مطالعه اثر موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در جنگل‌های پهن برگ منطقه لاهیجان

حسن رمضانپور[1*] و فخرالسادات سیدکلباسی‌زاده

استادیار گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه گیلان؛ has.ramezanpour@yahoo.com

دانش آموخته کارشناسی ارشد، مهندسی علوم خاک، دانشگاه گیلان؛ fakhri.kalbasi@gmail.com

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در موقعیت‌های مختلف شیب در یک جنگل پهن-برگ در منطقه لاهیجان در استان گیلان انجام شد. محدوده مورد مطالعه روی واحد فیزیوگرافی کوه با سنگ مادر گرانیت انتخاب شد. محدوده مطالعاتی دارای سه یال به فاصله حداکثر 30 متر بود که نقاط مطالعاتی روی موقعیت‌های مختلف شیب آن‌ها شامل قله‌شیب، شانه‌شیب و پای‌شیب انتخاب و حفر شد. موقعیت نقاط مطالعاتی به‌گونه‌ای تعیین شد که خاک‌های تشکیل یافته روی موقعیت‌های شیب یکسان بیشترین درجه شباهت و یکنواختی در خصوصیات را با یکدیگر داشته باشند. در این تحقیق، بافت خاک به روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه، کربن آلی به روش والکلی و بلک، نیتروژن کل به روش کجلدال، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با دستگاه هدایت سنج الکتریکی، واکنش خاک به روش پتانسیومتری با یک الکترود شیشه‌ای در نسبت 1 به 2 خاک به محلول کلرور کلسیم 0/01 مولار، کلسیم و منیزیم محلول به روش تیتراسیون، سدیم و پتاسیم تبادلی با دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش باور (استات آمونیوم یک نرمال در پ هاش 7) و مقدار فسفر قابل دسترس به روش اولسن، و مقادیر اسید هومیک و اسید فولویک به روش انجماد خشک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که موقعیت قله شیب حداکثر مقادیر رس، کربن‌آلی، ازت کل، فسفر قابل دسترس، کلسیم و منیزیم تبادلی، پتاسیم تبادلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، هدایت الکتریکی، اسیدهومیک و اسیدفولیک را دارا است. در موقعیت پای شیب برخی از خواص خاک شامل واکنش خاک، جرم مخصوص ظاهری و سدیم تبادلی بیشترین مقدار را داشتند. به‌طورکلی خصوصیات خاک‌ها در موقعیت‌های مختلف شیب با یکدیگر تفاوت دارد. این موضوع مؤید نقش بارز موقعیت شیب در کنترل وقوع فرآیندهای خاک‌سازی و خصوصیات خاک است.

واژه‌های کلیدی: خاک‌های جنگلی، موقعیت قله شیب، شانه‌شیب، پای‌شیب،فرایند خاکسازی.

مقدمه

تغییرات مکانی خصوصیات خاک به شدت تحت تأثیر برخی خصوصیات محیطی از قبیل اقلیم، توپوگرافی، موادمادری، پوشش‌گیاهی و فعالیت‌های انسانی قرار دارد (اولینگر و همکاران[2]، 2002). در اکوسیستم‌های مختلف جنگلی، خصوصیات خاک تا حد زیادی به موقعیت توپوگرافی بستگی دارد. مقدار رطوبت خاک تحت تأثیر شیب و جهت زمین‌نما[3] قرار دارد (ونترا و همکاران[4]، 2003؛ دانیلز و همکاران[5]،

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: رشت، کیلومتر 10 جاده تهران، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم کشاورزی، گروه مهندسی علوم خاک

* دریافت: 90/5/1 و پذیرش: 91/12/9

[2]. Ollinger et al.
[3]. Landscape
[4]. Venterea et al.
[5]. Daniels et al.

1987). درجه حرارت و زیاد شدن مقدار بارندگی با افزایش ارتفاع بر وقوع فرآیندهای خاک‌سازی در خاک مؤثر هستند. خاک‌های جنگلی از عناصر غذایی ماکرو و میکرو غنی هستند. بیشتر مواقع قابلیت دسترسی عناصر غذایی خاک بر خصوصیات خاک (مانند واکنش خاک)، نوع پوشش گیاهی، شرایط رویش و پراکنش انواع پوشش گیاهی در موقعیت‌های مختلف شیب اثرگذار است (وان بریمن و فینزی[1]، 1998). بررسی‌ها نشان داده است که عواملی نظیر طول، جهت و انحنای شیب، مقدار رواناب، زه‌کشی و دمای خاک، اثرات متفاوتی در مکان‌های مختلف دارد ولی بیشتر منجربه کاهش میزان مواد آلی و تخریب خصوصیات فیزیکی خاک می‌شود (بورتون و همکاران[2]، 1999). غالب بودن فرآیندهای خاک‌سازی متفاوت در طول یک زمین‌نما موجب می‌شود تا بین خصوصیات خاک در موقعیت‌های مختلف یک زمین‌نما تفاوت‌های بارزی وجود داشته باشد. این امر در اراضی شیب‌دار بهتر از اراضی مسطح قابل شناسایی است. این مطالعه در موقعیت‌های مختلف شیب در زمین‌نمای کوهستان پوشیده از جنگل‌های پهن برگ در منطقه بیجار باغ شهرستان لاهیجان به منظور بررسی روند تغییرات برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد. ایجاد زمینه برای پیش‌بینی واکنش خاک‌ها به مدیریت‌های مختلف در راستای نیل به کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست از دیگر اهداف این تحقیق بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در استان گیلان، دامنه‌های شمالی رشته کوه‌های البرز و جنوب سواحل دریای خزر، در 7 کیلومتری جنوب شرقی لاهیجان، حوالی روستای بیجار باغ قرار دارد (شکل 1). منطقه مطالعاتی در محدوده ´03 °37 تا ´12/5 °37 عرض شمالی و ´02 °50 تا ´09 °50 طول شرقی قرار دارد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه 1448 میلی‌متر اندازه‌گیری شده است (باقر نژاد، 1381). بر اساس نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی ایران رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه مطالعاتی به ترتیب یودیک و ترمیک تعیین گردید (موسسه تحقیقات خاک و آب، 1377). بر طبق داده‌های هواشناسی ایستگاه هواشناسی لاهیجان میانگین 16 ساله دمای هوا در این ایستگاه 17°C، حداکثر آن 37/5°C و حداقل آن 7°C- است (سازمان هواشناسی کشور، 1387). از لحاظ توپوگرافی، منطقه شامل ارتفاعات شمالی رشته کوه‌های البرز می‌باشد. فیزیوگرافی آن اراضی کوهستانی است که منشاء تکتونیکی دارد. پوشش گیاهی طبیعی منطقه شامل درختان بلوط (*Quercus maccanthera*)، ممرز (*Carpinus*)، سرخس (*Asplenium fillia-femina*)، علف نقره‌ای (*Potentilla*)، تمشک (*Rubus idaeus*) و پوآ (*Poa*) می‌باشد که در منطقه مطالعاتی غالبترین گیاهان پوشش نباتی را تشکیل می‌دهند (وزارت نیرو،1360).

در ابتدا اطلاعات پایه مربوط به منطقه مطالعاتی شامل نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس 1:250000 و نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس 1:250000 گردآوری و اطلاعات مورد نیاز در خصوص تشکیلات زمین‌شناسی و ضعیت توپوگرافی از آن‌ها استخراج گردید. پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی با مشاهدات صحرایی تعیین و محدوده مورد مطالعه از واحد فیزیوگرافی کوه با سنگ مادرگرانیت انتخاب شد. واحد فیزیوگرافی دارای سه یال به فاصله حداکثر 30 متر بود. یال‌ها در امتداد غربی تا شمال غربی قرار داشتند. موقعیت‌های مختلف شیب شامل قله‌شیب[3]، شانه‌شیب[4] و پای‌شیب[5] در یال‌های مختلف به‌به‌گونه‌ای انتخاب گردید که از لحاظ خصوصیات یکسان باشند. از هر موقعیت شیب در هر یال، پلات‌هایی به مساحت 50 متر مربع انتخاب و پس از حذف لاشبرگ‌ها از عمق 30-0 سانتی‌متر خاک نمونه‌برداری شد. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن از الک 2 میلی‌مترعبور داده شد. در این تحقیق بافت خاک به روش پیپت (گی و باودر[6]، 1986)، جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه (بلک و هارتج[7]، 1989)، واکنش خاک در عصاره 1:2 خاک حاوی کلرور کلسیم با غلظت 0/01 مولار، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با دستگاه هدایت سنج الکتریکی، کربن آلی به‌روش والکلی و بلاک (ریک و همکاران[8]، 1990)، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم 1نرمال در pH=7، فسفر قابل جذب به روش اولسن، پتاسیم محلول به روش فلیم فتومتری اندازه‌گیری شد. ازت کل به روش کجلدال و کلسیم و منیزیم تبادلی به روش استات آمونیم 1نرمال در pH=7 عصاره‌گیری شد و با دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد (Soil survey laboratory staff, 1996). برای عصاره‌گیری اسید هومیک و اسید فولویک، مقدار 10 گرم از خاک با 100 میلی لیتر محلول عصاره‌گیر (50

[1] van Breemen & finzi

[2] Burton

[3] Summit

[4] Shoulder

[5] Toeslope

[6] Gee & Bauder

[7] Black & Hartge

[8] Reak et al.

میلی لیتر محلول0/1 نرمال NaOH و 50 میلی‌لیتر محلول 0/1 نرمال ($Na_4P_2O_7$) به داخل ارلن مایر 250 میلی‌لیتر ریخته شد و سر آن را با فویل بسته شد. نمونه‌ها به مدت 24 ساعت در دمای اتاق تکان داده شد. سپس سوسپانسیون حاصل با سرعت 3500 دور در دقیقه به مدت 30 دقیقه سانتریفیوژ و محلول رویی جدا شد. اسید هومیک و اسید فولویک با روش انجماد خشک اندازه-گیری شد (اسپارکس[1]، 1996).

برای مقایسه شاخص‌های خصوصیات خاک در قسمت‌های مختلف شیب از آزمون توکی و نرم افزار سس[2] استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکی خاک

نتایج آزمون‌های آماری نشان داد که اثر موقعیت شیب بر مقدار رس، شن و جرم مخصوص ظاهری خاک در سطح احتمال 1% معنی‌دار است (جدول 1). میانگین خصوصیات فیزیکی خاک در جدول 2 ارائه شده است. مقدار رس در موقعیت‌های شانه‌شیب و پای‌شیب فاقد تفاوت آماری معنی‌دار با یکدیگر است ولی با موقعیت قله‌شیب اختلاف در سطح 1% معنی‌دار است. مقدار شن در موقعیت شانه‌شیب، با مقدار این متغیر در موقعیت‌های دیگر شیب، در سطح 1% تفاوت معنی‌دار نشان داد. جرم مخصوص ظاهری در موقعیت پای‌شیب بیشترین مقدار را دارا است و با موقعیت‌های دیگر شیب (قله و شانه شیب) در سطح 1% تفاوت معنی‌دار دارد. همچنین بین دو موقعیت قله و شانه شیب نیز اختلاف معنی‌دار در سطح 1% مشاهده شد.

اثر موقعیت شیب بر خصوصیات شیمیایی خاک

واکنش خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به واکنش خاک در جدول 3 ارائه شده است. با توجه به جدول ملاحظه می‌شود که موقعیت شیب بر مقدار واکنش خاک در سطح 1% معنی‌دار است. بررسی مقادیر پ-هاش نشان داد که مقدار این متغیر در موقعیت پای‌شیب زیادتر بوده و با دو موقعیت دیگر شیب در سطح 1% اختلاف معنی‌دار دارد (جدول 4).

کربن آلی خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مقدار کربن آلی خاک در جدول 3 نشان می‌دهد که تأثیر موقعیت شیب بر مقدار کربن آلی خاک در سطح 1% معنی‌دار است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مقدار این متغیر در موقعیت قله‌شیب از دو موقعیت دیگر بیشتر است به‌طوری‌که با دو موقعیت دیگر در سطح 1% تفاوت معنی‌دار دارد (جدول 4).

فسفر قابل دسترس و ازت کل خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مقدار فسفر قابل دسترس و ازت کل خاک در جدول 3 نشان می‌دهد که موقعیت شیب بر مقدار هر دو متغیر در سطح 1% اثر معنی‌دار دارد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مقدار این متغیرها در قله شیب با دو موقعیت دیگر، در سطح 1% اختلاف معنی‌دار دارد (جدول 4).

کاتیون‌های تبادلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مقدار کاتیون‌های تبادلی در جدول 3 نشان می‌دهد که موقعیت‌های شیب بر مقدار کاتیون‌های تبادلی خاک در سطح 1% اثر معنی‌دار دارد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مقادیر کلسیم + منیزیم تبادلی و پتاسیم تبادلی در موقعیت قله‌شیب حداکثر مقدار را داشته و با دو موقعیت دیگر در سطح 1% اختلاف معنی‌دار دارد. کمترین مقدار سدیم تبادلی در موقعیت قله‌شیب مشاهده شده و به سمت موقعیت پای‌شیب بر مقدار آن افزوده می‌شود (جدول 4).

هدایت الکتریکی

نتایج مربوط به تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مقدار هدایت الکتریکی عصاره 1به1 خاک در جدول 3 نشان می‌دهد که اثر موقعیت شیب بر مقدار هدایت الکتریکی خاک در سطح 1% معنی‌دار است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که این متغیر در موقعیت قله‌شیب بیشترین مقدار را داشته و با موقعیت‌های دیگر شیب در سطح 1% اختلاف معنی‌دار دارد (جدول 4).

اسید هومیک و فولویک

نتایج مربوط به تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مقدار اسید هومیک و اسید فولویک در جدول 3 نشان می‌دهد که اثر موقعیت شیب بر مقدار اسید هومیک و اسید فولویک در سطح 1% معنی‌دار است (جدول 3). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاهش مقدار شیب، از مقدار اسیدهای هومیک و فولویک نیز کاسته می‌شود. مقدار اسیدهای هومیک و فولویک در موقعیت قله‌شیب بیشتر بوده و با دو موقعیت دیگر در سطح 1% تفاوت معنی‌دار دارد.

بحث

به‌طورکلی نتایج نشان داد که مقدار رس در موقعیت پای‌شیب به‌دلیل دریافت رسوب از قسمت‌های

1. Sparks
2. Statistical Analysis System

فوقانی شیب بیشتر است. اما این افزایش در مقدار رس از نظر آماری معنی‌دار نبود. بیشتر بودن مقدار رس در موقعیت پای‌شیب می‌تواند به این علت باشد که در این موقعیت با افزایش مقدار رطوبت و کم بودن طول و زاویه شیب مقادیری از ذرات رس به عمق نیمرخ خاک حرکت نموده و شاید موجبات تشکیل افق آرجیلیک (Bt) در اعماق بیشتر را فراهم می‌آورد. این عامل باعث می‌شود تا مقدار رس خاک سطحی در این قسمت از قله شیب کمتر بوده، و نسبت به موقعیت شانه‌شیب افزایش معنی‌دار نشان ندهد. پیرسون و مولا[1] (1990)، نیز معتقدند که در موقعیت پای‌شیب مقداری از مواد تشکیل دهنده متن خاک به طرف نیمرخ حرکت می‌کند و پدیده جا بجا شدن و انتقال مواد در نیمرخ خاک اتفاق می‌افتد. از عوامل دیگری که موجب می‌شود تا مقدار رس در موقعیت پای-شیب به طور معنی‌دار با موقعیت‌های دیگر شیب تفاوت نداشته باشد وجود ریشه‌های درختان جنگلی در منطقه مطالعاتی است که به صورت مانعی در برابر انتقال و جابه‌جایی رس در طول شیب عمل می‌کند. به‌طورکلی اگر مقدار رس در خاک سطحی را در دو موقعیت شانه‌شیب و پای‌شیب بررسی کنیم ملاحظه می‌شود که در موقعیت شانه‌شیب رس به سمت پایین شیب انتقال یافته و علت کم بودن مقدار رس در این موقعیت شیب، شکل محدب شیب و فرسایش‌پذیری بیشتر این موقعیت نسبت به دیگر موقعیت‌ها است. ولی در موقعیت پای‌شیب به‌دلیل تغییر شکل شیب (محدب به مقعر) و تجمع رسوبات بالادست شیب، شستشوی کمتری وجود داشته و رس‌ها در طول زمان فرصت کافی برای اختلاط با خاک را دارند و در نتیجه رس از افق سطحی به طرف عمق نیمرخ خاک حرکت می‌کند (فانینگ و فانینگ[2]،1989). بارتولیت و همکاران[3] (1995)، وجود رابطه متقابل و معنی‌دار بین حداقل مقدار رس و حداکثر مقدار شن را نشان دادند. آن‌ها وجود تفاوت را به فرسایش خاک نسبت دادند و اظهار داشتند که فرسایش خاک در موقعیت‌های شانه‌شیب باعث از دست رفتن بخش ریز و بر جا ماندن ذرات درشت خاک می‌شود. نتایج این تحقیق نیز وجود چنین رابطه‌ای را تأیید می‌نماید. در موقعیت قله‌شیب مقدار رس زیاد و مقدار شن کم است، ولی در موقعیت شانه‌شیب مقدار شن زیاد و مقدار رس کم است.

نتایج نشان داد که در موقعیت قله‌شیب به‌دلیل زیاد بودن مقدار مواد آلی، جرم مخصوص ظاهری خاک در مقایسه با موقعیت‌های پایین‌تر شیب کمتر است. در موقعیت‌های پایین شیب با کاهش مواد آلی، جرم مخصوص ظاهری خاک زیادتر است. در این تحقیق بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در موقعیت پای شیب که کم‌ترین مقدار مواد آلی را دارا است، مشاهده شد.

با توجه به مقدار بیشتر مواد آلی و وجود شرایط مساعد در موقعیت قله‌شیب، فعالیت‌های میکروبی در این موقعیت شیب بیشتر بوده و در نتیجه مواد آلی به مقدار بیشتری تجزیه می‌شود. با تجزیه بیشتر مواد آلی مقدار اسیدهای آلی در خاک سطحی افزایش نشان می‌دهد که این امر به‌تدریج موجب کاهش واکنش خاک می‌شود اما در موقعیت پای‌شیب با کاهش پوشش گیاهی و شرایط نامساعدتر برای فعالیت‌های میکروبی، مقدار کمتری از مواد آلی تحت تأثیر تجزیه میکروبی قرار می‌گیرد و در نتیجه از مقدار اسیدهای آلی قابل بازگشت به خاک، کاسته می‌شود. این امر موجب افزایش واکنش خاک نسبت به دو موقعیت دیگر شیب می‌شود. افزون براین آبشویی و شستشوی املاح و کاتیون‌های بازی از خاک‌های واقع در موقعیت شانه‌شیب و تجمع آن در خاک‌های واقع در موقعیت پای‌شیب یکی دیگر از دلایل بالا بودن مقدار واکنش خاک در این موقعیت شیب است. تسوی و همکاران[4] (2004)، نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. آن‌ها طی مطالعه‌ی که بر روی خصوصیات مختلف خاک از جمله واکنش خاک در اعماق مختلف خاک سطحی، از عمق 0 تا عمق 5 سانتی متری و عمق 5 تا عمق 25 سانتی متری از خاک سطحی قسمت‌های مختلف شیب اراضی جنگلی جنوب تایوان انجام دادند، نشان دادند که واکنش خاک در پای شیب با کاهش پوشش گیاهی و افزایش کاتیون‌های بازی به طور معنی‌دار رابطه دارد.

یکی از دلایل کاهش مقدار کربن آلی در خاک‌های تشکیل شده در موقعیت پای‌شیب کاهش تجمع درختان جنگلی در طول شیب است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که کاهش تجمع درختان از قله شیب به طرف پای شیب باعث کاهش بازگشت مجدد بقایای گیاهی و لاشبرگ‌ها به خاک است و در نتیجه مقدار مواد آلی در افق‌های سطحی در موقعیت پای‌شیب کمتر از موقعیت‌های دیگر است. تعداد دیگری از دانشمندان نیز با تحقیق در مناطق جنگلی، علت زیادتر بودن مقدار کربن آلی در موقعیت‌های بالاتر شیب را نتیجه زیادتر بودن مقدار بقایای گیاهی و وجود حجم زیاد

1. Pierson & Mulla
2. Fanning, & Fanning
3. Bartoliet et al.
4. Tsui et al.

ریشه‌های گیاهان در این موقعیت می‌دانند (چن و همکاران،[1] 1997؛ لیائو[2]، 1994).

یکی دیگر از دلایل زیاد بودن مقدار کربن آلی در موقعیت قله‌شیب، کم شیب‌تر و مسطح بودن زمین در این موقعیت می‌باشد. با کاهش زاویه شیب فرآیندهای فرسایش با شدت کمتری به‌وقوع پیوسته و در نتیجه مقدار کربن آلی در خاک‌های تشکیل یافته در این موقعیت شیب بیشتر است. با شدت یافتن فرسایش خاک در موقعیت شانه‌شیب مقدار کربن آلی خاک نیز کمتر است. تسوی و همکاران (2004)، نیز کم بودن مقدار زاویه شیب در موقعیت قله‌شیب را به عنوان یکی از عوامل مؤثر در بیشتر بودن مقدار کربن آلی خاک در این موقعیت عنوان کردند.

جابه‌جا شدن بیشتر مواد آلی به همراه رس به اعماق نیمرخ خاک و انتقال آن به افق‌های تحتانی شاید یکی دیگر از دلایل کم بودن مقدار کربن آلی در خاک‌های تشکیل یافته در موقعیت پای‌شیب است. به‌دلیل زیادتر بودن رطوبت در این موقعیت شیب مقداری از رس افق‌های سطحی به طرف افق‌های تحتانی نیمرخ خاک حرکت می‌کند و از آنجا که ترکیبات آلی تجزیه شده جذب ذرات رس خاک می‌شوند با حرکت رس به طرف عمق نیمرخ خاک، مواد آلی نیز حرکت کرده و در نتیجه مقدار مواد آلی در افق سطحی در موقعیت پای‌شیب نسبت به موقعیت‌های دیگر شیب کمتر است (افیونی و همکاران[3]، 1993).

حداکثر مقدار ازت کل در موقعیت قله‌شیب و حداقل آن در موقعیت پای‌شیب مشاهده شد. تسوی و همکاران (2004)، نیز در موقعیت‌های مختلف شیب اراضی جنگلی جنوب تایوان به نتایج مشابهی دست یافتند. مقدار ازت در موقعیت قله‌شیب به‌دلیل زیاد بودن مقدار مواد آلی خاک زیاد است اما در موقعیت شانه‌شیب با شروع فرآیندهای فرسایشی و در نتیجه آبشویی بیشتر، مقدار ازت خاک به عنوان عنصر پرتحرک کاهش می‌یابد. والکر و همکاران[4] (1968)، اظهار داشتند در مناطق جنگلی مقدار ازت خاک‌ها به طول و درجه شیب بستگی دارد. بر طبق اظهارات آن‌ها هر قدر درجه شیب، تندتر و شکل شیب محدب‌تر باشد، از مقدار ازت موجود در خاک‌ها کاسته می‌شود. مقدار ازت در موقعیت پای‌شیب به طور معنی‌داری با مقدار ازت در دو موقعیت دیگر شیب تفاوت دارد که دلیل آن شاید زیادتر بودن مقدار رطوبت و آبشویی بیشتر ازت در این موقعیت شیب است. بررسی تغییرات فسفر قابل دسترس نشان داد که در موقعیت قله‌شیب بیشترین مقدار فسفر قابل دسترس و در موقعیت پای‌شیب کم‌ترین مقدار این عنصر وجود دارد. این تفاوت از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج این تحقیق تغییرات مقدار فسفر قابل دسترس و تا حدودی ازت از روند تغییرات مقدار کربن آلی تبعیت می‌کند (جدول4). در حقیقت از آنجا که فسفر و ازت از خصوصیات وابسته به مواد آلی هستند بنابراین تغییر در این شاخص‌ها عمدتاً از تغییرات مواد آلی تبعیت می‌کند (تسوی و همکاران، 2004؛ لیائو 1994).

کلسیم و منیزیم تبادلی در موقعیت شانه‌شیب دارای کم‌ترین مقدار بوده و مقدار آن در موقعیت پای‌شیب به مقدار جزئی نسبت به موقعیت شانه‌شیب بیشتر است که این تغییرات شاید به دلیل فرسایش و رسوب جزئی مواد محلول در طول شیب می‌باشد.

نتایج نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار مقدار سدیم تبادلی در موقعیت‌های مختلف شیب است. این تغییرات به دلیل فرسایش و رسوب مواد محلول در طول شیب می‌باشد. این نتایج با نتایج تسوی و همکاران (2004)، مطابقت دارد.

حسامی (1384) ضمن بررسی ترکیب کانی-شناسی خاک‌های این مناطق دریافت که زیاد بودن مقدار کانی‌های تثبیت کننده پتاسیم مانند ورمی‌کولایت (حضور قله 14 انگستروم در تیمار اشباع با منیزیم، عدم انبسط آن در تیمار اتیلن گلیکول و تغییر آن به ناحیه 10 انگستروم‌ی در تیمار مربوط به دمای 550 درجه سانتی‌گراد) در موقعیت قله‌شیب از آبشویی این عنصر به طرف موقعیت پای‌شیب جلوگیری می‌کند. به همین دلیل نیز مقدار پتاسیم تبادلی خاک در موقعیت شانه‌شیب نسبت به سایر موقعیت‌های شیب بیشتر است. در موقعیت شانه‌شیب به نظر می‌رسد به‌دلیل وجود فرآیندهای فرسایشی از مقدار کانی‌های آزادکننده پتاسیم کاسته شده و مقدار پتاسیم تبادلی خاک کمتر است.

به دلیل کم بودن مقدار شوری خاک و وجود فرآیندهای فرسایش و رسوب و هم‌چنین وجود پوشش درختان جنگلی با ریشه‌های عمیق، روند تغییرات شوری خاک بسیار پیچیده و نامنظم است به‌گونه‌ای‌که تفسیر نتایج به دشواری میسر است. خاک‌های تشکیل یافته در موقعیت قله‌شیب دارای بیشترین مقدار هدایت الکتریکی هستند. دلیل این امر شاید وجود بیشتر مقدار مواد آلی در این موقعیت است که معدنی شدنشان موجب زیادتر شدن

1. Chen et al.
2. Liao
3. Afuniy et al.
4. Walker et al.

مقدار شوری خاک می‌گردد. از دلایل دیگر زیاد بودن مقدار هدایت الکتریکی در موقعیت قله‌شیب، وجود شرایط نسبتاً پایدار در این موقعیت است. در موقعیت شانه‌شیب با شروع فرآیندهای فرسایشی و آبشویی املاح با روان‌آب‌های سطحی مقدار هدایت الکتریکی خاک کمتر است. گریگوریخت و همکاران[1] (1994)، نیز نتایج مشابهی ارائه نموده‌اند.

مقدار زیاد مواد آلی و تجدید مداوم آن در موقعیت قله‌شیب و هم‌چنین وجود شرایط نسبتاً مساعد محیطی برای فعالیت میکروبی باعث شده است که مقدار تولید اسیدهای هومیک و فولویک در این موقعیت نسبت به سایر موقعیت‌های شیب بیشتر باشد. دلیل این امر وجود شرایط نامساعدتر برای فعالیت میکروبی و کمتر بودن مقدار مواد آلی خاک در موقعیت‌های شانه‌شیب و پای‌شیب است. نتایج مقایسه میانگین‌ها در جدول 4 نشان می‌دهد که تفاوت مقدار اسیدهای هومیک و فولویک در موقعیت‌های مختلف شیب در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. این نتایج تا حدودی با نتایج ارائه شده توسط میلر و کنی[2](1989)، تفاوت دارد. آن‌ها در مطالعه‌ای که بر روی مقدار اسیدهای هومیک و فولویک در موقعیت‌های مختلف شیب انجام دادند، نشان دادند که میانگین اسیدهای هومیک و فولویک در موقعیت‌های مختلف شیب با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارد بر طبق اظهارات آن‌ها تولید اسید فولویک و در ادامه تبدیل اسید فولویک به اسید هومیک و روند یکسان این تبدیل و تحول در موقعیت‌های مختلف شیب دلیل این موضوع ذکر شده است.

به‌طورکلی ویژگی‌های خاک بسته به موقعیت شیب متغیر بوده و موقعیت شیب بر خصوصیات و نحوه تشکیل و تحول خاک تأثیر دارد. پستی و بلندی با تأثیر بر مقدار و نحوه توزیع بارندگی بر مقدار ایجاد رواناب سطحی تأثیر گذارده و با ایفای نقش در تغییر شرایط رطوبتی خاک، شدت جابه‌جایی مواد را در موقعیت‌های مختلف شیب تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. میزان فرسایش و انتقال مواد به شکل سوسپانسیون و محلول تحت‌تأثیر این عامل موجب تغییر در نحوه تکامل افق‌های نیمرخ خاک گشته و به این ترتیب بسیاری از فرآیندهای خاک سازی و خصوصیات خاک از آن تأثیر می‌پذیرد.

سپاسگزاری

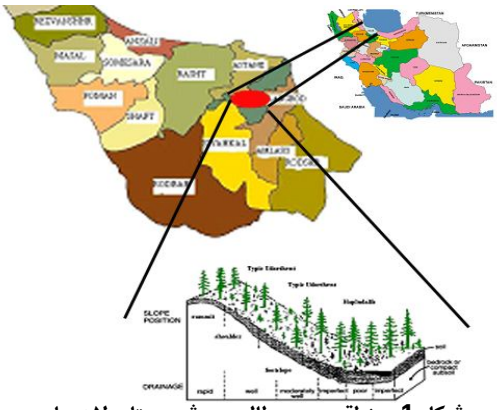
از همکاری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، مرکز تحقیقات چای کشور و آزمایشگاه علوم خاک دانشگاه گیلان در انجام این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

1. Gregorichet et al.
2. Miller & Kenny

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس اثر موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکی خاک

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		رس	شن	جرم مخصوص ظاهری
موقعیت شیب	2	56/03**	40/00**	0/049**
خطا	9	4/43	4/11	0/001
کل	11			

** معنی‌دار در سطح احتمال 1%



شکل 1- منطقه مورد مطالعه در شهرستان لاهیجان

جدول 2- مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی خاک در موقعیت‌های مختلف شیب

متغیر / موقعیت زمین	شن	رس	جرم مخصوص ظاهری
	%		gr/cm^3
قله‌شیب	57/2b	29/7a	1/18c
شانه‌شیب	64/9 a	21/6b	1/26b
پای‌شیب	61/3b	23/4b	1/48a

حروف متفاوت(a، b و c) در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال1% است..

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس اثر موقعیت شیب بر خصوصیات شیمیایی خاک

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		pH	EC	Ca+Mg	Na	K	OC	P	N	HA	FA
موقعیت شیب	2	0/101**	0/41**	5/91**	0/26**	0/018**	18/34**	16/05**	0/11**	783/7**	7/36**
خطا	9	0/002	0/011	0/45	0/007	0/001	0/21	0/75	0/0009	5/33	0/23
کل	11										

** معنی‌دار در سطح احتمال 1%، pH - واکنش خاک، OC- کربن آلی، N- نیتروژن کل خاک، P- فسفر قابل دسترس خاک، Ca+Mg- کلسیم و منیزیم تبادلی خاک، Na- سدیم تبادلی خاک، K- پتاسیم تبادلی خاک، EC- هدایت الکتریکی خاک، HA- اسیدهومیک خاک، FA- اسیدفولویک خاک

جدول 4- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در موقعیت‌های مختلف شیب

موقعیت / صفت	pH	OC	N	P	Ca+Mg	Na	K	EC	HA	FA
		%		mg/kg	meq/100g			ds/m	mg/g	
قله شیب	4/1b	6/8a	0/5a	12a	8/2a	0/98c	0/53a	1/6a	100a	10/1a
شانه شیب	4/18b	4/1b	0/25b	10b	6/0b	1/2b	0/42b	1/1b	80/5b	8/2b
پای شیب	4/43a	3/2b	0/2c	8/8b	6/2b	1/5a	0/38b	1/2b	76b	6/4b

حروف متفاوت(a، b و c) در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال1% است. pH- واکنش خاک، OC- کربن آلی، N- نیتروژن کل خاک، P- فسفر قابل دسترس خاک، Ca+Mg- کلسیم و منیزیم تبادلی خاک، Na- سدیم تبادلی خاک، K- پتاسیم تبادلی خاک، EC- هدایت الکتریکی خاک، HA- اسیدهومیک خاک، FA- اسیدفولویک خاک

فهرست منابع:

۱. باقر نژاد، م. 1381. جغرافیای خاک‌های ایران و جهان. انتشارات دانشگاه شیراز، 146 صفحه.

۲. حسامی، ر .1384. مطالعه آبشویی، انتقال مواد و تکامل خاک در برخی خاک‌های جنگلی ناحیه لاهیجان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۳. سازمان هواشناسی کشور. 1387. برگرفته از Http://www.irimo.ir

۴. موسسه تحقیقات خاک و آب. 1377. نقشه رژیم رطوبتی خاک‌های ایران. سازمان تحقیقات کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.

۵. وزارت نیرو .1360. مطالعه خاک‌شناسی شرق گیلان. سازمان آب منطقه‌ای گیلان. شرکت اریس.

6. Afuniy, M. M., D. K. Cassel, and W. P. Robarge. 1993. Effect of landscape position on soil water and corn silage yield. Soil Sci. Am. J. 57: 1573-1580.
7. Bartoli, F., G. Burtin, J. J. Royer, M. Gury, V. Gomendy, R. Leviandier and R. Gafrej. 1995. Spatial variability of topsoil characteristics within silty soil type, effect on clay migration. Geoderma. 68: 279-300.
8. Black, G. R. and K. H. Hartge.1989. Bulk density *in*: A. Klute, Methods of soil analysis, 2nd? edition. Soil Sci. Soc. Am. Madison, Wiscon. USA. 363-375.
9. Burton, D. L. 1999. The evaluation and monitoring of soil biological community in Manitoba. *Soil Biol. Biochem.J.* 31: 1411-1417.
10. Chen, Z. S., C. F. Hsieh, F. Y. Jiang, T. H. Hsieh, I. F. Sun. 1997. Relationships of soil properties to topography and vegetation in a subtropical rain forest in southern Taiwan. Plant Ecol. 132: 229– 241.
11. Daniels, R. B., E. E. Gamble, and J. G. cady. 1971. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. Adv. In *Agronomy V.* 23: 51- 88.
12. Fanning, D. S., C. B. Fanning. 1989. Soil morphology genesis and classification. Wiley, pp. 360-368.
13. Gee, g. W. and , J. W. Bauder. 1986. Particle-size analaysis In: A. Klute, Methods of soil analysis, Part 1-Physical and mineralogical methods, 2nd edition, Soil Sci. Soc. Am. Madison, Wiscon. USA. 383-409.
14. Gregorich, E. G., M. R. Carter, D. A. Angers, C. M. Monreal, and B. H. Ellert. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Soil Sci. Can. J. 74: 367-385.
15. Liao, S. H. 1994. Relationships among soil chemical properties, topography and plant species in lower montane subtropical rainforest by redundancy analysis. Master thesis, Graduate Institute of Botany, National Taiwan University (In Chinese, with English abstract). pp.125.

16. Miller, R. H. and D. R. Keeney. 1989. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and properties hief ASA publication 3th edit.
17. Ollinger S.V., J. D. Aber, P. B. Reich and R. Freuder. 2002. Interactive effects of nitrogen deposition, tropospheric ozone, elevated CO2 and land use history on the carbon dynamics of northern hardwood forests. Glob Chang Biol. 8:545–562.
18. Pierson, F. B., and D. J. Mulla. 1990. Aggregate stability in the Palous region of Washington: Effect of landscape position. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 407-1412.
19. Reak. R., Y. Kalra, B. Vaughan, and A. M. Wolf. 1990. Soil analysis handbook of refrence methods. CRC press. 1st Edit, pp. 264.
20. Soil survey laboratory staff. 1996. Soil Survey laboratory methods manual. Version 3. Soil Survey investigation. Rep. No. 42. USDA. NRCS. Lioncoln, NE. pp. 643.
21. Sparks, D. L. 1996. Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science Socitey of America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 1390.
22. Tsui, C. C., Z. S. Chen, and C. F. Hsieh. 2004. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. Geoderma. 123: 131- 142.
23. Van Breemen, N. and A. C. Finzi. 1998. Plant-soil interactions: ecological aspects and evolutionary implications. Biogeochemistry 1-2: 1-19.
24. Venterea, R., G. Lovett, P. Groffman, and P. Schwarz. 2003. Landscape patterns of net nitrification in a northern hardwood-conifer forest. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67: 527–539.
25. Walker, P. H., G. F. Hall, R. Protz.1968. Relation between land from parameters and soil properties. Soil. Sci Soc. Am. J., 32:101 -104.