایت الکتریکی (EC)

برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی موجود در خاک ابتدا محلول سوسپانسیون با نسبت ۱:۲ تهیه و سپس به مدت یک ساعت بر روی شیکر قرار داده شد و پس از عبور از کاغذ صافی توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی قرائت شد (روادز، ۱۹۹۶).

۳-۳-۳- واکنش خاک (pH)

برای اندازه‌گیری واکنش خاک نیز ابتدا محلول سوسپانسیون ۱:۲ تهیه و به مدت یک ساعت بر روی شیکر قرار داده شد و بعد از عبور از کاغذ صافی توسط دستگاه pH متر قرائت گردید (کارتر و سیلکوز، ۱۹۹۱).

۳-۳-۴- رس قابل پراکنش (DC)

ابتدا ۴ گرم خاک را وزن و به محتوای آن ۳۰ میلی لیتر آب مقطر داخل فالكون افزوده و به مدت یک ساعت شیک انجام شد و پس از اتمام شیک کردن دو ساعت به حالت سکون قرار داده و در نهایت با

پیپت پنج میلی لیتر برداشته و داخل پتری ریخته و بعد از ۲۴ ساعت با قرار دادن در آون مقدار رس قرائت شد.

$$\text{رس قابل پراکنش} = \frac{\text{وزن رس}}{\text{وزن خاک اولیه}} * \frac{30}{5} * 100$$

۳-۳-۵- جرم مخصوص حقیقی

برای انجام این آزمایش ابتدا

۱- یک پیکنومتر را از آب جوشیده پر گردید (باید مطمئن شویم لوله کاپیلاری آن پر از آب باشد)

و سپس با درب وزن شد (m1).

۲- نیمی از آب پیکنومتر را خالی و با درب وزن شد (m2).

۳- حدود ۱۰ گرم خاک را وزن و داخل پیکنومتر ریخته شد (m3).

۴- پیکنومتر را حرارت و با آب جوش پر شد و سپس وزن گردید (m4).

$$\text{وزن خاک} = m3 - m2$$

$$\text{جرم آب جابه جا شده} = \text{وزن خاک} - (m4 - m1)$$

$$\text{جرم مخصوص حقیقی خاک} = \frac{\text{جرم آب جابه جا شده}}{\text{وزن خاک}}$$

۳-۳-۶- ماده آلی

ابتدا ۰/۵ گرم خاک (عبور داده از الک ۰/۰۵ میلی متر) وزن شد و سپس ۱۰ میلی لیتر محلول بی

کرومات پتاسیم و ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک به خاک داخل ارلن اضافه گردید، و سپس ۱۰۰ میلی

لیتر آب مقطر و ۱۰ قطره معرف ارتو فنانترولین به محتویات افزوده و با محلول نیم نرمال فرو آمونیوم

سولفات تا ظاهر شدن رنگ ارغوانی تیترا شد.

$$\%OC = \frac{(V_{\text{شاهد}} - V_{\text{اسید مصرفی}}) * N}{1000} * \text{equ} * \frac{100}{ms}$$

$$\%OM = 1.724 * OC$$

OC = درصد کربن آلی

N = نرمالیتته فرو سولفات آمونیوم

equ = اکی والان کربن آلی

ms = جرم خاک

OM = درصد ماده آلی

۳-۳-۷- فسر قابل دسترس

ابتدا ۰/۵ گرم خاک وزن و به آن ۱۰ میلی لیتر محلول بیکربنات سدیم نیم نرمال اضافه و به مدت نیم ساعت شیک شد و نمونه توسط کاغذ صافی صاف گردید (اگر عصاره رنگی شود باید ۰/۰۱ گرم کربن فعال به نمونه‌ها افزوده) سپس به آن ۲/۵ میلی لیتر عصاره و ۲/۵ میلی لیتر محلول مخلوط افزوده و نمونه‌ها پس از شیک کردن به مدت یک ساعت تا ظاهر شدن رنگ آبی به حالت سکون قرار داده شد و در نهایت با دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت گردید.

۳-۳-۸- جرم مخصوص ظاهری

به مقدار جرم خاک دست نخورده و کاملاً خشک (خشک شده در آون) در واحد حجم کل خاک گفته می‌شود (صالحی، ۱۳۸۹).

برای اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری از روش کر استاندارد استفاده شد بدین صورت که نمونه‌های خاک دست نخورده و در آون خشک شد و وزن خشک آن‌ها با ترازو تعیین شد و جرم مخصوص ظاهری طبق رابطه زیر محاسبه شد:

$$\rho_b = \frac{\text{جرم خاک خشک}}{\text{حجم کر}}$$

که در آن

وزن خاک خشک = وزن کر - (وزن کش + پارچه + کر خالی)

و برای اندازه گیری حجم کر از فرمول $A = \pi r^2 h$ و که در آن شعاع لوله و h ارتفاع لوله می باشد.

۳-۳-۹- پایداری خاکدانه

ابتدا مقدار ۵۰ گرم خاک عبور داده از الک ۸ میلی متر وزن و بر روی یک سری الکها به ترتیب (۴، ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۰۵۳) ریخته و خاکدانه ها به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه الک تر نوسان داده شدند. سپس الکها از آب بیرون کشیده و خاکدانه های باقی مانده روی هر سری الک در ظرف ریخته و در آن به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. سپس خاکدانه های باقی مانده روی الکها برای تعیین میزان شن و سنگریزه در الک مربوط به خود برگردانده و پایداری خاکدانه بر اساس میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه از رابطه های زیر بدست آمد (کمپر و روزینو، ۱۹۸۶).

$$MWD = \sum_{i=1}^n w_i \bar{x}_i$$

در این رابطه

$\bar{x}_i$: میانگین قطر خاکدانه های روی هر الک بر حسب میلی متر

w_i : نسبت وزن خاکدانه های روی هر الک به وزن کل خاکدانه های خاک، n : تعداد الک

$$GMD = \exp\left(\frac{\sum_{i=1}^n w_i \log \bar{x}_i}{\sum w_i}\right)$$

در معادله بالا نمایه های معادله همان تعاریف در MWD می باشد.

۳-۳-۱۰- تخلخل خاک

تخلخل به میزان فضای خالی درون یک جسم گفته می‌شود. برای اندازه‌گیری تخلخل با استفاده از جرم مخصوص حقیقی و ظاهری از فرمول زیر استفاده شد.

$$\text{تخلخل} = 1 - \text{جرم مخصوص ظاهری} / \text{جرم مخصوص حقیقی}$$

۳-۳-۱۱- کربنات کلسیم

به یک گرم خاک مقدار ۲۵ میلی لیتر اسید کلریدریک یک نرمال اضافه شد سپس به محتویات آن ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر و ۵ قطره فنل فتالئین افزوده و با سود یک نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیترا شد و درصد کربنات کلسیم از رابطه زیر بدست آمد.

$$\text{CaCO}_3 = ((A-B) * N * 5) / S$$

که در آن،

A = حجم سود مصرفی شاهد

B = حجم سود مصرفی نمونه

N = نرمالیت سود مصرفی S = وزن نمونه خاک

۳-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف بر روی خاک در موقعیت‌های مختلف شیب در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط نرم افزار Statistix 8 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین در سطح آماری پنج درصد به وسیله آزمون LSD انجام شد. رسم نمودار و جداول و ارائه نتایج توسط برنامه‌های Microsoft Office صورت گرفت.

فصل چہارم

نتیجہ و بحث

به منظور مقایسه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در جهت و موقعیت‌های شیب از آزمون آماری LSD در سطح ۵ درصد و برای نمایش پارامترها در هر موقعیت شیب از نمودار ستونی استفاده شد. این نمودارها نحوه توزیع داده‌ها را در هر جهت و موقعیت شیب نشان می‌دهد.

۴-۱-۱ اثر جهت و موقعیت شیب بر خصوصیات شیمیایی خاک

جدول ۴-۱ نتایج تجزیه واریانس برخی از خصوصیات شیمیایی خاک در جهت و موقعیت‌های مختلف شیب را نمایش می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۴-۱ مشاهده می‌شود اثر موقعیت و جهت شیب بر تمام خصوصیات شیمیایی مورد بررسی چون واکنش خاک، ماده آلی، فسفر قابل دسترس، کربنات کلسیم به جز فسفر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید.

جدول ۴-۱- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی خاک

میانگین مربعات						
منبع تغییر	درجه آزادی	هدایت الکتریکی	واکنش خاک	ماده آلی	کربنات کلسیم	فسفر
موقعیت شیب	۴	۰/۰۱**	۰/۱۷**	۶/۳۷**	۴۲/۹۱**	۱۹/۱۷**
جهت شیب	۱	۰/۰۰	۰/۰۵**	۱/۲۴**	۰/۱۴	۱۲/۵۱**
موقعیت*جهت	۴	۰/۰۰۴**	۰/۰۶**	۲/۸۲**	۳/۰۲**	۱/۲۴
خطا	۲۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۴	۰/۳۱	۱/۰۶
ضریب تغییرات		۸/۹۷	۱/۱۲	۸/۳۵	۲۰/۳۱	۱۰/۸۸

* معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ** معنی‌داری در سطح ۱ درصد.

۴-۱-۱-۱ اثر جهت و موقعیت شیب بر واکنش خاک (pH)

شکل ۴-۱ اثر جهت و موقعیت شیب بر تغییرات واکنش خاک را نشان می‌دهد. نتایج بررسی شده ۵ موقعیت شیب چنین نشان داد که خاک‌های واقع بر موقعیت شانه شیب شمالی حداکثر مقدار واکنش

خاک (۸/۱۷) را شامل می‌شوند و حداقل مقدار در خاک‌های روی شیب پستی جنوبی (۷/۷۳) اندازه‌گیری گردید. هم‌چنین موقعیت قله و پنجه شیب هم در جهت شمالی و هم جنوبی در مقدار واکنش خاک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و کمترین مقدار واکنش خاک را شامل می‌شوند. مقدار واکنش خاک ابتدا از قله به سمت پای شیب یک روند افزایش و در انتها در موقعیت پنجه شیب مقدار واکنش خاک کاهش می‌یابد.

اکو و همکاران (۲۰۱۰) به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان کردند که در موقعیت پنجه شیب مقدار اسیدپته خاک کاهش یافت. بر خلاف آن نتایج تسو و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که مقدار اسیدپته خاک در پای شیب نسبت به دیگر موقعیت‌ها بیشتر بوده است. هم‌چنین بین دو جهت شمالی و جنوبی بیشترین مقدار واکنش خاک مربوط به جهت شمالی می‌باشد. بر خلاف نتایج، زرینی بهادر و همکاران (۱۳۹۴) در گیلان چنین گزارش کردند که شیب جنوبی واکنش خاک بیشتری نسبت به شمالی دارا است.

یکی از دلایل پایین بودن واکنش خاک در پنجه و هم‌چنین قله شیب را می‌توان به پایین بودن کربنات کلسیم و بالا بودن مقدار کربن آلی نسبت داد. با توجه به شکل ۴-۵ میزان کربنات کلسیم در موقعیت شانه شیب بیشتر از پنجه شیب می‌باشد. بررسی ضرایب همبستگی پیرسون نشان داد که واکنش خاک با ماده آلی رابطه معکوس و با کربنات کلسیم رابطه مثبت و معنی‌دار در سطح پنج درصد دارد (جدول ۴-۲).

جدول ۴-۲- نتایج همبستگی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

	MWD	GMD	DC	Pb	Ps	F	Clay
MWD	۱	۰/۹۱**	-۰/۵۳**	-۰/۴۶*	-۰/۶۷**	-۰/۲۵	-۰/۰۱
GMD	۰/۹۱**	۱	-۰/۵۳**	-۰/۴۲*	-۰/۷۵**	-۰/۳۱	-۰/۱۰
DC	-۰/۵۳**	-۰/۵۳**	۱	۰/۵۶**	۰/۵۶**	۰/۳۸*	-۰/۰۲
Pb	-۰/۴۶*	-۰/۴۲*	۰/۵۶**	۱	۰/۵۰**	۰/۲۹	-۰/۳۸*
Ps	۰/۶۷**	-۰/۷۵**	۰/۵۶**	۰/۵۰**	۱	۰/۷۱**	-۰/۰۰
F	-۰/۲۵	-۰/۳۱	۰/۳۸*	۰/۲۹	۰/۷۱**	۱	۰/۰۳
Clay	-۰/۰۱	-۰/۱۰	-۰/۰۲	-۰/۳۸*	-۰/۰۰	۰/۰۳	۱
Sand	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۲۳	-۰/۶۱**
Silt	-۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۳۸*	۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۹۹**
pH	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۲۵	۰/۳۵	-۰/۲۸
EC	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۶	-۰/۱۷	۰/۲۶	۰/۶۲**	۰/۲۸
OM	۰/۲۳	۰/۳۰	۰/۰۲	-۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۳۷*	۰/۳۷*
P	۰/۴۱*	۰/۳۵	-۰/۰۶	-۰/۳۹*	-۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۳۶*
CaCO3	۰/۳۷*	۰/۳۷*	۰/۲۱	۰/۱۸	-۰/۰۵	۰/۲۵	-۰/۲۲

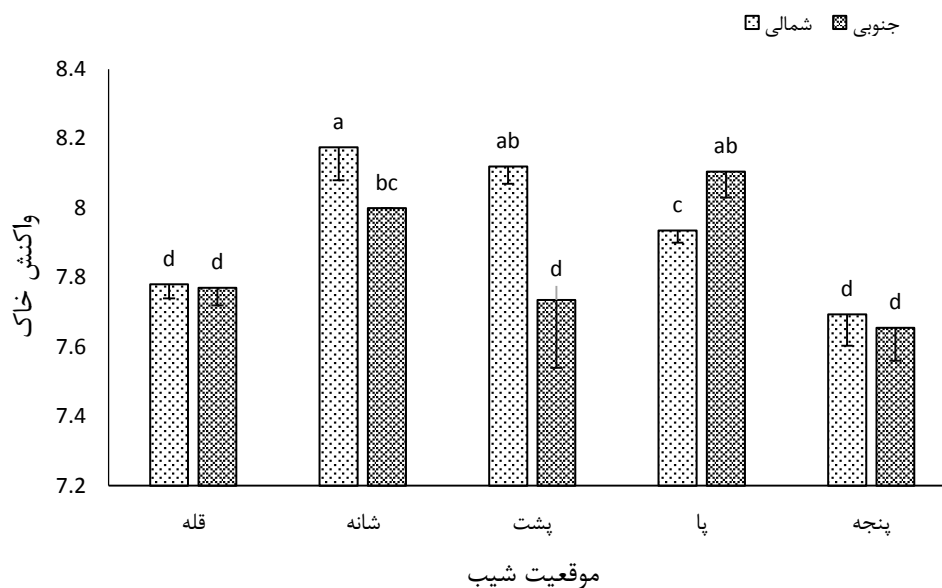
*معنی‌داری در سطح ۵ درصد. **معنی‌داری در سطح ۱ درصد

رس قابل پراکنش: DC، میانگین هندسی قطر خاکدانه: GMD، میانگین وزنی قطر خاکدانه: MWD

درصد تخلخل: F، جرم مخصوص حقیقی: Ps، جرم مخصوص ظاهری: Pb، فسفر قابل دسترس: P درصد آهک: CaCO3

جدول ۴-۳- ادامه جدول نتایج همبستگی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

	Sand	Silt	pH	EC	OM	P	CaCO3
MWD	۰/۲۴	-۰/۰۲۴	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۴۱*	۰/۳۷*
GMD	۰/۲۳	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۹	۰/۳۰	۰/۳۵	۰/۳۷*
DC	۰/۰۱	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۰۲	-۰/۰۶	۰/۲۱
Pb	۰/۲۷	۰/۳۸*	۰/۱۹	-۰/۱۷	-۰/۲۵	-۰/۳۹*	۰/۱۸
Ps	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۰۶	-۰/۱۳	-۰/۰۵
F	۰/۲۳	-۰/۰۲	۰/۳۵	۰/۶۲**	۰/۳۷*	۰/۱۴	۰/۲۵
Clay	-۰/۶۱**	-۰/۹۹**	-۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۳۷*	۰/۳۶*	-۰/۲۲
Sand	۱	۰/۵۵**	۰/۲۰	-۰/۰۰	-۰/۱۸	-۰/۲۳	۰/۳۵
Silt	۰/۵۵**	۱	۰/۲۶	-۰/۳۰	-۰/۳۸*	-۰/۳۸*	۰/۱۷
pH	۰/۲۰	۰/۲۶	۱	۰/۲۸	-۰/۰۱	۰/۱۰	۰/۴۱*
EC	-۰/۰۰	۰/۳۰	۰/۲۸	۱	۰/۷۲**	۰/۶۱**	۰/۴۳*
OM	-۰/۱۸	-۰/۳۸*	-۰/۰۱	۰/۷۲**	۱	۰/۴۹**	۰/۱۶
P	-۰/۲۳	-۰/۳۸*	۰/۱۰	۰/۶۱**	۰/۴۹**	۱	۰/۴۵*
CaCO3	۰/۳۵	۰/۱۷	۰/۴۱*	۰/۴۳*	۰/۱۶	۰/۴۵*	۱



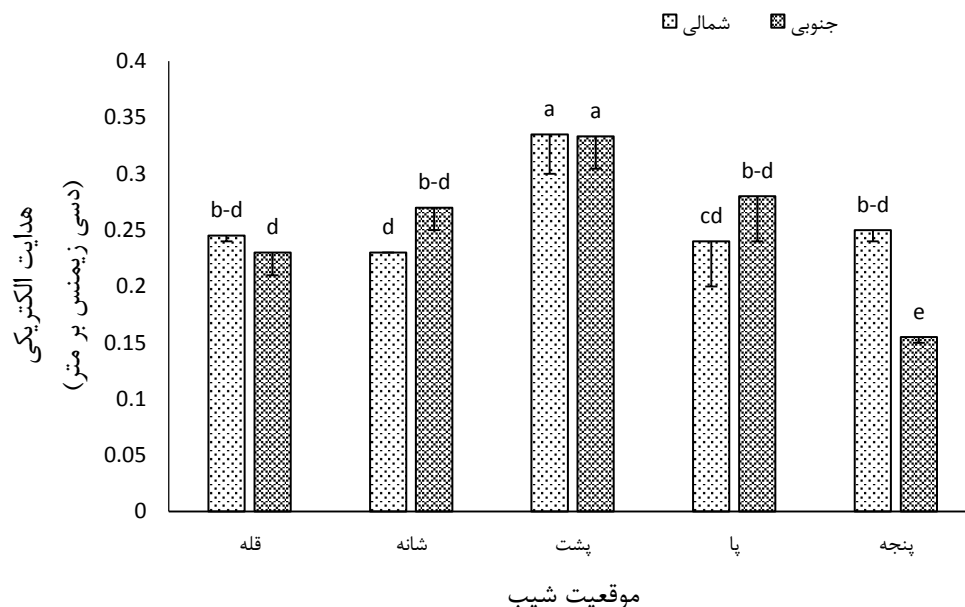
شکل ۴-۱- اثر جهت و موقعیت شیب بر واکنش خاک

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

۴-۱-۲- اثر جهت و موقعیت شیب بر هدایت الکتریکی

با توجه به جدول ۴-۱ تأثیر موقعیت شیب بر هدایت الکتریکی در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید ولی در جهت شیب در سطح یک و پنج درصد معنی دار نگردید، همچنین اثر متقابل جهت و موقعیت مختلف شیب بر مقدار هدایت الکتریکی در سطح احتمال یک درصد معنی دار نگردید. شکل ۴-۲ اثر جهت و موقعیت شیب بر هدایت الکتریکی خاک را نشان می دهد. نتایج بدست آمده نشان داد که خاک های واقع بر موقعیت پشت شیب و جهت جنوبی حداکثر مقدار هدایت الکتریکی (۰/۳۵ دسی زیمنس بر متر) و پنجه شیب جنوبی حداقل مقدار هدایت الکتریکی (۰/۱۵ دسی زیمنس بر متر) را دارا می باشد. همانطور که مشاهده می گردد از قله به سمت پشت شیب ابتدا یک روند افزایشی و سپس به سمت پنجه شیب یک روند کاهشی در مقدار هدایت الکتریکی وجود دارد. معمولاً بارندگی زیاد در یک منطقه باعث شست و شوی املاح و در نتیجه کاهش هدایت الکتریکی خاک می گردد (ملکی و همکاران،

۱۳۹۱). همچنین بین موقعیت شیب پستی در جهت شمالی و جنوبی تفاوت معنی داری وجود ندارد. یکی از دلایل بالا بودن هدایت الکتریکی در موقعیت پشت شیب، افزایش کربن آلی، معدنی شدن مواد آلی و آزاد سازی املاح محلول می باشد. گریگوریخت و همکاران (۱۹۹۴) دلیل افزایش هدایت الکتریکی را در موقعیت شیب پستی به دلیل بالا بودن مقدار ماده آلی در این موقعیت بیان کردند که معدنی شدنشان سبب افزایش مقدار شوری خاک می گردد. همچنین می توان بیان کرد که دلیل افزایش هدایت الکتریکی در موقعیت شیب پستی احتمالا تجمع املاح شسته شده و انتقال یافته از موقعیت های بالای شیب می باشد (توکلی و همکاران، ۱۳۸۷).



شکل ۴-۲- اثر جهت و موقعیت شیب بر هدایت الکتریکی

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

۴-۱-۳- اثر جهت و موقعیت شیب بر ماده آلی

مواد آلی یکی از مهم ترین عوامل مؤثر بر کیفیت خاک محسوب می شوند. اولین عامل تعیین تغییرات مواد آلی، تغییر اقلیم و دومین عامل کنترل کننده آن توپوگرافی می باشد (وانگ، ۲۰۰۹). با توجه به جدول ۴-۱ مقدار ماده آلی در سطح احتمال یک درصد در جهت و موقعیت شیب معنی دار است. شکل

۳-۴ اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد ماده آلی را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که حداکثر مقدار ماده آلی در موقعیت پشت شیب و در جهت جنوبی (۴/۷۹ درصد) و حداقل آن شامل موقعیت پنجه شیب و در جهت جنوبی (۰/۶۲ درصد) است و تغییرات آن به این شکل است که از قله به سمت پشت روند افزایشی و سپس کاهشی مشاهده می‌شود. هم‌چنین مشاهده می‌شود که موقعیت‌هایی با شیب مقعر بیشترین تجمع ماده آلی را نسبت به موقعیت‌های محدب شیب به دلیل افزایش فرسایش در این موقعیت‌ها دارا می‌باشند.

هم‌چنین نتایج نشان داد که جهت جنوبی نسبت به شمالی بیشترین مقدار ماده آلی را دارا است. یکی از دلایل آن در منطقه کالپوش در شیب جنوبی میزان بارش بیشتر از تبخیر و تعرق می‌باشد در نتیجه میزان رطوبت خاک افزایش یافته و چون شیب رو به جنوب اشعه مستقیم خورشید بیشتری را دریافت می‌کند، حرارت نیز افزایش می‌یابد در نتیجه در شیب جنوبی فاکتور حرارت و رطوبت بیشتری وجود دارد که سبب تراکم بیشتر پوشش گیاهی، افزایش میزان ماده آلی و تجزیه مواد و فرایندهای خاکسازی با سرعت بیشتری شکل می‌گیرد.

سیداری و همکاران (۲۰۰۸) و پژند و همکاران (۱۳۹۴) در جنوب ایتالیا به دلیل دریافت انرژی خورشیدی بیشتر در شیب جنوبی در مقایسه با شیب شمالی بیان کردند که شیب جنوبی میزان ماده آلی بیشتری را نسبت به شمالی دارا است. بر خلاف آن بیگم و همکاران (۲۰۱۰)، بیات و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که شیب شمالی به دلیل افزایش رطوبت و نگهداشت آب بیشترین مقدار ماده آلی را دارا است.

و هم‌چنین دلایل افزایش ماده آلی در موقعیت شیب پستی نسبت به دیگر موقعیت‌ها:

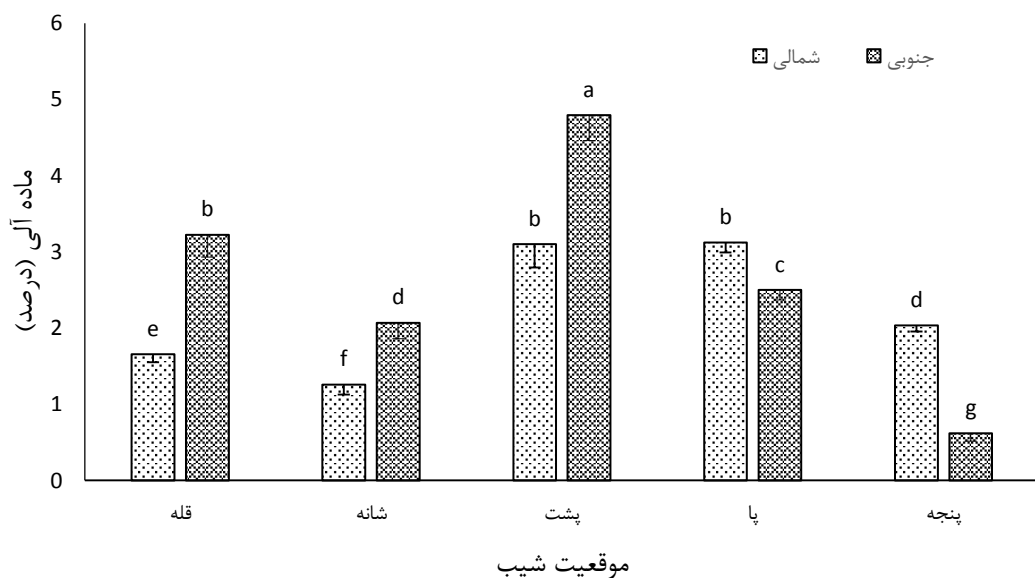
کم شیب و مسطح بودن زمین در موقعیت شیب پستی که با کاهش شیب فرایندهای فرسایش با شدت کمتری به وقوع پیوسته در نتیجه میزان کربن آلی در این موقعیت بیشتر است ولی موقعیت شانه شیب به دلیل شیب زیاد باعث فرسایش و انتقال ماده آلی می‌گردد (هتر و همکاران، ۲۰۱۰).

دلیل دیگر کاهش ماده آلی در موقعیت شانه و پنجه شیب کاهش تجمع درختان در طول شیب است. کاهش تجمع درختان باعث کاهش بازگشت مجدد بقایای گیاهی و لاشبرگ‌ها به خاک می‌گردد. در نتیجه مقدار ماده آلی در افق سطحی شانه و پنجه شیب کمتر از دیگر موقعیت‌ها می‌گردد. بالعکس در شیب پستی تراکم پوشش گیاهی و افزایش حجم زیاد ریشه‌ها باعث افزایش میزان ماده آلی گردیده است (چن و همکاران، ۱۹۹۷).

بر خلاف نتایج به دست آمده در این تحقیق، تسو و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که در قله شیب مقدار ماده آلی خاک نسبت به دیگر موقعیت‌های شیب بیشتر است.

بررسی نتایج ضرایب همبستگی پیرسون در جهت و موقعیت‌های مختلف شیب نشان داد که درصد ماده آلی با میزان رس رابطه مستقیم و با درصد کربنات کلسیم رابطه عکس دارند (جدول ۴-۲). وانگ و همکاران (۲۰۱۰) ارتباط مثبت و معنی‌داری بین ماده آلی با درصد رس در اراضی شیب‌دار شمال چین گزارش کردند.

هم‌چنین کربنات کلسیم از عوامل مؤثر در تعیین میزان ماده آلی است در مناطقی که درصد کربنات کلسیم افزایش یابد خاک از نظر میزان ماده آلی فقیر است زیرا کربنات کلسیم در مناطقی که میزان بارندگی و پوشش گیاهی زیاد نباشد تجمع می‌یابد.



شکل ۴-۳- اثر جهت و موقعیت شیب بر ماده آلی

۴-۱-۴- اثر جهت و موقعیت شیب بر فسفر قابل دسترس

همانطور که در جدول تجزیه واریانس ۴-۱ مشاهده می‌شود، تأثیر موقعیت شیب بر فسفر قابل دسترس در سطح ۱ درصد و جهت شیب در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید ولی اثر متقابل جهت و موقعیت شیب بر مقدار فسفر معنی‌دار نگردید.

شکل ۴-۴- اثر جهت شیب بر فسفر قابل دسترس را نشان می‌دهد، حداکثر مقدار فسفر در جهت رو به جنوب (۱۰/۱۳ میلی گرم بر کیلوگرم) و حداقل مقدار فسفر در جهت رو به شمال (۸/۸۴ میلی گرم بر کیلوگرم) می‌باشد.

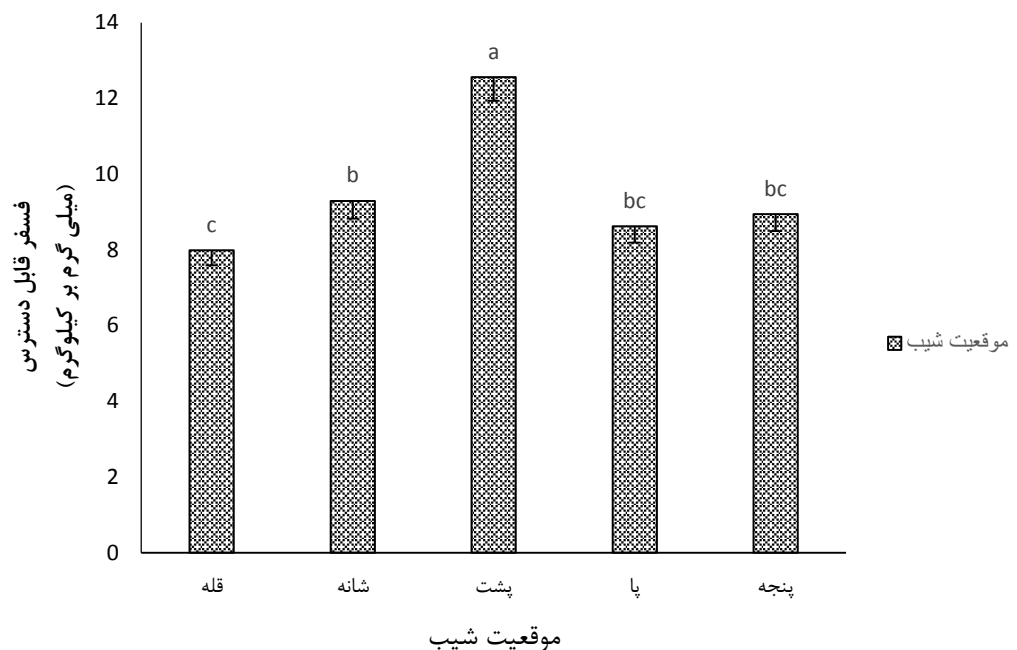


شکل ۴-۴- اثر جهت شیب بر فسفر قابل دسترس

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان‌دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

شکل ۴-۵- اثر موقعیت شیب بر فسفر قابل دسترس را نشان می‌دهد، حداکثر مقدار فسفر در موقعیت پشت شیب (۱۲/۵۶ میلی گرم بر کیلوگرم) و حداقل مقدار آن در موقعیت قله شیب (۷/۹۹ میلی گرم بر کیلوگرم) می‌باشد. در ابتدای شیب (قله شیب) به دلیل افزایش مقدار فرسایش خاک مقدار فسفر قابل دسترس کاهش یافته و سپس در موقعیت پشت شیب به دلیل کم بودن مقدار آن افزایش و سپس در موقعیت پا و پنجه شیب مقدار آن کاهش یافته و همچنین بین دو موقعیت پا و پنجه شیب

از نظر مقدار فسفر قابل دسترس تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. با توجه به جدول همبستگی ۲-۴ نشان داد که مقدار فسفر قابل دسترس با ماده آلی و میزان رس رابطه مثبت و معنی‌دار و با میزان جرم مخصوص ظاهری رابطه معکوس دارد.



شکل ۴-۵- اثر موقعیت شیب بر فسفر قابل دسترس

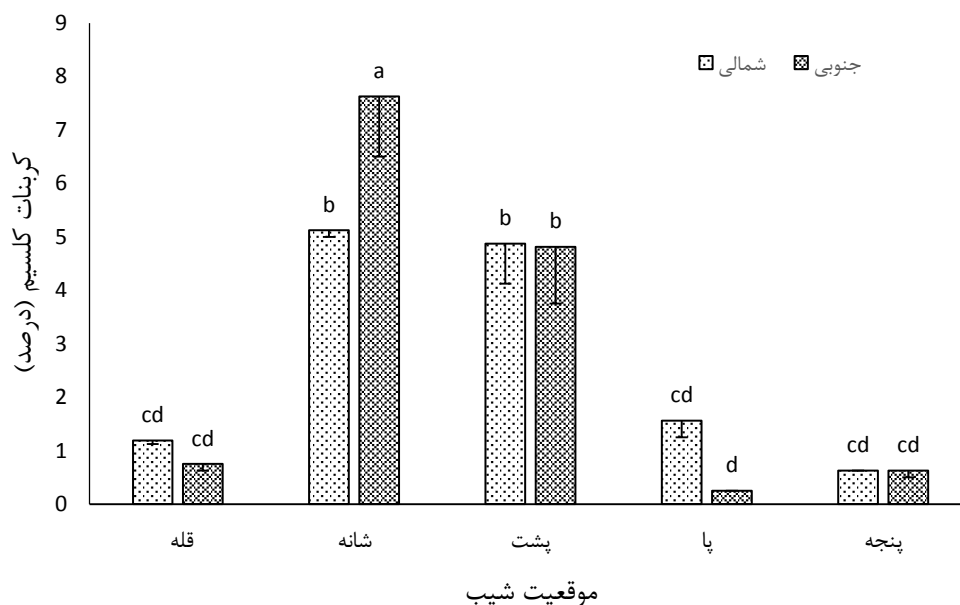
وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان‌دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

۴-۱-۵- اثر جهت و موقعیت شیب بر کربنات کلسیم

با توجه به جدول ۴-۱ تأثیر موقعیت شیب بر درصد کربنات کلسیم در سطح یک درصد معنی‌دار گردید و همچنین اثر متقابل جهت و موقعیت شیب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. شکل ۴-۶ اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد کربنات کلسیم خاک را نشان می‌دهد. با توجه به شکل حداکثر میزان کربنات کلسیم مربوط به خاک‌های واقع شده بر موقعیت شانه شیب جنوبی (۷/۶۲ درصد) و

حداقل مقدار آن مربوط به موقعیت پای شیب جنوبی (۰/۲۵ درصد) می‌باشد و همچنین نتایج نشان داد که بین موقعیت قله، پشت و پنجه شیب در دو جهت شمالی و جنوبی از نظر مقدار کربنات کلسیم تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، و می‌توان بیشترین مقدار کربنات کلسیم را به جهت جنوبی نسبت داد. همانطور که مشاهده می‌شود در بین ۵ موقعیت شیب مورد بررسی از قله به سمت شانه شیب یک روند افزایشی در مقدار کربنات کلسیم مشاهده می‌شود و سپس به سمت پا و پنجه شیب روند کاهشی مشاهده می‌گردد که دلیل افزایش میزان کربنات کلسیم در شانه شیب می‌توان به شیب زیاد و فرسایش شدید خاک در این موقعیت، در نتیجه ظهور خاک زیرین غنی از کربنات کلسیم در این موقعیت نسبت داد.

اوزتاس و همکاران (۲۰۰۳) دلیل کاهش مقدار کربنات کلسیم در موقعیت پا و پنجه شیب را، دریافت آب اضافی از موقعیت‌های بالای شیب که باعث شست و شوی کربنات کلسیم از لایه‌های سطحی و نفوذ آن به لایه‌های عمقی خاک می‌شود، نسبت دادند.



شکل ۴-۶- اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد کربنات کلسیم

۴-۲- اثر جهت و موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکی خاک

جدول ۴-۳ نتایج تجزیه واریانس اثر جهت و موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکی خاک نشان می‌دهد که در ادامه به توضیح آن‌ها پرداخته خواهد شد.

جدول ۴-۴ نتایج تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی خاک

منبع تغییر	درجه آزادی	Clay	Sand	Silt	DC	MWD	GMD	pb	ps	F
موقعیت	۴	۱۱۹/۸۷**	۰/۳۹**	۱۰۸/۷۹**	۱۴/۶۸**	۱/۵۲**	۰/۰۶**	۰/۰۱**	۰/۰۷**	۷۳/۰۸**
جهت	۱	۳۰/۹۳	۰/۲۴*	۳۰/۰۷	۲۰/۸**	۶/۵۸**	۰/۴۶**	۰/۰۱**	۱/۲۷**	۵۴۶/۲۶**
P*A	۴	۳/۲۸	۰/۳۰**	۲/۵۳	۱/۵۱	۰/۳۹**	۰/۰۱**	۰/۰۱**	۰/۰۰	۶۹/۸۳**
خطا	۲۰	۲۰/۰۳	۰/۰۴	۱۹/۸۵	۰/۵۹	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰/۴۲
ضریب تغییرات		۲۸	۱۹/۹۷	۵/۳۸	۲۵/۰۶	۷/۳۰	۲/۴۹	۴/۶۱	۴/۱۳	۵/۴۲

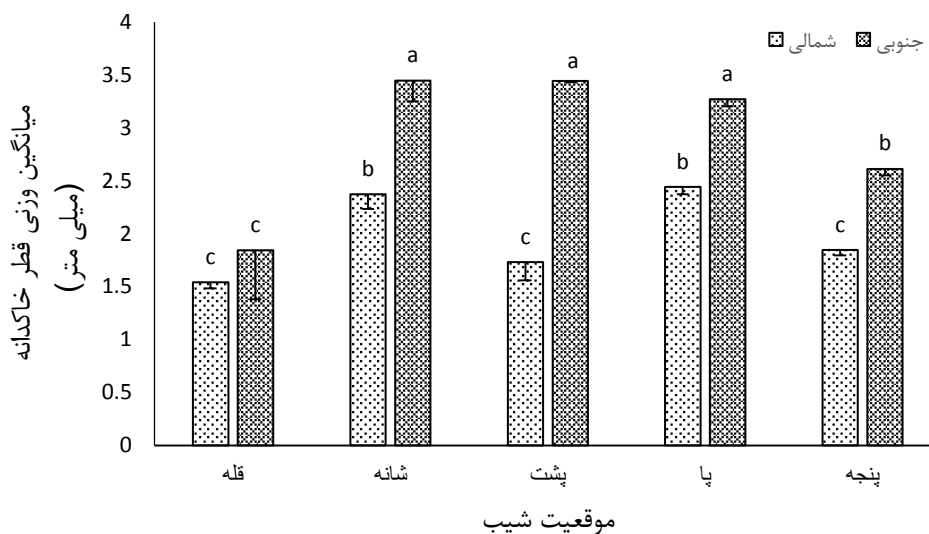
* معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ** معنی‌داری در سطح ۱ درصد

۴-۲-۱- اثر جهت و موقعیت شیب بر میانگین وزنی قطر خاکدانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۳) خصوصیات فیزیکی، میانگین وزنی قطر خاکدانه نشان داد که تأثیر جهت و موقعیت شیب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. شکل ۴-۷ اثر جهت و موقعیت شیب بر میانگین وزنی قطر خاکدانه را نشان می‌دهد.

نتایج نشان داد که میانگین وزنی قطر خاکدانه در جهت و موقعیت‌های مختلف شیب تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۴-۳). شانه و پشت شیب جنوبی دارای حداکثر (۳/۴۴) میلی‌متر و قله شیب شمالی دارای حداقل (۱/۴۴) میلی‌متر میانگین وزنی قطر خاکدانه بودند. همچنین بین موقعیت شانه، پشت و پا در جهت جنوبی و قله، پشت و پنجه شیب در جهت شمالی از نظر مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. یکی از دلایل افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه در موقعیت پشت شیب بالا بودن ماده آلی و مقدار رس در این موقعیت می‌باشد. این پارامتر در پای شیب بیشتر از قله و پشت شیب مشاهده شد، که در ابتدا روند افزایشی و در انتها روند کاهشی را دارا بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود در تمام موقعیت‌های شیب مورد بررسی حداکثر مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه مربوط به جهت جنوبی است. بررسی ضریب همبستگی پیرسون نشان داد

که میانگین وزنی قطر خاکدانه با ماده آلی و واکنش خاک و مقدار فسفر رابطه مثبتی دارد (جدول ۴-۲). ناهیدان و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند که ماده آلی با پایداری خاکدانه رابطه مثبت و مستقیمی دارد و همچنین ماده آلی به عنوان عامل سیمانی کننده در پایداری ساختمان خاکدانه نقش دارد.



شکل ۴-۷- اثر جهت و موقعیت شیب بر میانگین وزنی قطر خاکدانه

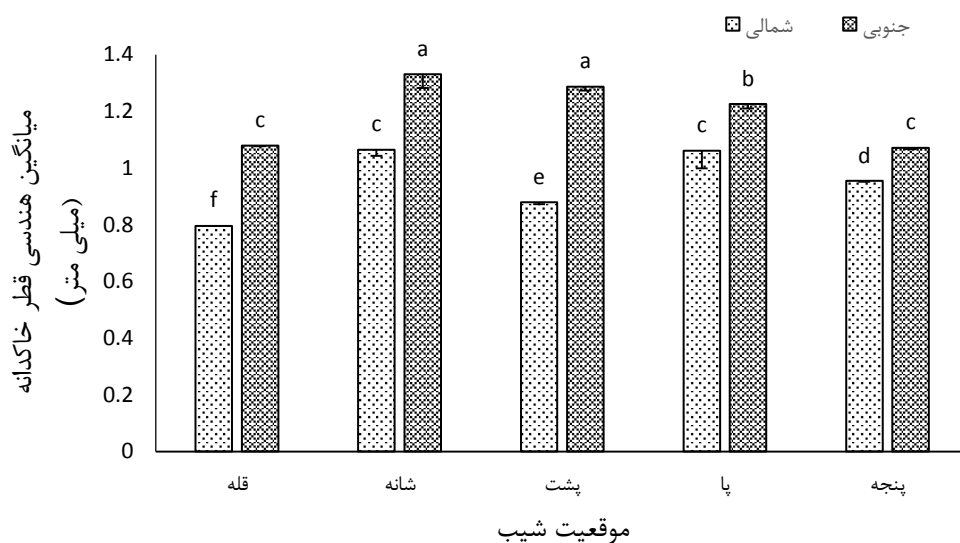
وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

۴-۲-۲- اثر جهت و موقعیت شیب بر میانگین هندسی قطر خاکدانه

جدول تجزیه واریانس ۳-۴ نشان می دهد که میانگین هندسی قطر خاکدانه در جهت و موقعیت شیب در سطح احتمال یک درصد دارای تفاوت معنی دار است. نتایج اثر جهت و موقعیت شیب بر میانگین هندسی قطر خاکدانه در شکل ۴-۸ نشان می دهد که حداکثر مقدار میانگین هندسی قطر خاکدانه در موقعیت شانه و پشت شیب جنوبی (۱/۲۳ میلی متر) و حداقل آن بر خاک های واقع شده روی قله شیب شمالی (۰/۷۹ میلی متر) می باشد. پشت شیب به دلیل کم شیب بودن نسبت به دیگر موقعیت های

شیب، عامل تجمع مواد از مناطق بالا دست می‌باشد، زیرا در موقعیت شانه شیب مقدار فرسایش خاک زیاد بوده در نتیجه خاک‌ها با مواد آلی به پشت شیب انتقال و در آنجا تجمع می‌یابند.

جدول ضریب همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که رابطه مثبت و معنی‌داری بین میانگین هندسی قطر خاکدانه با مقدار ماده آلی و فسفر و واکنش خاک وجود دارد (جدول ۴-۲).



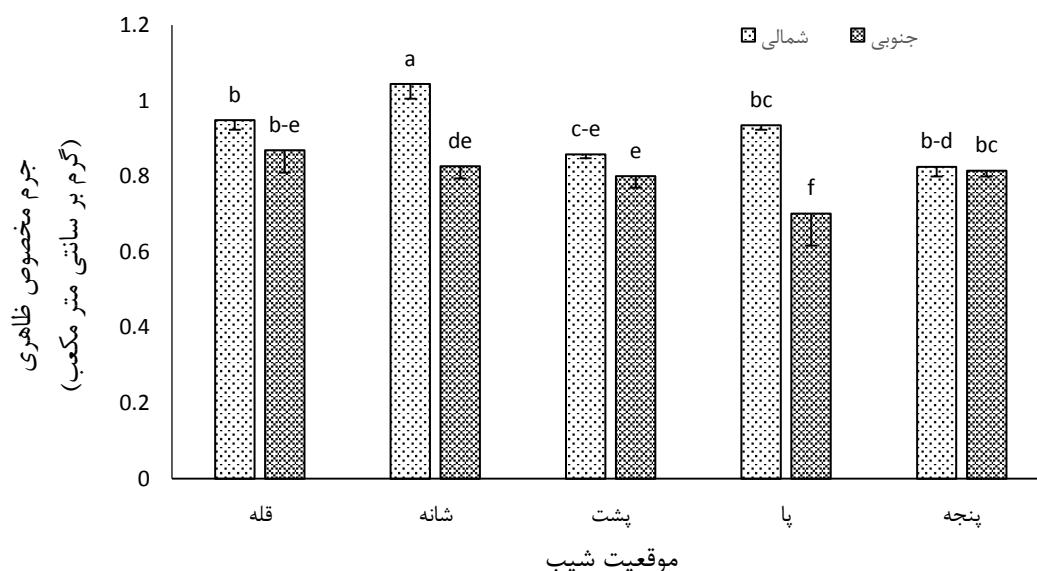
شکل ۴-۸- اثر جهت و موقعیت شیب بر میانگین هندسی قطر خاکدانه

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان‌دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

۴-۲-۳- اثر جهت و موقعیت شیب بر جرم مخصوص ظاهری

با توجه به جدول ۴-۳ جرم مخصوص ظاهری در جهت و موقعیت‌های مختلف شیب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. همانطور که در شکل ۴-۹ نشان می‌دهد بین تمام اجزای شیب حداکثر مقدار مربوط به موقعیت شانه شیب شمالی ($1/04$ گرم بر سانتی متر مکعب) و حداقل مقدار مربوط به پای شیب جنوبی ($0/7$ گرم بر سانتی متر مکعب) بوده است. علت پایین بودن جرم مخصوص در موقعیت پشت، پا و پنجه شیب و بالا بودن آن در شانه شیب به دلیل بالا بودن ماده آلی در این موقعیت شیب

است که با نتایج پاپیرنیک و همکاران (۲۰۰۹) هم‌خوانی دارد. هم‌چنین بین دو شیب شمالی و جنوبی بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری مربوط به جهت شمالی است که توکلی و همکاران (۱۳۸۷) نیز به نتایج مشابه دست یافتند. هم‌چنین، نتایج پژوهش کاکه (۱۳۹۴) نیز گویای آن بود که به دلیل شرایط تشدیدکننده فرسایش خاک در شیب جنوبی و در نتیجه تکامل کمتر خاک در این جهت از شیب، مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در مقایسه با شیب شمالی کمتر است. با توجه به جدول همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که جرم مخصوص ظاهری با مقدار ماده آلی و فسفر رابطه معکوس دارد (جدول ۴-۲).



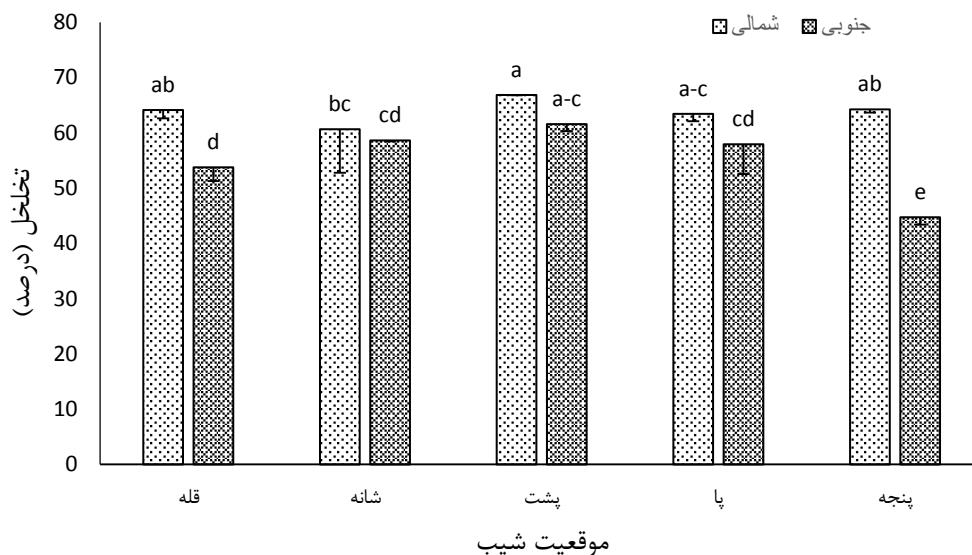
شکل ۴-۹- اثر جهت و موقعیت شیب بر جرم مخصوص ظاهری

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان‌دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

۴-۲-۴- اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد تخلخل

جدول ۴-۳ نتایج تجزیه واریانس درصد تخلخل در جهت و موقعیت‌های مختلف شیب را نشان می‌دهد همانطور که مشاهده می‌شود درصد تخلخل در سطح احتمال یک درصد در جهت و موقعیت شیب معنی‌دار گردید.

شکل ۴-۱۰ اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد تخلخل خاک را نشان می‌دهد نتایج نشان داد که در موقعیت پشت شیب شمالی حداکثر میزان تخلخل (۶۶/۸۴ درصد) و حداقل تخلخل در پنجه جنوبی (۴۴/۷۴ درصد) است. که نتایج حاکی از آن است که جهت شمالی بیشترین مقدار تخلخل را شامل شده است. مقدار تخلخل خاک از قله به سمت پا و پنجه شیب افزایش یافته است. با توجه به جدول همبستگی (جدول ۴-۲) مشاهده گردید که درصد تخلخل با میزان ماده آلی و درصد رس رابطه مستقیمی دارد و دلیل بالا بودن میزان تخلخل در پشت شیب را می‌توان به دلیل بالا بودن میزان رس و ماده آلی در این موقعیت نسبت داد.



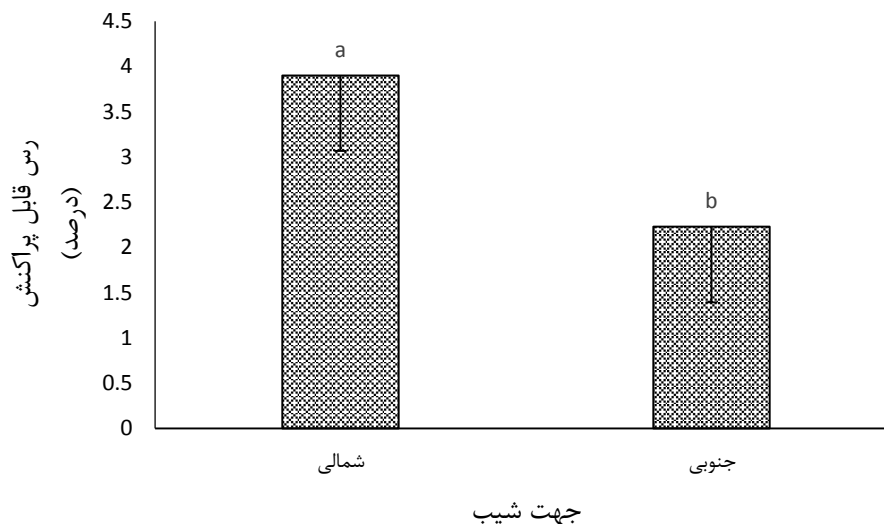
شکل ۴-۱۰- اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد تخلخل

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان‌دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

۴-۲-۵- اثر جهت و موقعیت شیب بر رس قابل پراکنش

جدول ۴-۳ نتایج تجزیه واریانس اثر جهت و موقعیت شیب بر رس قابل پراکنش را نشان می‌دهد، نتایج حاکی از آن است که اثر جهت شیب در سطح یک درصد و موقعیت شیب نیز در سطح یک درصد معنی‌دار گردید اما اثر متقابل جهت و موقعیت شیب معنی‌دار نگردید.

شکل ۴-۱۱- اثر جهت شیب بر رس قابل پراکنش را نشان می‌دهد که حداکثر مقدار رس قابل پراکنش مربوط به جهت رو به شمال (۳/۹ درصد) و حداقل مقدار مربوط به جهت رو به جنوب (۲/۲۳ درصد) می‌باشد. دلیل کاهش رس قابل پراکنش در جهت جنوبی به دلیل بالا بودن میزان ماده آلی در این جهت شیب است.

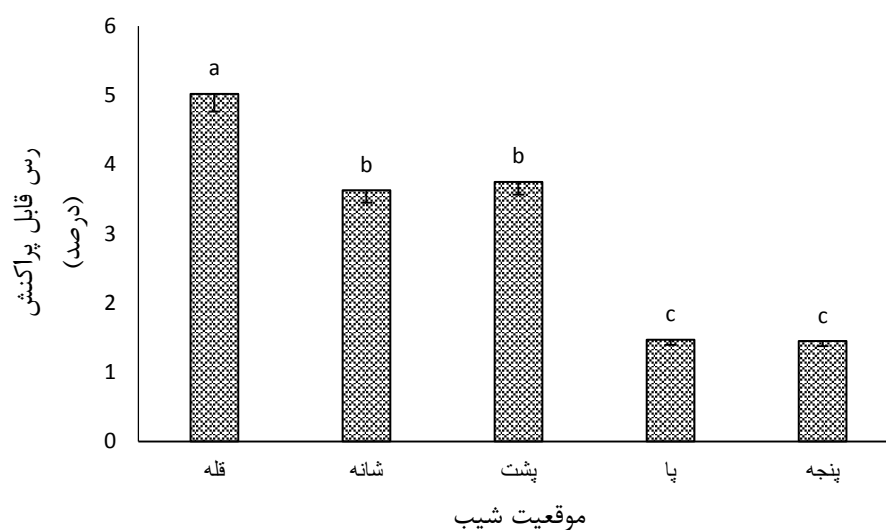


شکل ۴-۱۱- اثر جهت شیب بر رس قابل پراکنش

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان‌دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

شکل ۴-۱۲- اثر موقعیت شیب بر رس قابل پراکنش را نشان می‌دهد. حداکثر مقدار مربوط به خاک‌های واقع بر موقعیت قله شیب (۵/۰۲ درصد) و حداقل مربوط به موقعیت پهنه شیب (۱/۴۵ درصد) بوده است. در بین موقعیت‌های مختلف شیب از نظر مقدار رس قابل پراکنش از قله شیب به سمت پهنه شیب روند کاهشی مشاهده می‌گردد.

دلیل افزایش رس قابل پراکنش در موقعیت قله شیب می‌توان به عامل فرسایش خاک نسبت داد زیرا میزان فرسایش خاک در موقعیت قله شیب نسبت به دیگر موقعیت‌های شیب بیشتر است در نتیجه مقدار رس قابل پراکنش نیز افزایش یافته و دیگر دلیل آن را می‌توان به پایین بودن میزان رس و ماده آلی در این موقعیت نسبت داد.



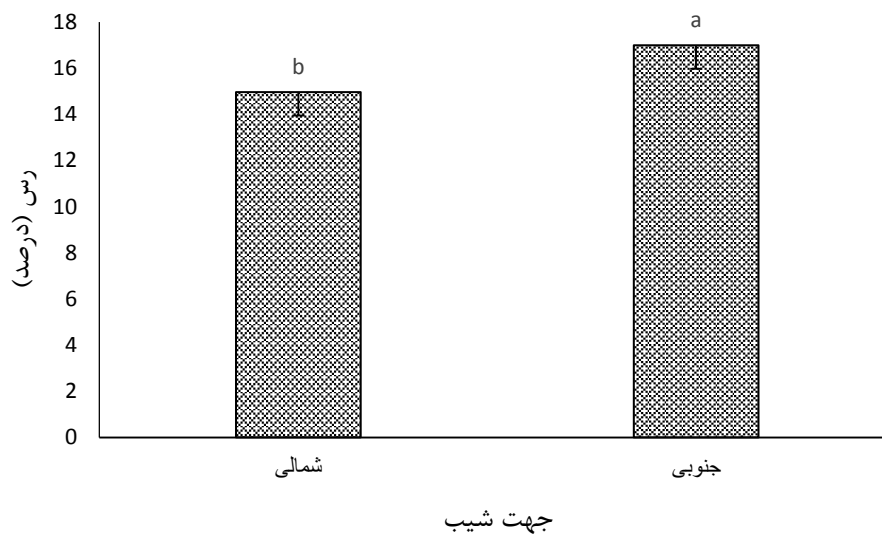
شکل ۴-۱۲- اثر موقعیت شیب بر رس قابل پراکنش

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

۴-۲-۶- اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد رس

جدول ۴-۳ نتایج تجزیه واریانس اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد رس در سطح احتمال پنج درصد را نشان داد، اثر موقعیت شیب بر درصد رس در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید اما اثر متقابل جهت و موقعیت شیب معنی دار نگردید.

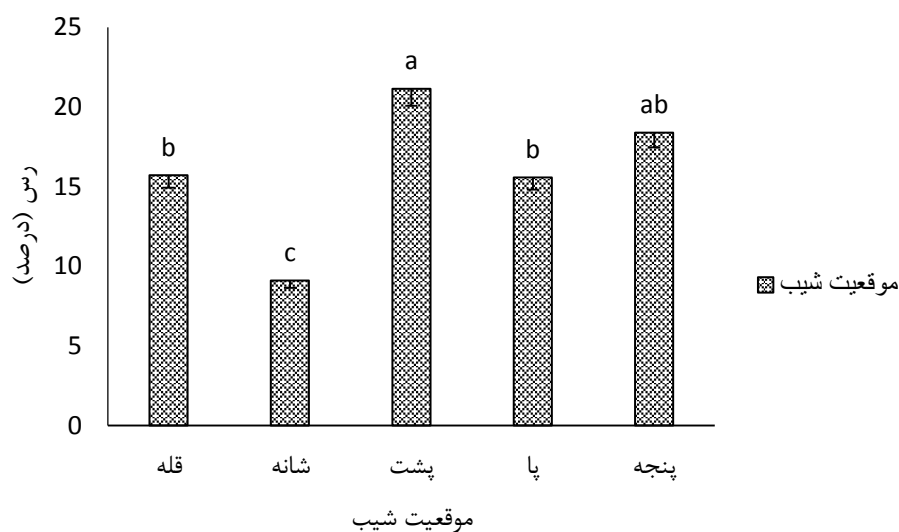
با توجه به شکل حداکثر مقدار رس در شیب رو به جنوب (۱۷ درصد) و حداقل مقدار مربوط به خاک های واقع شده بر جهت رو به شمال (۱۴/۹۷ درصد) می باشد.



شکل ۴-۱۳- اثر جهت شیب بر درصد رس

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

شکل ۴-۱۴ اثر موقعیت شیب بر مقدار رس را نشان می دهد. حداکثر مقدار رس مربوط به موقعیت پشت شیب (۲۱/۱۴ درصد) و حداقل مقدار مربوط به موقعیت شانه شیب (۹/۱ درصد) می باشد. مقدار رس در موقعیت قله شیب به دلیل فرسایش خاک و ظهور ذرات درشت تر خاک کاهش یافته ولی در موقعیت پشت شیب به دلیل شست و شو مواد از مناطق بالا دست و تجمع آن ها در این موقعیت شیب مقدار رس افزایش و سپس در موقعیت پا و پنجه مقدار رس کاهش یافته است. بین (۲۰۱۱) دلیل افزایش میزان رس در موقعیت پشت شیب و کاهش آن در شانه شیب به دلیل فرسایش بیشتر موقعیت شانه شیب و تجمع مواد و ذرات ریز در موقعیت پشت شیب عنوان کرد. با توجه به جدول همبستگی پیرسون (جدول ۴-۲) درصد رس با درصد ماده آلی و فسفر رابطه مستقیم و مثبت دارد ولی با درصد شن رابطه عکس و منفی دارد.



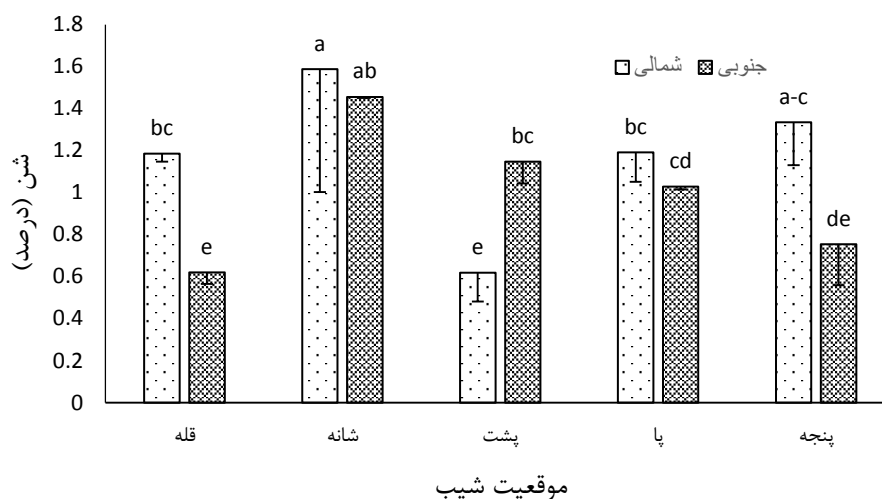
شکل ۴-۱۴- اثر موقعیت شیب بر درصد رس

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

۴-۲-۷- اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد شن

جدول ۴-۳ نتایج تجزیه واریانس اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد شن را نشان می دهد، که اثر جهت شیب بر درصد شن در سطح احتمال پنج درصد و اثر موقعیت شیب بر درصد شن در سطح یک درصد و اثر جهت و موقعیت شیب نیز در سطح یک درصد معنی دار گردید.

با توجه به شکل ۴-۱۵ حداکثر مقدار شن مربوط به موقعیت و جهت شانه شیب شمالی (۱/۵۸ درصد) و حداقل آن مربوط به موقعیت و جهت شیب پستی شمالی (۰/۶۱ درصد) مشاهده شد. آبیانه، (۲۰۰۵) یکی از دلایل کاهش درصد شن در موقعیت پشت شیب به دلیل بالا بودن میزان ماده آلی و رس در این موقعیت عنوان کرد. نتایج همبستگی پیرسون جدول ۴-۲ نشان داد که میزان درصد شن با مقدار رس و ماده آلی رابطه عکس و منفی دارد.



شکل ۴-۱۵- اثر جهت و موقعیت شیب بر درصد شن

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد. خطوط موجود در هر ستون نشان دهنده انحراف معیار (Standard deviation) است.

۴-۳- توزیع ماده آلی در خاکدانه های با اندازه مختلف

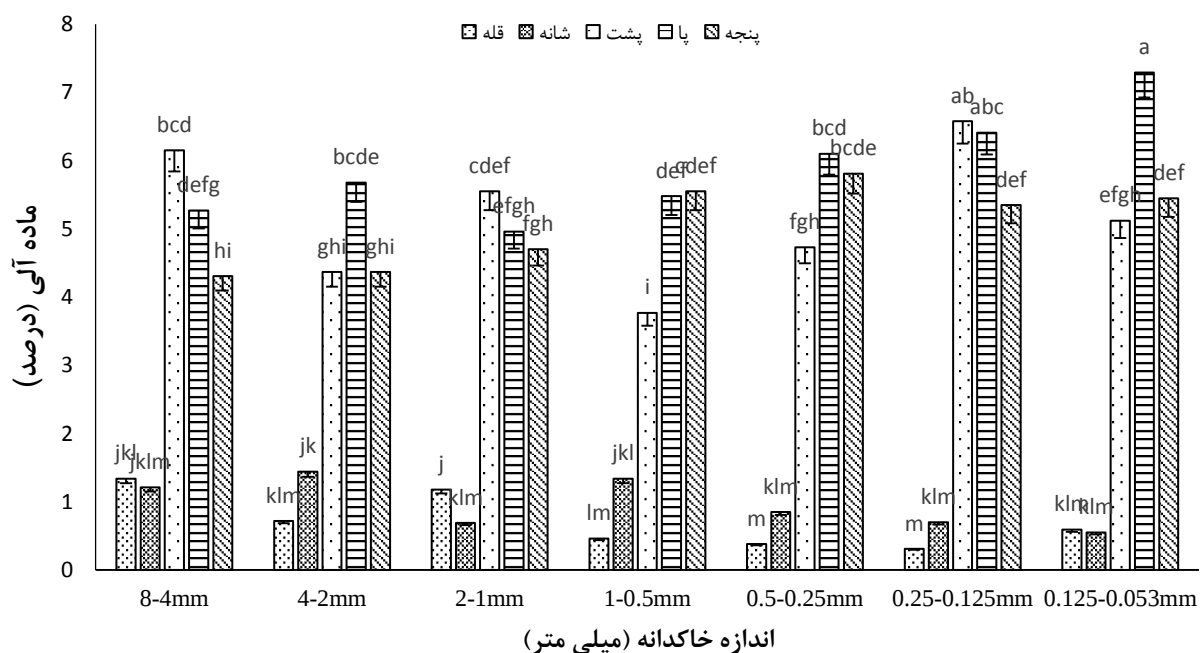
جدول ۴-۴ نتایج تجزیه واریانس توزیع ماده آلی در خاکدانه ها به روش الک تر و خشک را نشان می دهد، با توجه به جدول اثر موقعیت شیب و اندازه خاکدانه در الک تر و خشک در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید.

جدول ۴-۵- نتایج تجزیه واریانس پارامتر ماده آلی موجود در خاکدانه ها			
میانگین مربعات			
موقعیت شیب	درجه آزادی	الک تر	الک خشک
موقعیت شیب	۴	۱۲۹/۴۰ **	۴۲/۱۳ **
اندازه خاکدانه	۶	۰/۶۸	۲/۹۷ **
موقعیت * اندازه خاکدانه	۲۴	۱/۶۳ **	۳/۱۸ **
خطا	۷۰	۰/۳۲	۰/۲۶
ضریب تغییرات		۱۵/۸۸	۱۲/۵۵

** معنی داری در سطح ۵ درصد. ** معنی داری در سطح ۱ درصد.

۴-۳-۱- توزیع ماده آلی در خاکدانه‌های با اندازه‌های مختلف به روش الک تر

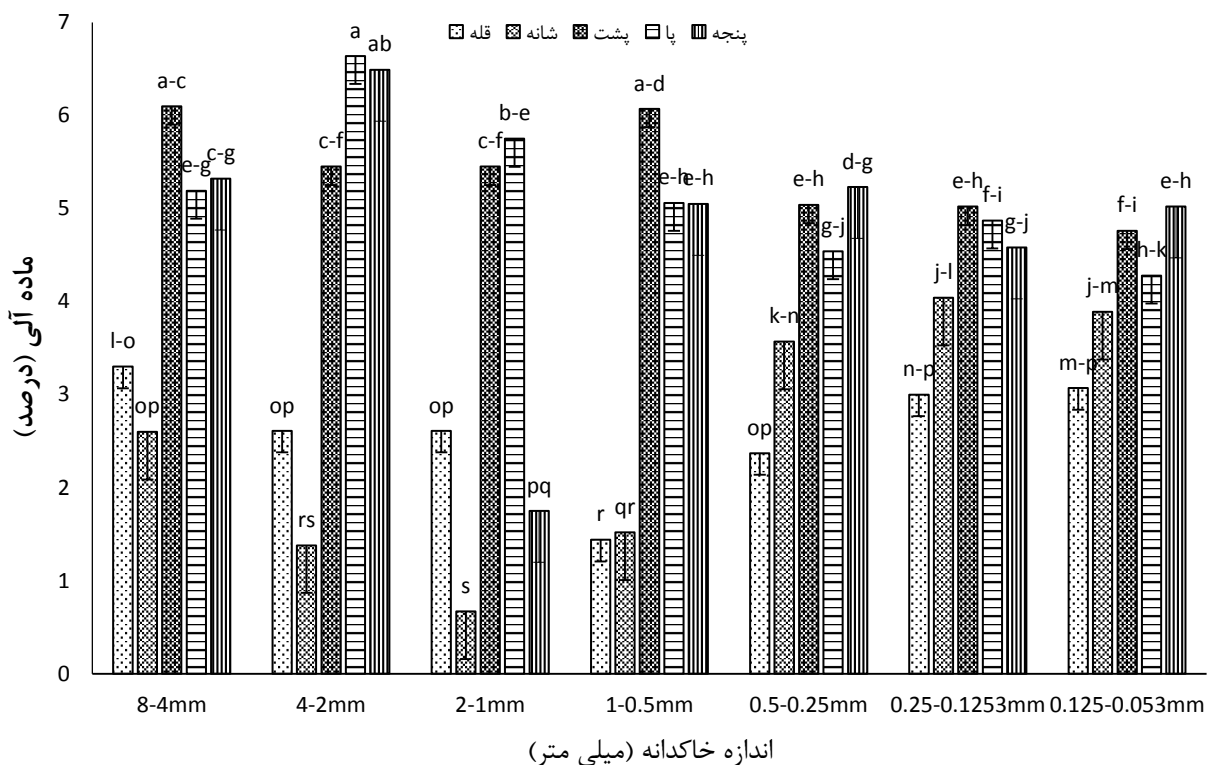
شکل ۴-۱۶ توزیع ماده آلی در خاکدانه‌های با اندازه مختلف در موقعیت‌های مختلف شیب به روش الک تر را نشان می‌دهد. حداکثر مقدار ماده آلی در اندازه خاکدانه ۰/۵۳-۰/۱۲۵ میلی متر و موقعیت پای شیب (۷/۲۹ درصد) و حداقل مقدار در اندازه خاکدانه ۰/۲۵-۰/۱۲۵ میلی متر و موقعیت قله شیب (۰/۳۱ درصد) می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌گردد در تمام اندازه خاکدانه‌ها از قله به سمت پشت شیب مقدار ماده آلی یک روند افزایشی و سپس به سمت پا شیب مقدار ماده آلی کاهش یافته است. همانطور که مشاهده می‌گردد از بین ۵ موقعیت شیب مورد بررسی موقعیت پای شیب بیشترین مقدار ماده آلی را دارا است به دلیل اینکه مواد از مناطق بالا دست شسته شده و در منطقه پای شیب تجمع می‌یابند. توزیع ماده آلی در ریز خاکدانه‌ها در روش الک تر بیشتر از درشت خاکدانه‌ها بوده است. به طوری که در روش الک تر تنش‌های ایجاد شده از طرف آب به خاکدانه‌ها منجر به آزاد شدن هوای محبوس درون خاکدانه‌ها شده در نتیجه خاکدانه‌های بزرگتر به خاکدانه‌های کوچکتر شکسته می‌شوند (ناهدان و نور بخش، ۱۳۹۶).



شکل ۴-۱۶- توزیع ماده آلی در خاکدانه‌های با اندازه مختلف در موقعیت‌های مختلف شیب در روش الک تر

۴-۳-۲- توزیع ماده آلی در خاکدانه‌های با اندازه مختلف به روش الک خشک

شکل ۴-۱۷ توزیع ماده آلی در خاکدانه‌های با اندازه مختلف در موقعیت‌های مختلف شیب به روش الک خشک را نشان می‌دهد. با توجه به شکل حداکثر مقدار ماده آلی در اندازه خاکدانه ۲-۴ میلی متر و موقعیت پای شیب (۶/۶۴ درصد) و حداقل مقدار در اندازه خاکدانه ۱-۲ میلی متر و موقعیت شانه شیب (۰/۶۷ درصد) می‌باشد. روش الک خشک باعث باقی ماندن خاکدانه‌های درشت بیشتری نسبت به خاکدانه‌های ریز می‌شود در نتیجه توزیع ماده آلی به روش الک خشک در اندازه خاکدانه درشت‌تر بیشتر است (بیج و هافموکل، ۲۰۱۴).



شکل ۴-۱۷- توزیع ماده آلی در خاکدانه‌های با اندازه مختلف در موقعیت‌های مختلف شیب به روش الک خشک

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

۴-۴- توزیع فسفر قابل دسترس در خاکدانه‌های با اندازه مختلف به دو روش الک تر و خشک

جدول ۴-۵ نتایج تجزیه واریانس اثر فسفر قابل دسترس به دو روش الک تر و خشک را نشان می‌دهد. با توجه به جدول اثر موقعیت شیب و اندازه خاکدانه به روش الک تر و خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید.

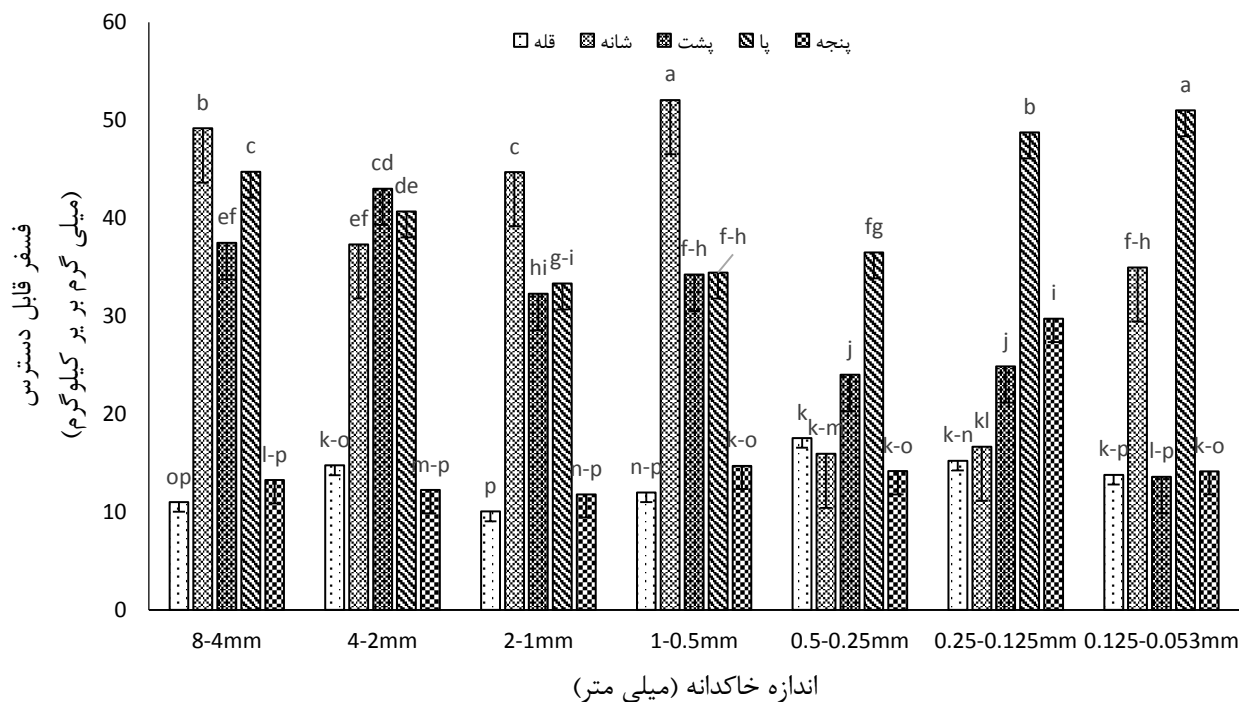
جدول ۴-۶- نتایج تجزیه واریانس پارامتر فسفر قابل دسترس موجود در خاکدانه‌ها

میانگین مربعات			
الک خشک	الک تر	درجه آزادی	
۶۷۱/۳۴**	۳۲۳/۹۷**	۴	موقعیت شیب
۵۱/۱۵**	۱۴۹/۸**	۶	اندازه خاکدانه
۲۸۸/۷۷**	۲۷۹/۱۲**	۲۴	موقعیت* اندازه خاکدانه
۱۰/۰۱	۵/۸۱	۷۰	خطا
۱۴/۵۷	۸/۸۰		ضریب تغییرات

*معنی‌داری در سطح ۵ درصد. **معنی‌داری در سطح ۱ درصد

۴-۴-۱- توزیع فسفر قابل دسترس به روش الک تر

با توجه به شکل ۴-۱۸ حداکثر مقدار فسفر قابل دسترس در اندازه خاکدانه ۵/۰-۱ میلی متر و موقعیت شانه شیب (۵۲/۰۶ میلی گرم بر کیلوگرم) و حداقل مقدار آن در اندازه خاکدانه ۲-۱ میلی متر و موقعیت قله شیب (۱۰/۰۴ میلی گرم بر کیلوگرم) بوده است. در روش الک تر به دلیل تنش مکانیکی ایجاد شده از طرف آب خاکدانه‌های بزرگتر به خاکدانه‌های کوچک‌تر شکسته شده در نتیجه توزیع فسفر در خاکدانه‌های ریزتر بیشتر از خاکدانه‌های درشت‌تر است همچنین از آن جایی که در تعیین توزیع اندازه خاکدانه به روش الک تر، علاوه بر نیروی مکانیکی، نیروی حاصل از ورود آب به ذرات خاکدانه نیز دخیل است بنابراین نسبت به توزیع اندازه در حالت خشک طبیعی است که فراوانی ذرات در کلاس‌های درشت کاهش یافته است (محمود آبادی، ۱۳۹۰)



شکل ۴-۱۸- توزیع فسفر قابل دسترس در خاکدانه‌های با اندازه مختلف در موقعیت‌های مختلف شیب به روش الک تر

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

۴-۲- توزیع فسفر قابل دسترس به روش الک خشک

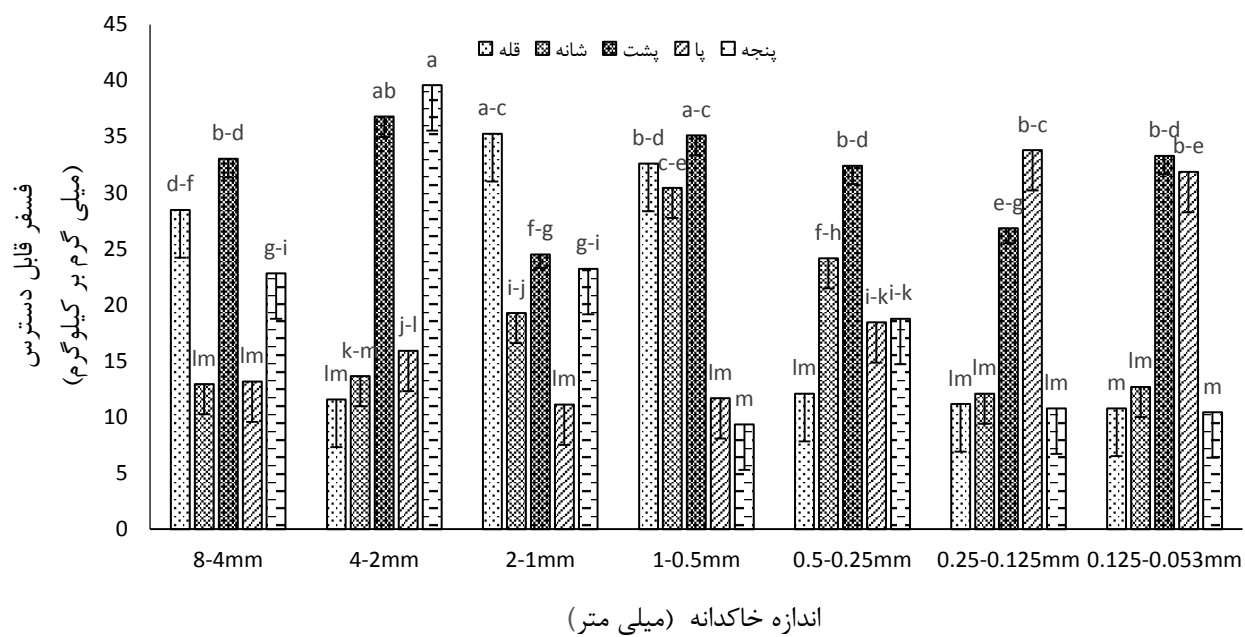
با توجه به شکل ۴-۱۹ توزیع فسفر قابل دسترس در اندازه خاکدانه ۴-۲ میلی متر و موقعیت پنجه

شیب (۳۹/۵۸ میلی گرم بر کیلوگرم) حداکثر مقدار و اندازه خاکدانه ۱-۰/۵ میلی متر و موقعیت

پنجه شیب (۹/۳۴ میلی گرم بر کیلوگرم) حداقل مقدار را شامل شده است.

ناهیدان و نوربخش (۱۳۹۶) بیان کردند که الگوی توزیع فسفر در دو روش الک خشک و تر متفاوت

است به طوری که در روش الک خشک بیشترین مقدار فسفر در درشت خاکدانه‌ها دیده می‌شود.



شکل ۴-۱۹- توزیع فسفر قابل دسترس در خاکدانه‌های با اندازه مختلف در موقعیت‌های مختلف شیب به روش الک خشک

وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

فصل پنجم

نتیجہ گیری و ہدایت

۵-۱- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش که تحت عنوان اثر موقعیت و جهت شیب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و پایداری ساختمان خاک در منطقه جنگلی کالپوش انجام شده است نشان داد که بین دو جهت شیب رو به شمال و جنوب، شیب‌های رو به جنوب خاک متکامل‌تری نسبت به شیب‌های رو به شمال دارند. جهت شمالی به دلیل سرمای زودرس، برف زمستانه و نبود پوشش گیاهی در این جهت شیب و کاهش درجه حرارت از مقدار ماده آلی کمتری نسبت به جنوبی برخوردار است ولی جهت جنوبی به دلیل دریافت اشعه مستقیم بیشتر و افزایش رطوبت هر دو فاکتور خاک‌سازی در آن افزایش یافته در نتیجه تنوع و تراکم پوشش گیاهی و ماده آلی و پایداری ساختمان خاک در شیب جنوبی نسبت به شمالی افزایش یافته است.

نتایج نشان داد با کاهش شیب میزان پایداری ساختمان خاک، درصد رس، ماده آلی و فسفر افزایش یافت.

هم‌چنین بین پنج موقعیت شیب مورد بررسی، پشت شیب به دلیل کاهش شیب و مسطح بودن آن و تجمع مواد شسته شده از قسمت‌های بالای شیب در این موقعیت، در نتیجه مقدار ماده آلی و پوشش گیاهی افزایش پیدا کرده است.

مقدار جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، درصد شن و رس قابل پراکنش در جهت شمالی بیشتر از جنوبی بوده است. به دلیل اینکه مقدار ماده آلی با این پارامترها همبستگی منفی دارد.

موقعیت‌های پایین شیب نسبت به بالا دست تجمع ذرات ریزتر در آن‌ها بیشتر دیده می‌شود به دلیل فرسایش در مناطق بالا دست و تبدیل شدن ذرات درشت به ذرات ریزتر و انتقال ذرات ریز به مناطق پایین شیب در نتیجه تجمع ذرات ریز در موقعیت‌های پشت و پا بیشتر مشاهده می‌شود.

برای جداسازی و دانه‌بندی خاکدانه‌ها از دو روش الک تر و خشک استفاده می‌شود که در روش الک تر خاکدانه‌ها به صورت فیزیکی و شیمیایی متلاشی شده و به ذرات ریزتر تبدیل می‌گردند در حالی که

جداسازی و دانه‌بندی به روش الک خشک متلاشی شدن خاکدانه‌ها با توجه به استحکام آن‌ها به طور کامل انجام نمی‌شود.

توزیع ماده آلی و فسفر در خاکدانه‌هایی با اندازه مختلف در موقعیت‌های مختلف شیب به روش الک تر و خشک نشان داد که بیشترین مقادیر این دو پارامتر در روش الک تر در خاکدانه‌های ریزتر و در روش الک خشک در خاکدانه‌های درشت‌تر وجود دارد.

به طور کلی تفاوت فاحش خصوصیات خاک در موقعیت‌های مختلف شیب به دلیل اینکه در قله شیب فرسایش خاک زیاد است مواد به شانه شیب رسیده در شانه شیب به دلیل فرسایش و افزایش شیب به سمت پایین حرکت کرده و در پشت شیب به دلیل کم شیب و مسطح بودن تجمع یافته و مقداری از این مواد به قسمت پا و پنجه انتقال یافته است.

تأثیر میزان ماده آلی از طریق افزایش آگریزی و افزایش چسبندگی ذرات خاک باعث افزایش مقاومت خاکدانه در برابر خیس شدن و افزایش پایداری ساختمان خاک می‌گردد.

تغییرات پوشش گیاهی طبیعی اراضی می‌تواند به عنوان یک عامل متغیر خارجی بر صحت نتایج و تفسیرهای بدست آمده در پژوهش حاضر، مؤثر باشد. به هر حال با توجه به آنکه مطالعه حاضر از نوع صحرایی است، امکان کنترل کامل همه عوامل اثرگذار وجود ندارد. با این حال در انتخاب مکان‌های نمونه‌برداری سعی گردید، نمونه‌های خاک از بخش‌هایی تهیه شوند که در آن‌ها نوع پوشش گیاهی یکسان و یا مشابه باشد. بدین طریق، اثر این عامل بر صحت نتایج به حداقل رسانده می‌شود.

۵-۲- پیشنهادها

با توجه به پژوهش حاضر و نتایج گرفته شده از آن پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده علاوه بر خصوصیات کیفی خاک، کانی‌شناسی موقعیت‌های مختلف شیب نیز مورد مطالعه قرار گیرد. نه تنها خاک سطحی بلکه خاک‌های افق‌های زیرین در موقعیت‌های مختلف شیب مورد بررسی قرار گیرد.

نمونه‌برداری در چند فصل سال بر روی موقعیت‌های مختلف انجام شود. مطالعه اثر موقعیت شیب بر خصوصیات بیولوژیکی نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

منابع

- آتشگاهی، ز.، اجتهادی، ح.، زارع، ح.، (۱۳۹۴)، "ارتباط عوامل توپوگرافی و تنوع گیاهان در جنگل‌های شرق دودانگه ساری، استان مازندران"، جلد ۲۸، شماره ۱. ۱-۱۱.
- اندرامی، ج.، بهمنیار، م.ع.، عمادی، س.م.، (۱۳۹۶)، "تأثیر تغییر کاربری اراضی و موقعیت شیب بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: جنوب شهرستان ساری)"، پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۵-۱.
- باقری فام، س.، کریمی، ع.ر.، لکزیان، ا.، ایزانلو، ا.، (۱۳۹۲)، "تأثیر مدیریت اراضی بر تغییرات کربن آلی خاک، توزیع اندازه ذرات و پایداری خاکدانه‌ها در طول چند توپوسکوئنس، در مناطق نیمه خشک خراسان شمالی"، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۲۰، شماره ۴. ۵۱-۷۳.
- پژند، م.ج.، امامی، ح.، آستارایی، ع.ر.، (۱۳۹۴)، "رابطه بین توپوگرافی و برخی ویژگی‌های خاک"، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۹، شماره ۶. ۱-۱۲.
- توکلی، م.، رئیسی، ف.، صالحی، م.ح.، (۱۳۸۷)، "مطالعه برخی شاخص‌های کیفیت خاک در باغات بادام واقع در شیب‌های شمالی و جنوبی منطقه سامان شهرکرد"، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. (۳) ۱۵: ۸۵-۹۸.
- جعفریان، ز.، شعبانزاده، س.، (۱۳۹۶)، "تأثیر جهت شیب بر تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه کیاسر مازندران"، نشریه آب و خاک، جلد ۲۷، شماره ۴. ۲۲۵-۲۳۵.
- جعفری، س.، گلچین، ا.، طولابی فرد، ا.، (۱۳۹۵)، "تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات اجزا فیزیکی ماده آلی، میزان رس قابل انتشار و پایداری خاکدانه‌ها در برخی از اراضی استان خوزستان"، تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۷، شماره ۳. ۵۹۳-۶۰۳.

دهقانی، ر.، شریعتمداری، ح و خادمی، ح، (۱۳۸۶)، "شکل‌های فسفر خاک در چهار ردیف اراضی از مناطق اصفهان و شهرکرد"، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره چهل و دو. ۴۶۳-۴۷۲.

رحیمی آشجودی، م. ر.، ایوبی، ش، (۱۳۹۲)، "تأثیر موقعیت شیب و تغییر کاربری بر برخی ویژگی‌های خاک و پذیرفتاری مغناطیسی در شهرستان فریدونشهر"، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۷، شماره ۵. ۸۸۲-۸۹۵.

زرینی بهادر، م.، نبی الهی، ک.، نوروزی، م، (۱۳۹۴)، "تأثیر جهت‌های شیب متفاوت بر برخی ویژگی‌ها و تکامل خاک‌های جنگل (مطالعه موردی: رستم آباد، استان گیلان)"، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۹، شماره ۲. ۶۴۸-۶۶۲.

سبحانی جهانی، ا.، دلاور، م.ا.، افتخاری، ک.، دماوندی، ع.ع، (۱۳۹۲) "بررسی اثر شیب بر ماده آلی، پایداری خاکدانه‌ها و هدایت هیدرولیکی اشباع در استان زنجان"، اولین کنفرانس ملی راهکاری دستیابی به توسعه پایدار. ۷-۱.

شاکرمی، ز.، رستمی‌نیا، م، (۱۳۹۶)، "تغییر پذیری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در موقعیت‌های مختلف زمین نما در اراضی دیم استان ایلام"، پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۴-۱. صالحی، م.ح، جزینی، ف.، محمد خانی، ع، (۱۳۸۹)، "تأثیر پستی و بلندی بر خصوصیات خاک با تأکید بر عملکرد و کیفیت بادام در منطقه سامان شهرکرد"، پژوهش کشاورزی، آب، خاک و گیاه در کشاورزی، جلد هشتم، شماره دوم.

کریمی دهکردی، ف.، جلالیان، ا.، هنرجو، ن.، محنت‌کش، ع.م، (۱۳۹۱) "اثر موقعیت زمین‌نما و کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه لردگان استان چهارمحال و بختیاری"، اولین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم. ۸-۱.

صوفی، م.ب.، امامی، ح.، کریمی کارویه، ع.ر.، حق‌نیا، غ.ح.، (۱۳۹۵)، "بررسی اثرات جهت و درجه شیب بر کیفیت خاک در جنوب شرق مشهد"، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد بیست و سوم، شماره دوم. ۳۰۱-۳۱۰.

صالحی، ع.، محمدی، ا.، صفری، ا.، (۱۳۸۹)، "بررسی مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و خصوصیات کمی درختان در جنگل‌های کمتر تخریب یافته زاگرس (مطالعه موردی جنگل‌های حوزه شهرستان پلدختر)"، مجله جنگل ایران، شماره ۱. ۸۱-۸۹.

علیجانپور شلمانی، ع.، علیجانپور شلمانی، ع.، فرج‌واجاری، م.، روحانی، م.، دولابی، گ.، (۱۳۹۱)، "بررسی تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر پایداری خاکدانه در برخی خاک‌های جنگل استان گیلان"، همایش ملی عمران و توسعه پایدار. ۸-۱.

عسگریان، ر.، کاویان، ع.، جعفریان جلودار، ز.، بهمنیار، م.ع.، (۱۳۹۰)، "تأثیر موقعیت شیب دامنه بر ویژگی‌های خاک در اراضی کشاورزی اطراف شهرستان ساری"، اولین کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی. ۴-۱.

علیزاده، ا.، (۱۳۹۰) "فیزیک خاک"، چاپ پنجم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد. ۵۶۸.

فقیه، ا.، (۱۳۸۸)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد: "بررسی تثبیت کربن در شرایط متفاوت فیزیوگرافی و اقلیم در حوزه شمالی رودخانه کرج با استفاده از RS و GIS"، گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه تهران.

کاکه، ج.، (۱۳۹۴)، "تأثیر جهت و موقعیت شیب بر وضعیت کربن آلی خاک (مطالعه موردی: زیر حوزه ورکش حوزه طالقان)"، سومین همایش انجمن‌های علمی-دانشجویی رشته‌های کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱-۱.

کیوان، ن.، صالحی، م.ح.، محمدی، ج.، محمدخانی، ع.ر.، (۱۳۹۶)، "تنش جهت شیب بر پراکنش مکانی برخی از ویژگی‌های خاک و ویژگی‌های کمی، کیفی و رویشی هلو در منطقه سامان شهرکرد"، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۱، شماره ۱. ۲۰۲-۲۱۵.

ملکی، ص.، خرما، ف.، کیانی، ف.، کریمی، ع.ر.، (۱۳۹۲)، "اثر جهت و موقعیت شیب بر روی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی لسی شیب دار منطقه توشن استان گلستان"، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد بیستم، شماره سوم. ۹۳-۱۱۲.

مرادی، ح.ر.، بخشی تیرگانی، م.، صادقی، ح.ر.، (۱۳۸۹)، "مقایسه برخی خصوصیات خاک در دو موقعیت بالا و پایین دامنه"، مجموعه مقالات ششمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری و چهارمین همایش ملی فرسایش و رسوب. ۱-۶.

مهاجری، پ.، علمداری، پ.، گلچین، ا.، (۱۳۹۵)، "تأثیر موقعیت‌های شیب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های واقع بر ردیف پستی و بلندی در منطقه دیلمان استان گیلان"، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۰، شماره ۱. ۱۶۲-۱۷۱.

محمود آبادی، م.، (۱۳۹۰)، "بررسی توزیع اندازه ذرات و پایداری خاکدانه‌ها تحت تأثیر کاربرد دو نوع بقایای گیاهی"، مجله حفاظت منابع آب و خاک، شماره ۲. ۱۵-۲۸.

ناهیدان، ص.، نوربخش، ف.، مصدقی، م.ر.، (۱۳۹۴)، "تأثیر موقعیت شیب بر توزیع خاکدانه‌ای کربن آلی، فعالیت آنزیم آل گلوتامیناز و پایداری ساختمان خاک"، نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد پنجم، شماره اول. ۱۲۹-۱۴۳.

ناهیدان، ص.، نوربخش، ف.، (۱۳۹۶)، "بررسی الگوی توزیع خاکدانه‌ای فسفر قابل استفاده و فعالیت فسفاتازهای اسیدی و قلیایی در موقعیت‌های مختلف شیب"، نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد ۷، شماره ۴. ۸۳-۹۷.

نوبهار دیلمی، ن.، یغمائی‌ان مه‌آبادی، ن.، فاطمی چوکامی، ع.، حسن‌پور اصیل، م.، (۱۳۹۷)، "تأثیر موقعیت و جهت شیب بر برخی ویژگی‌های خاک و کیفیت چای در منطقه لاهیجان"، اولین همایش بین‌المللی و سومین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست. ۱-۷.

واعظی، ع.ر.، عباسی، م.، سبحانی، م.، (۱۳۹۰)، "تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بر پایداری خاکدانه‌ها در حوزه آبخیز تهم چای، زنجان"، اولین کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی. ۱-۴.

Abe, S.S., Oyediran, G.O., Masunaga, T., Yamamoto, S., Honna, T., and Wakatsuki, T, (2009), " Soil Development and Fertility Characteristics of Inland Valleys in the Rain Forest Zone of Nigeria: Mineralogical Composition and Particle-Size Distribution" , Pedosphere. 19(4): 505-514.

An, Sh.Sh., Darboux, F., Cheng, M, (2013), "Revegetation as an Efficient Means of Increasing Soil Aggregate Stability on the Loess Plateau (China)", Geoderma. 75-85.

Bayat, H., Sheklabadi, M., Moradhaseli, M., Ebrahimi, E, (2017), "Effects of Slope Aspect, Grazing, and Sampling Position on the Soil Penetration Resistance Curve", Geoderma. 303. 150-164.

Beyene, S, (2011), "Toposequence in Gununo Area, Southern Ethiopia", Journal of Science and Development. 1(1): 31-41.

Begum, F., Bajracharya, R., Sharma, S., and Sitaula, B.K, (2010), "Influence of Slope Aspect on Soil Physico-chemical and Biological Properties in the Midhills of Central Nepal", International Journal of Sustainable Development and World Ecology. 17(5): 438 – 443.

Brubaker, S., C., Jones, A.J., Lewis, D.T and Frank, K, (1993), "Soil Properties Associated with Landscape Position", Soil Science Society America Journal. 57: 235-239.

Bronick, C.J., Lal, R, (2005), "Soil Structure and Management a Review"., Geoderma. 124: 3-22.

Boix-Fayos, C., Calvo-Cases, A., Imeson, A.C., and Soriano-Soto, M.D, (2001), "Influence of Soil Properties on the Aggregation of some Mediterranean Soils and the Use of Aggregate Size and Stability as Land Degradation Indicators", Catena. 44:47–67.

Bach, E.M., and Hofmockel, K.S, (2014), "Soil Aggregate Isolation Method Affects Measures of intra-aggregate Extracellular Enzyme Activity", Soil Biology and Biochemistry. 69: 54–62.

Caron, J., Espindol, C.R., and Angers, D.A, (1996), "Soil Stability During Rapid Wetting Influence of Land Use on some Aggregate Properties", Soil Science Society of America Journal. 60(3): 901-908.

Carter, B.J., and Ciolkosz, E.J, (1991), "Slope Gradient and Aspect Effects on Soils Developed from Sandstone in Pennsylvania", Geoderma. 49(3): 199-213.

Chen, Z. S., Hsieh, Ch. F., Jiang, F.Y., Hsieh, T. H., Sun, I. F, (1997), "Relationships of Soil Properties to Topography and Vegetation in a Subtropical Rain Forest in Southern Taiwan", Plant Ecologiae. 132: 229– 241.

Choupanian, A., Gheythouri, M and Mahdavi, M, (2012), "Effect of Physiographic Factors on Soil Carbon Sequestration in Kermanshah Iran International Journal of Forest, Soil and Erosion". 2:159-162.

Fageria, N.K, (2009), "the Use of Nutrients in Crop Plants", Taylor and Francis Group, LLC. New York.

Fanning, D.S., and Fanning, C.B, (1989), "Soil Morphology Genesis and Classification". 360-368.

Gee, G.W., and Bauder, J.W, (1986), "Particle-Size Distribution. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed., Agron. Monog. 9. ASA and SSSA, Madison, WI". 384-411.

Geroy, I.J., Gribb, M.M., Marshall, H.P., Chandler, D.G., Benner, S.G., and McNamara, J.P, (2011), "Aspect Influences on Soil Water Retention and Storage", Hydrology Journal Process. 25: 3836-3842.

Gregorich, E. G., Carter, M. R., Angers, D. A., Monreal, C. M. and Ellert, B. H, (1994), "Towards a Minimum Data Set to Assess Soil Organic Matter Quality in Agricultural Soils Canadian", journal of Soil Science. 74(4): 367-386.

Hattar, B., Taimeh, A., and Ziadat, F, (2010), "Variation in Soil Chemical Properties Along Toposequences in an Arid Region of the Levant", Catena. 83: 34-45.

Heidari, A., Athar, F., Manochehr, G., Gilkes, R and Prakongkep, N, (2010), "Carbon Sequestration under Different Physiographic and Climatic Conditions in North Karaj River Basin".1-3.

Jenny, H, (1941), "Factors of Soils Formation. McGraw-HillBook Company". New York, NY, 281 pp.

John, B., Yamashita, T., Ludwig, B., and Flessa, H, (2005), "Storage of Organic Carbon in Aggregate and Density Fractions of Silty Soils under Different Types of Land Use", *Geoderma*, 128:63–79.

Khalili-Rad, M., Nourbakhsh, F., Jalaliyan, A., Karimian Eghbal, M, (2011), "The Effects of Slope Position on Soil Biological Properties in a Eroded Toposequence", *Arid Land Research and Management*. 25: 308-312.

Kemper, W.D and Rosenau, K, (1986), "Size Distribution of Aggregates. In Klute, A. (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1*. ASA, Madison, WI".425-442.

Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, S., Srinivasarao, Ch and Wani, S.P, (2009), "Role of Deforestation and Hillslope Position on Soil Quality Attributes of Loess-Derived Soils in Golestan Province, Iran", *Agriculture*. 134 (3-4): 178-189.

Kushwaha, C.P., Tripathi, S.K., and Singh, K.P, (2001), "Soil Organic Matter and Water-Stable Aggregates under Different Tillage and Residue Conditions in a Tropical Dryland Agroecosystem", *Applied Soil Ecology*. 16:229–241.

Oku, E., Essoka, A and Thomas, E, (2010), "Variability in Soil Properties Along an Udalf Toposequence in the Humid Forest Zone of Nigeria", *Kasetsart Journal*. 44: 564–573.

Oztas, T., Koc, A and Comakli, B, (2002), "Changes in Vegetation and Soil Properties Along a Slope on Overgrazed and Eroded Rangelands", *Journal of Arid Environments*. 55(1): 93–100.

Papiernik, S.K., Schumacher, T.E., Lobb, D.A., Lindstrom, M.J., Lieser, M.L., Eynard, A and Schumacher, J.A, (2009), "Soil Properties and Productivity as Affected by Topsoil Movement within an Eroded Landform", *Soil and Tillage Research*. 102: 67–77.

Rezaei, S.A., and Gilkes, R.J, (2005), "The Effect of Landscape Attributes and Plant Community on Soil Physical Properties in Rangelands", *Geoderma*. 125(1-2): 167-176.

Roades, J.D, (1996), "Salinity Electrical Conductivity and Total Dissolved Solids", *Method of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods*, Madison Wisconsin, USA. 417-436.

Sarcinelli, T. S., Schaefer, C. E., Lynch, L. D and Arato, H. D, (2009), "Chemical, Physical and Micromorphological Properties of Termite Mounds and Adjacent Soils Along

a Toposequence in Zona da Mata, minas gerais state, Brazil”, *Catena*. 76: 107-113.

Seibert, J., Stendahl, J., and Sorensen, R, (2007), ”Topographical Influences on Soil Properties in Boreal Forests”, *Geoderma*. 141: 139-148.

Seybold, C.A., and Herrick, J.E, (2001), ”Aggregate Stability kit for Soil Quality Assessments”, *Catena*. 44:37–45.

Schwanghart, W and Jarmer, T, (2011), ”Linking Spatial Patterns of Soil Organic Carbon To Topography. A Case Study from South-eastern Spain”, *Geomorphology*. 126(1): 252-263.

Sidari, M., Ronzell., G., Vecchio, G., Muscole, A, (2008), ”Influence of Slope Aspects on Soil Chemical and Biochemical Properties in a Pinus Laricio European”, *Journal of Soil Biology* .44. 364-372.

Six, J., Elliott, E.T., and Paustian, K, (2000), ” Normalized Stability Index and the Effect of Mineralogy”, *Soil Science Societies of American Journal*. 64(3): 1042-1049.

Sommer, M., and Schlichting, E, (1997), ”Archetypes of Catenas in Respect to Matter a Concept for Structuring and Grouping Catenas”, *Geoderma*. 76: 1-33.

Ternan, J., Elmes, A., Williams, A., and Hartley, R, (1996), ”Aggregate Stability of Soils Central Spain and the Role of land Management’, *Earth Surface Land Processes*. 21: 181-193.

Tsui, Ch-Ch., Chen, Z.S., Hsieh, Ch-F, (2004), ”Relationships between Soil Properties and Slope Position in a Lowland Rain Forest of Southern Taiwan”, *Geoderma*. 123 .131-142.

Titus, J.H., Nowak, R.S., Smith, S.D, (2002),” Soil Resource Heterogeneity in the Mojave Desert’, *Journal of Arid Environments*. 52: 269–292.

Vieira, S.R., and Paz Gonzalez, A, (2003), ”Analysis of the Spatial Variability of Crop Yield and Soil Properties in Small Agricultural Plots”, *Bragantia Campinas*. 1(62): 127-138.

Vilain, G., Garnier, J., Tallec, G. and Cellier, B, (2010), ”Effect of Slope Position and Land Use on Nitrous Oxide (N₂O) Emissions (Seine Basin, France)”, *Agricultural and Forest*

Meteorology. 150(9): 1192-1202.

Van Meerveld, H. J. and McDonnell, J. J, **(2006)**, “On the Interrelations between Topography, Soil Depth, Soil Moisture, Transpiration Rates and Species Distribution at the Hillslope Scale”, *Advances in Water Resources*. 29: 293–310.

Wang, Y., Zhang, X. C., Zhang, J. L. and Li, S. J, **(2009)**, ”Spatial Variability of Soil Organic Carbon in a Watershed on the Loess Plateau”, *Pedosphere*. 19: 486-495.

Wang, D., Shi, X., Wang, H., Weindorf, D. C., Yu, D., Sun, W., Ren, H. and Zhao, Y, **(2010)**, ”Scale Effect of Climate and Soil Texture on Soil Organic Carbon in the Uplands of Northeast China”, *Pedosphere*. 20: 525-535.

Yague, M. R., Bosch-Serra, A. D., Antunez, M and Boixadera, J, **(2012)**, ”Pig Slurry and Mineral Fertilization Strategies Effects on Soil Quality Macroaggregate Stability and Organic Matter Fractions”, *Science of the Total Environment Journal*. 438: 218-224.

Abstract

Topographic condition could be considered as one of the most vital factors for soil formation that may substantially affect the local soil properties. The present study was done in Kalpoosh area, Shahrood, aimed to assess the influence of slope position and aspect on soil structure stability and selected physico-chemical soil properties. For this purpose, a total of 30 surface soil samples (0-30 cm) at two northern and southern aspects and five slope positions, consisting of summit, shoulder, back-slope, foot-slope and toe-slope were collected. All soil samples were analyzed for selected soil properties, including soil pH, electrical conductivity (EC), organic matter (OM), available phosphorus (P), carbonate calcium content, soil texture, dispersible clay content, particle and bulk densities, soil porosity, mean weighting and geometric diameter of soil aggregates and distribution of OM and phosphorus in different-sized soil aggregates using both wet and dry sieve methods. The results indicated that due to early cool and snow cover in the lands located on northern slope in Kalpoosh area, soil OM content (2.23%) and structure stability index (1.98 Mm) were lower compared to the soils located on southern slope. Comparison of OM content in soils located on different soil positions revealed the highest content of this parameter in back-slope (4.79%), which may be arisen out of the relatively good density of plants in this part because of the gentle slopes. Studying the distribution of OM and P in different-sized soil aggregates using wet and dry sieve approaches showed that the highest content of these soil quality indicators were mainly found in smaller soil aggregates when the wet sieve method was used; whereas, in terms of dry sieve method, larger soil aggregates contained more OM and P.

Keywords: aggregate stability, slope position, soil structure, Kalpoosh.



Shahrood University of
Technology

Faculty of Agriculture
M.Sc Thesis in Soil Science

The influence of slope position and aspect on soil structure stability in forest soils of Kalpoosh area

By: Mahboobeh Karimi Sorand

Supervisor:
Dr Ali Abbaspour
Dr Yaser Safari

Advisor:
Dr Vajiheh Dorostkar

September 2019