نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و پنجم، شماره دوم، ۱۳۹۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.14263.2900

اثر تخریب جنگل در موقعیت‌های مختلف شیب بر روی کیفیت و تحول خاک در غرب استان کردستان

سروه مرادی[۱]، *کمال نبی‌اللهی[۲] و سیدمحمدطاهر حسینی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، [۲]استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، [۳]هیأت علمی گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۲

چکیده

سابقه و هدف: کیفیت خاک یکی از مهم‌ترین عوامل در ارزیابی مدیریت خاک می‌باشد بنابراین شناخت همه خصوصیات کیفیت خاک مانند فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ضروری می‌باشد. تخریب جنگل و تغییر کاربری اراضی بر تغییرات ویژگی‌های خاک تأثیر گذاشته و منجر به کاهش کیفیت خاک می‌شود. علاوه بر این، خصوصیات خاک به موقعیت توپوگرافی نیز بستگی دارد. منطقه مریوان در استان کردستان جزو مناطق جنگلی زاگرس می‌باشد که با توجه به افزایش جمعیت در چند دهه اخیر و افزایش نیاز به غذا مورد تهدید قرار گرفته و بخش‌های از آن تحت کشت زراعت رفته است. هدف از این پژوهش بررسی اثر تخریب جنگل و جایگاه شیب بر روی کیفیت و تحول خاک در غرب استان کردستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها: ۸ نیمرخ خاک در جایگاه‌های مختلف (شانه‌شیب، پشته‌شیب، پای‌شیب و پنجه‌شیب) دو شیب تپه مجاور هم، تحت کاربری‌های زراعت و جنگل (با شرایط یکسان) حفر و تشریح شدند. علاوه بر این در هر کاربری در هر موقعیت شیب، ۳ نمونه خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری برداشت شد. ویژگی‌های بافت خاک، شن ریز، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای، رطوبت نقطه پژمردگی دائم، هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربنات‌کلسیم معادل، ازت کل، فسفر در دسترس، پتاسیم در دسترس، نفوذپذیری، شدت تنفس میکروبی، تخلخل، نسبت جذب سطحی سدیم (SAR)، رطوبت قابل استفاده و فرسایش‌پذیری خاک اندازه‌گیری و محاسبه شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که موقعیت‌های پایین شیب (پنجه‌شیب و پای‌شیب) دارای مقادیر بیش‌تر رس، کربن آلی، رطوبت قابل دسترس، شن‌ریز، سیلت، ازت کل، فسفر قابل‌دسترس، پتاسیم قابل‌دسترس، ظرفیت تبادل کاتیونی، نفوذپذیری و شدت تنفس میکروبی و مقادیر کم‌تر کربنات‌کلسیم معادل، هدایت الکتریکی، فرسایش‌پذیری، pH و SAR در مقایسه با موقعیت‌های بالای شیب بودند. خاک‌های تشکیل شده در موقعیت‌های پایین شیب دارای عمق و تحول بیش‌تری در مقایسه با موقعیت‌های بالای شیب بودند. همچنین نتایج نشان داد دو کاربری (جنگل و زراعت) از لحاظ مقدار جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، سلیت، رس، کربنات‌کلسیم معادل، شن‌ریز، pH، ماده آلی، شدت تنفس میکروبی، نفوذپذیری، نیتروژن کل، فرسایش‌پذیری و رطوبت قابل‌دسترس دارای اختلاف معنی‌داری بودند و تغییر کاربری اراضی جنگلی به زراعی منجر به تخریب مالی‌سولزها شده است. بنابراین، خصوصیات خاک وابسته به موقعیت شیب و نوع کاربری بوده و این عوامل، ویژگی‌ها و تحول خاک را تحت‌تأثیر قرار داده‌اند.

* مسئول مکاتبه: k.nabiollahi@uok.ac.ir

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد تخریب جنگل در منطقه مریوان منجر کاهش کیفیت خاک از طریق کاهش معنی‌دار کربن آلی، تنفس میکروبی، ازت کل، ظرفیت تبادل کاتیونی، تخلخل، نفوذپذیری و رطوبت قابل استفاده و افزایش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری، اسیدیته، SAR، شن‌ریز، فرسایش‌پذیری و سیلت شده است. همچنین تخریب جنگل و تغییر کاربری اراضی به‌دلیل کشت و کار منجر به کاهش مقدار ماده آلی و تخریب ساختمان خاک افق مالیک شده است. بنابراین افق مالیک به اکریک تبدیل شده و رده‌های انتی‌سولز و اینسپتی‌سولز در کاربری زراعت تشکیل شده‌اند. علاوه بر این نتایج نشان داد که موقعیت‌های مختلف شیب بر مقدار جرم مخصوص ظاهری، شن، سلیت، رس، نفوذپذیری، فرسایش‌پذیری، رطوبت قابل دسترس، pH، ماده آلی، کربنات‌کلسیم معادل، شدت تنفس میکروبی، نیتروژن، فسفر، ظرفیت تبادل کاتیونی و پتاسیم خاک موثر بوده و دارای اختلاف معنی‌داری هستند. این نتایج نشان می‌دهد مدیریت کنونی اراضی مورد مطالعه، کیفیت خاک را متأثر ساخته و منجر به تخریب اراضی می‌گردد. بنابراین، حفاظت خاک مناطق شیب‌دار با ممانعت از جنگل‌تراشی در جنگل‌های مریوان و استفاده از اراضی مطابق با قابلیت‌شان جهت حفظ کیفیت خاک و اراضی ضروری است.

واژه‌های کلیدی: خاک‌های جنگلی، مریوان، مالی‌سولز، تغییر کاربری اراضی

مقدمه

کیفیت خاک عبارت از توانایی خاک جهت حفظ توان تولید بیولوژی، بهبود کیفیت آب و هوا و همچنین تأمین سلامت انسان، گیاه و حیوان است (۲۰). کیفیت خاک شامل کیفیت فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیکی است که به‌دلیل تغییرات خاک می‌تواند از نقطه‌ای به نقطه دیگر تغییر کند (۱۰) و آگاهی از تغییرات کیفیت خاک به‌منظور مدیریت پایدار اراضی لازم است. تخریب جنگل و تغییر کاربری اراضی یکی از عوامل مؤثر بر کیفیت و تحول و تکامل خاک می‌باشد (۳، ۲۳، ۲۵ و ۳۵). خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) دریافتند که تخریب جنگل و عملیات زراعی باعث کاهش ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، پایداری خاکدانه، میزان تنفس میکروبی و در نتیجه کاهش شدید کیفیت خاک می‌شود (۲٤). آبوهاشیم و همکاران (۲۰۱٦)، آسفا و همکاران (۲۰۱۷) و فوجی ساکی و همکاران (۲۰۱۷) به‌ترتیب در منطقه مدیترانه، اتیوپی و آمازون نشان دادند که تغییر کاربری اراضی جنگلی به زراعی منجر به کاهش و تخلیه کربن آلی خاک می‌شود (۱، ٦ و ۱۳). خالدیان و همکاران (۲۰۱۱) در استان گلستان به این نتیجه رسیدند که با افزایش تخریب جنگل، میانگین وزنی قطر و پایداری خاکدانه‌ها کاهش و جرم مخصوص ظاهری خاک‌ها افزایش می‌یابد (۲۲). خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) دریافتند که فقدان یک افق مالی‌سولز در موقعیت‌های شانه‌شیب، شیب‌پشتی و پای‌شیب و همچنین وجود لایه‌ای آهکی نزدیک سطح و نبود افق آرجلیک، می‌تواند نشانه‌ای از رخداد فرسایش شدید بعد از تخریب جنگل باشد (۲٤). خرمالی و نبی‌اللهی (۲۰۰۹) عنوان کردند که در نتیجه تغییر کاربری اراضی، ماده آلی افق مالیک کاهش و ساختمان خاک تخریب شده، که در نتیجه آن تخریب مالی‌سولزها روی داده و به اینسپتی‌سولز تبدیل شده‌اند (۲۵).

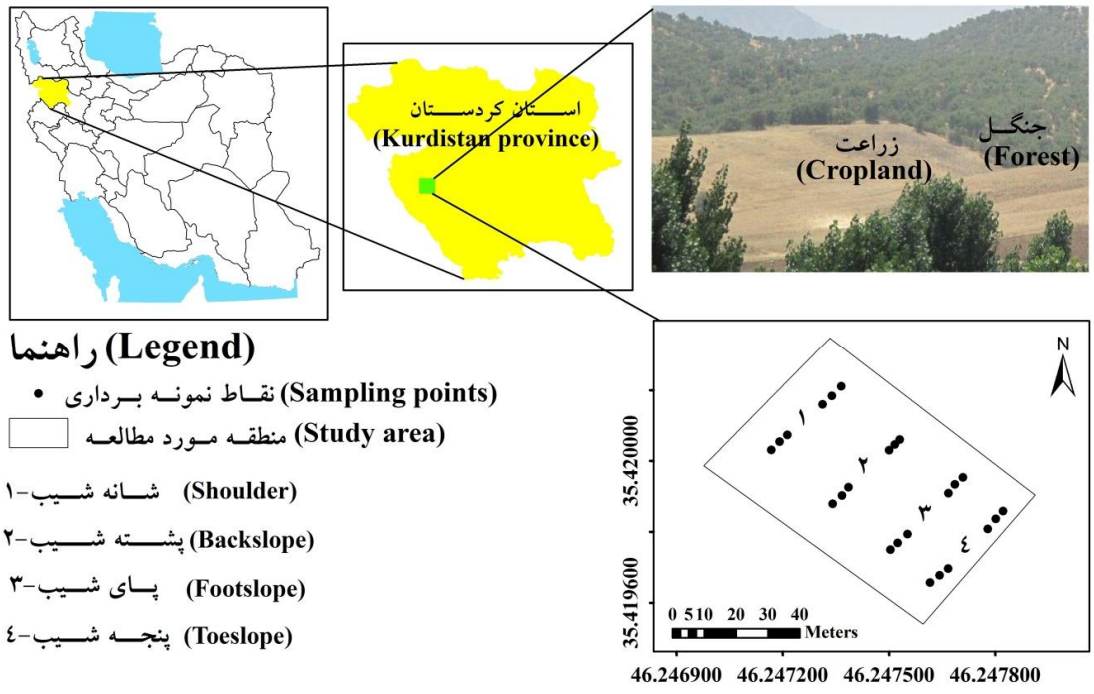
علاوه بر این در اکوسیستم‌های جنگلی، خصوصیات خاک تا حد زیادی به موقعیت توپوگرافی بستگی دارد (٤۰ و ٤۵) و اثر منفی جنگل‌تراشی بر روی فرسایش خاک به‌ویژه در مناطق شیب‌دار به‌خوبی شناخته شده است (۱۲). توپوگرافی در قالب ارتفاع، درصد شیب، موقعیت شیب، جهت شیب و زهکشی طبیعی، خصوصیات خاک و تحول و تکامل خاک را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۱۸، ۲٤ و ۳۳). موقعیت‌های گوناگون شیب می‌تواند حرکت آب و مواد، فرسایش و

رسوب‌گذاری را در خاک کنترل نموده و در موقعیت‌های مکانی مختلف، ویژگی‌های متفاوتی را در خاک ایجاد کند و بر روی کیفیت خاک مؤثر باشد. زارعیان (۲۰۰۳) در دشت دارنگون استان فارس نشان دادند که با کاهش شیب، عمق و تکامل خاک افزایش یافته شرایط برای شسته شدن آهک از خاک رخ بهتر می‌باشد (۵۸).

بهره‌برداری‌های سنتی در زاگرس شمالی (منطقه مریوان استان کردستان) با توجه به افزایش جمعیت و متعاقباً افزایش نیاز به غذا تغییرات عمده‌ای را در ساختار توده‌های جنگلی به‌دلیل تغییر کاربری ایجاد کرده و باعث تحول و کاهش کیفیت خاک‌های این منطقه شده است. بنابراین بررسی اثر تخریب اراضی جنگلی و موقعیت شیب بر روی کیفیت و تحول خاک در این مناطق شیب‌دار ضروری می‌باشد. در این پژوهش، هدف بررسی اثرات تخریب جنگل و جایگاه شیب بر روی کیفیت و تحول خاک در غرب استان کردستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی: منطقه مورد مطالعه در ۱۰ کیلومتری شهرستان مریوان در غرب استان کردستان قرار دارد که بر طبق داده‌های هواشناسی ایستگاه هواشناسی مریوان (میانگین ۳۰ ساله) دارای متوسط بارندگی سالیانه ۸۱۳ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۳/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بر اساس نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی ایران رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه به‌ترتیب زریک و مزیک می‌باشد (٤٧). (شکل ۱). از لحاظ توپوگرافی، منطقه شامل ارتفاعات رشته‌کوه‌های زاگرس شمالی می‌باشد. در این مطالعه یک تپه با شیب کلی رو به غرب و مواد مادری شیل در نظر گرفته شد که تحت کاربری جنگل طبیعی بلوط بوده و قسمت‌های از آن تحت کشت زراعت (با سابقه کشت ۵۰ ساله) قرار داشت (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعاتی و پراکنش مکانی نقاط نمونه‌برداری.

Figure 1. Location of study area and spatial variability of sampling points.

نمونه‌برداری خاک و آنالیزهای آزمایشگاهی: ۸ خاکرخ خاک در امتداد زمین‌نمای تپه (دارای شیب محدب، مقعر و یکنواخت در موقعیت‌های مختلف شیب) در موقعیت‌های مختلف شیب (شانه‌شیب، پشته‌شیب، پای‌شیب و پنجه‌شیب) با کاربری زراعت و جنگل حفر و مطابق با سیستم طبقه‌بندی آمریکایی تشریح شدند (٤٨). منطقه نمونه‌برداری به‌دلیل نداشتن شرایط خاص توپوگرافیک فاقد موقعیت قله بود. علاوه بر این در هر کاربری ۱۲ نمونه خاک و جمعاً ٢٤ نمونه خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری (۳ نمونه در هر جایگاه شیب) برداشت شد. (شکل ۱). ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) به روش باور (۹)، رطوبت قابل‌استفاده گیاه از تفاضل رطوبت در مکش‌های ۳۳ و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال (۲۹)، هدایت الکتریکی و اسیدیته در عصاره گل اشباع به‌ترتیب با دستگاه‌های هدایت‌سنج الکتریکی (۳۲) و pH متر (٤١)، کربنات‌کلسیم معادل به روش حجم‌سنجی (٤٩)، کربن آلی به‌روش والکلی- بلک (٣٤)، جرم ویژه ظاهری به روش استوانه‌های فلزی و جرم ویژه حقیقی نیز به روش پیکنومتر (۷)، تخلخل خاک از رابطه $(f=1-\frac{pb}{pd})$ (۱۱)، ازت کل به روش کجلدال (۱۹)، فسفر قابل‌جذب به روش اولسن (٣٦)، پتاسیم قابل‌استفاده از طریق جایگزین کردن استات آمونیوم (٤٣)، سدیم موجود محلول به‌وسیله دستگاه فلیم‌فتومتر و مقدار کلسیم و منیزیم محلول با استفاده از عصاره اشباع خاک از طریق تیتراسیون با EDTA اندازه‌گیری شد (۱۷). نسبت جذب سطحی سدیم (SAR) به‌وسیله سدیم، کلسیم و منیزیم محلول محاسبه شد. شدت تنفس میکروبی به روش تصاعد دی‌اکسیدکربن (٤)، بافت خاک به روش هیدرومتری (١٤) و شن‌ریز با استفاده از الک تر (٤٦) اندازه‌گیری شد. سرعت نفوذ نهایی با استفاده از روش استوانه‌های مضاعف و فرسایش‌پذیری خاک بر اساس معادله ویشمایر و اسمیت (۱۹۷۸) برآورد گردید (٥٦). برای آنالیز آماری داده‌ها، طرح فاکتوریل (فاکتور ۱: کاربری در دو سطح و فاکتور ۲: موقعیت شیب در چهار سطح) در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. مقایسه میانگین متغیرها با استفاده از آزمون دانکن و تی در سطح ۱ درصد انجام در محیط SPSS گرفت.

نتایج و بحث

در جدول ۱ خلاصه خصوصیات آماری ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آمده است. میانگین کربن آلی خاک و اسیدیته در منطقه نشان‌دهنده کربن آلی متوسط و بازی بودن خاک می‌باشد. میزان کربنات‌کلسیم معادل، SAR و شوری کم و کلاس بافت خاک لوم‌سیلتی تا لوم‌رسی‌سیلتی می‌باشد.

جدول ۱- پارامترهای آماری مربوط به ویژگی‌های خاک.

Table 1. Statistic parameters of soil characteristics.

خصوصیت (Characteristic)	واحد (Unit)	حداقل (Minimum)	حداکثر (Maximum)	میانگین (Mean)	چولگی (Skewness)	کشیدگی (Kurtosis)
رس (Clay)	درصد (٪) Percentage (%)	10.49	34.89	21.23	0.187	-1.37
شن (Sand)	درصد (٪) Percentage (%)	9.61	36.41	21.92	0.469	-0.90
سیلت (Silt)	درصد (٪) Percentage (%)	43.50	66.45	56.84	-0.153	0.36
کربن آلی (Organic Carbon)	درصد (٪) Percentage (%)	0.84	4.94	3.48	-0.633	-0.82
کربنات‌کلسیم معادل (Carbonate Calcium Equivalent)	درصد (٪) Percentage (%)	0	1.50	0.6	0.233	-1.09
ازت (Nitrogen)	درصد (٪) Percentage (%)	0.02	0.05	0.026	1.42	3.95
تخلخل (Poroisty)	درصد (٪) Percentage (%)	0.1	0.48	0.32	-0.78	1.08
شن‌ریز (Fine Sand)	درصد (٪) Percentage (%)	3.53	7.94	5.38	0.45	-0.80
اسیدیته (pH)		7.12	8.32	7.40	1.89	3.14
هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity)	دسی‌زیمنس بر متر (dSm^{-1})	0.13	1.51	0.60	0.97	2.33
سرعت نفوذپذیری پایه (Steady Infiltration Rate)	سانتی‌متر بر ساعت (cm/hr)	1.64	6.38	5.31	-0.73	0.73
فرسایش‌پذیری خاک (Soil Erodibility)	تن هکتار بر مگاژول میلی‌متر ($t\ h\ MJ^{-1}mm^{-1}$)	0.01	0.07	0.03	.58	−0.74
فسفر (Phosphorus)	میلی‌گرم بر کیلوگرم ($mgkg^{-1}$)	16.57	17.43	16.80	0.00	-0.80
پتاسیم (Potassium)	میلی‌گرم بر کیلوگرم ($mgkg^{-1}$)	22.39	260.24	146.27	0.19	-0.69
جرم مخصوص ظاهری (Bulk Density)	گرم بر سانتی‌مترمکعب ($grcm^{-3}$)	1.32	1.88	1.55	0.99	0.77
ظرفیت تبادل کاتیونی (Cation Exchange Capacity)	سانتی‌مول بار بر کیلوگرم خاک ($cmol{+}kg^{-1}$)	8.74	28.10	18.09	0.34	-0.90
رطوبت قابل‌دسترس (Available Moisture)	سانتی‌مترمکعب بر سانتی‌مترمکعب ($cm^3\ cm^{-3}$)	0.01	0.24	0.11	0.25	-0.95
نسبت جذب سطحی سدیم (SAR)		0.69	3.96	1.77	0.891	1.726
تنفس میکروبی (Microbial Respiration)	میلی‌گرم گازکربنیک بر گرم خاک در روز ($mgCO_2g^{-1}\ soil.day^{-1}$)	0.19	1.01	0.60	-0.069	-1.389

اثر تخریب جنگل بر روی کیفیت خاک

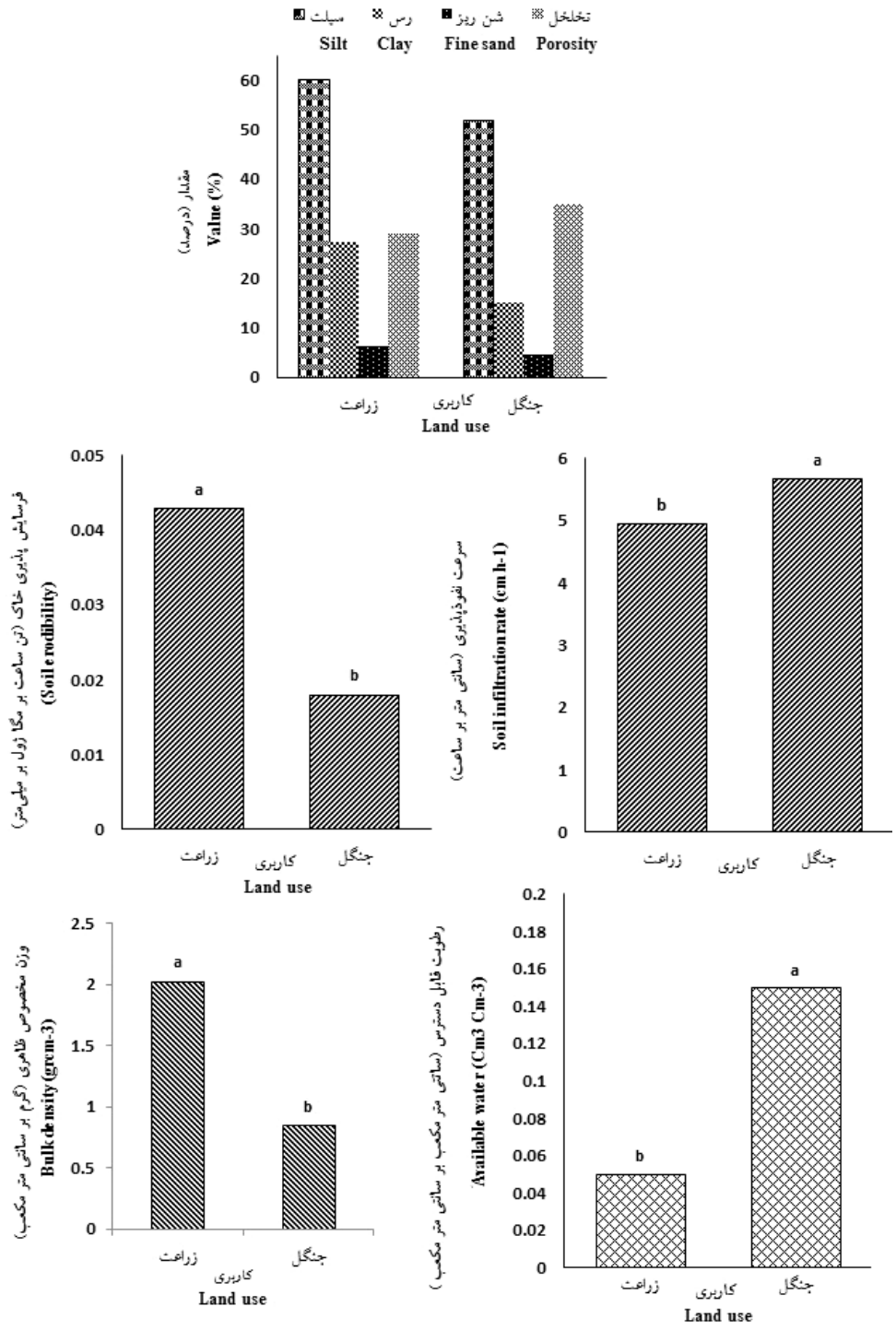
شاخص‌های فیزیکی: نتایج مقایسه میانگین آزمون تی نشان داد که دو کاربری زراعت و جنگل از لحاظ مقدار جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، سلیت، رس، نفوذپذیری، فرسایش‌پذیری و رطوبت قابل‌دسترس در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (شکل ۲). مقدار شن در دو کاربری زراعت و جنگل فاقد تفاوت آماری معنی‌دار با یکدیگر بود. جرم مخصوص ظاهری و تخلخل در کاربری زراعت به‌ترتیب بیش‌تر و کم‌تر از جنگل می‌باشد که دلیل آن می‌تواند به سبب خرد شدن خاک در اثر عملیات خاک‌ورزی و جای‌گیری ذرات ریز در منافذ درشت خاک می‌باشد (۲۳ و ۲٤).

رطوبت قابل‌دسترس در کاربری جنگل بیش‌تر از زراعت بود که می‌تواند ناشی از نفوذپذیری بیش‌تر در اراضی جنگلی باشد. در کاربری جنگل در مقایسه با کاربری زراعت درصد ذرات سیلت، شن‌ریز، فرسایش‌پذیری خاک کم‌تر و نفوذپذیری بیش‌تر بود که می‌تواند به‌دلیل اثرات منفی ناشی از کشت و کار بر روی کربن آلی، ساختمان و نفوذپذیری خاک و در نهایت فرسایش‌پذیری و فرسایش خاک باشد (٤۲). رحیمی‌آشجردی و ایوبی (۲۰۱۲) افزایش درصد سیلت در اثر تغییر کاربری اراضی از مرتع و جنگل به زراعت را گزارش نمودند (۳۸). خالدیان و همکاران (۲۰۰۱) و خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) هم بیش‌ترین مقدار نفوذپذیری را در کاربری جنگل در مقایسه با سایر کاربری‌های (شهری، مرتع و زراعت) گزارش نمودند (۲۳ و ۲٤). خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) همچنین عنوان کردند که جنگل‌تراشی باعث افزایش مقدار فرسایش‌پذیری در مقایسه با کاربری جنگل می‌شود (۲٤).

شاخص‌های شیمیایی و بیولوژیکی: نتایج مقایسه میانگین آزمون تی نشان داد که دو کاربری زراعت و جنگل از لحاظ مقدار pH، SAR، ماده آلی، کربنات‌کلسیم معادل، شدت تنفس میکروبی و نیتروژن خاک در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار است (شکل ۳). مقدار هدایت الکتریکی، فسفر و پتاسیم خاک در دو کاربری زراعت و جنگل فاقد تفاوت آماری معنی‌دار با یکدیگر است. مقدار کربن آلی و شدت تنفس میکروبی در کاربری زراعت کم‌تر از جنگل می‌باشد. مهم‌ترین عوامل مؤثر در کاهش مواد آلی در خاک، عملیات خاک‌ورزی (منجر به افزایش سرعت تجزیه مواد آلی) و میزان بقایای آلی ورودی می‌باشد که بر روی میزان مواد آلی خاک مؤثر می‌باشند. علاوه بر این فرسایش خاک هم می‌تواند سبب انتقال خاک سطحی و باعث کاهش مواد آلی در سطح خاک شده باشد. شدت تنفس میکروبی هم تابعی از میزان رطوبت، تهویه و ماده آلی و در نتیجه میزان و نوع پوشش گیاهی است (۲۳). خرمالی و شمسی (۲۰۰۹) و خالدیان و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند میانگین مواد آلی و تنفس میکروبی در کاربری جنگل بیش‌تر از زراعت بود (۲٦ و ۲۳). هنوک و همکاران (۲۰۱۷)، تسفای و همکاران (۲۰۱۷) و لی و همکاران (۲۰۱۷) هم کاهش حاصلخیزی و افزایش فرسایش خاک را در اثر تغییر کاربری اراضی گزارش نمودند (۱٦، ۳۰ و ۵۰). با وجود کم بودن مقدار کربنات‌کلسیم معادل در هر دو کاربری بررسی میزان کربنات‌کلسیم معادل نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در دو کاربری بود به‌طوری‌که میزان آهک در کاربری جنگل به‌دلیل نفوذپذیری بالا و آبشویی بیش‌تر، کم‌تر از زراعت بود (۲۳ و ۳۸). مقدار pH در کاربری جنگل به‌علت نفوذپذیری بیش‌تر و در نتیجه آبشویی کاتیون‌های بازی، کم‌تر از کاربری زراعت بود. هدایت الکتریکی خاک هم در کاربری جنگل مقدار کم‌تری نسبت به کاربری زراعت داشت که می‌تواند در نتیجه عملیات کشت و کار و کوددهی در اراضی زراعی باشد (۲۳). ظرفیت تبادل کاتیونی در کاربری جنگل بیش‌تر از زراعت بود که می‌تواند به‌دلیل زیاد بودن

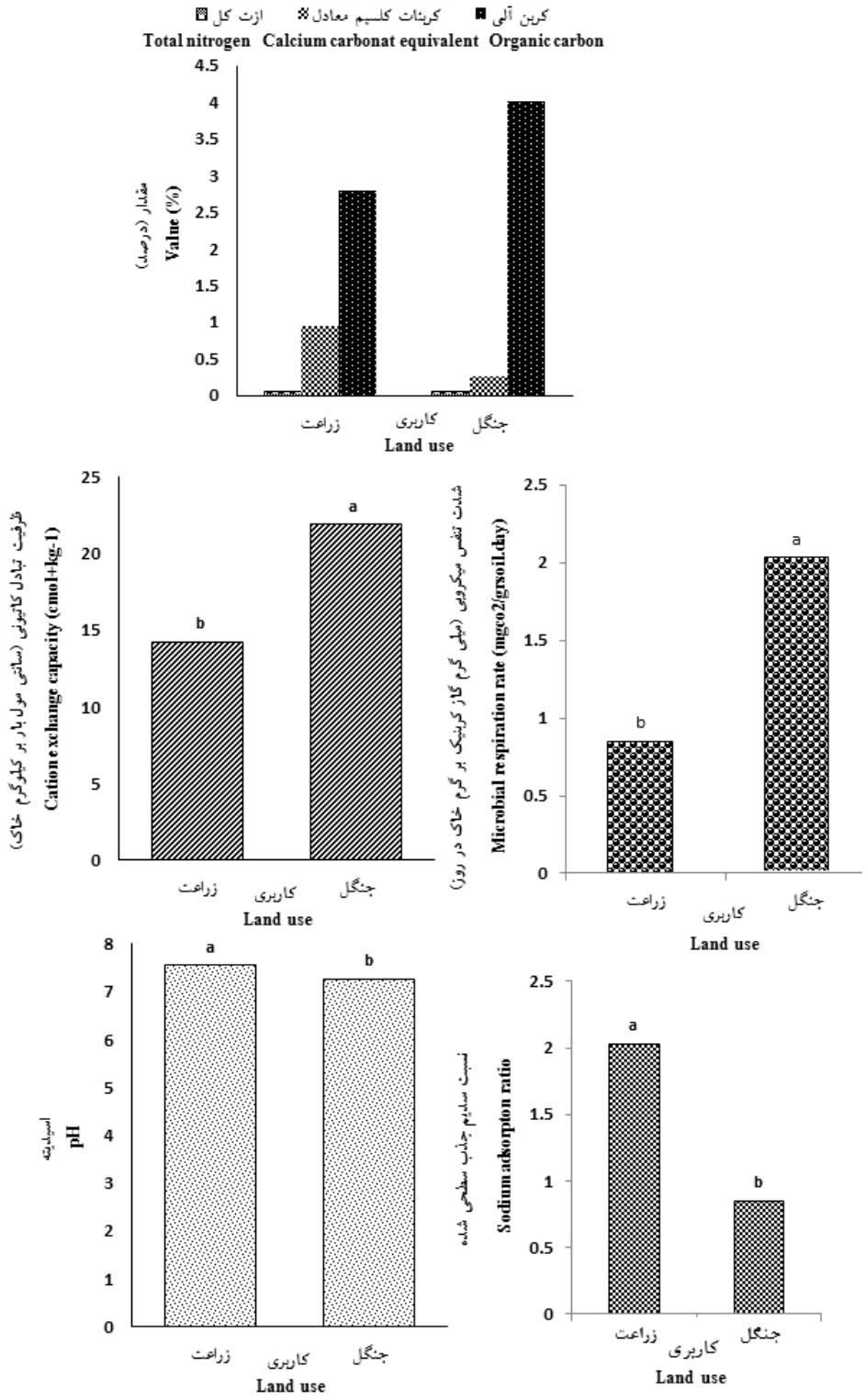
ماده آلی و رس خاک در کاربری جنگل باشد (۳۹). کاسا و همکاران (۲۰۱۷) همچنین در اتیوپی در بررسی اثر جنگل‌تراشی بر روی خصوصیات خاک نشان دادند که مقدار pH و ظرفت تبادل کاتیونی در جنگل دارای تفاوت معنی‌داری با اراضی زراعی می‌باشد (۲۱). نیتروژن کل در کاربری زراعت کم‌تر از کاربری جنگل بود که می‌تواند به‌دلیل تأثیر عملیات خاک‌ورزی بر تخریب ساختمان خاک و افزایش رواناب و در نهایت هدررفت ازت خاک باشد. همچنین عملیات کشت و کار می‌تواند باعث کاهش پوشش گیاهی و معدنی شدن بیش‌تر نیتروژن و کاهش ازت کل شود (۳۸). آسفا و همکاران (۲۰۱۷) در اتیوپی نشان دادند که جنگل‌تراشی و تغییر کاربری منجر به کاهش نیتروژن خاک در اراضی جنگلی (۲/۱ کیلوگرم در مترمربع) در مقایسه با اراضی زراعی (۰/٤ کیلوگرم در مترمربع) شد (٦). مقدار SAR در کاربری جنگل کم‌تر از زراعت بود که دلیل آن می‌تواند افزایش EC در کاربری زراعت باشد. مقادیر پتاسیم در کاربری جنگل اگرچه بیش‌تر از کاربری زراعت بود اما اختلاف معنی‌داری با همدیگر نداشتند. یکی از دلایل احتمالی کاهش غلظت پتاسیم در زمین زراعی را می‌توان به عدم مصرف کودهای شیمیایی حاوی پتاسیم و برداشت مداوم این عنصر توسط گیاه نسبت داد (۵). مقادیر فسفر اگرچه در دوکاربری اختلاف معنی‌داری با همدیگر نداشتند اما در کاربری جنگل کم‌تر از کاربری زراعت بود که دلیل این عدم معنی‌داری می‌تواند استعمال کودهای شیمیایی، دامی فسفر و بیش‌تر بودن مقدار درصد رس در کاربری زراعت و در نهایت افزایش این عنصر در کاربری زراعت باشد (٤١).

اثر تخریب جنگل بر روی تحول خاک: تخریب جنگل و تغییر کاربری اراضی به زراعت، توسعه و تکوین خاک‌ها را تحت‌تأثیر قرار داده است. افق‌های مشخصه سطح‌الارضی مالیک، اکریک و افق زیرسطحی کمبیک وجه تمایز خاک‌های مورد مطالعه می‌باشند. از جمله فرآیندهای بارز خاک‌سازی در این منطقه می‌توان به تجمع مواد آلی و تیره شدن افق‌های سطحی اشاره کرد. در کاربری جنگل خاک‌های مالی‌سولز و در مقابل در کاربری زراعت خاک‌های اینسپتی‌سولز و انتی‌سولز تشکیل شده است (جدول ۲). تغییر کاربری اراضی از جنگل به زراعت، به‌دلیل عملیات ناشی از کشت و کار منجر به کاهش مقدار ماده آلی در افق مالیک شده است. کربن آلی مهم‌ترین مشخصه افق مالیک است که این مشخصه هم بر روی تکامل ساختمان خاک مؤثر است به‌طوری‌که با کاهش کربن آلی در نتیجه تغییر کاربری اراضی جنگلی، ساختمان خاک در افق مالیک نیز ضعیف‌تر شده و افق مالیک تخریب و به اکریک تبدیل شده است. در نهایت در نتیجه تخریب افق مالیک در اراضی زراعی رده‌های انتی‌سولز و اینسپتی‌سولز تشکیل شده‌اند. خرمالی و نبی‌اللهی (۲۰۰۹) عنوان کردند که در نتیجه تغییر کاربری اراضی، ماده آلی افق مالیک کاهش و ساختمان خاک تخریب شده، که در نتیجه آن تخریب مالی‌سولزها روی داده و به اینسپتی‌سولز تبدیل شده‌اند (۲۵). عجمی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که خاک‌های تکامل‌یافته با کاربری جنگل (دارای افق آرجیلیک واقع در موقعیت‌های شانه‌شیب و شیب‌پشتی) بر اثر از بین رفتن پوشش طبیعی به انواعی از خاک‌های غیرمتکامل از رده اینسپتی‌سولز در کاربری زراعی تبدیل شده‌اند (۲). کیانی و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که خاک اراضی جنگلی و مرتعی در رده مالی‌سولز و اراضی کشاورزی در رده اینسپتی‌سولز و آلفی‌سولز قرار داشتند و علت اصلی این تغییر را کاهش درصد مواد آلی و ضخامت افق مالیک بیان کردند (۲۷).



شکل ۲- میانگین ویژگی‌های فیزیکی خاک سطحی در دو کاربری زراعت و جنگل (میانگین‌های که حروف مشترک دارند مطابق با آزمون تی در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند (مقدار P <۰/۰۵).

Figure 2. Mean value of surface soil physical properties in two land uses of cropland and forest Means (n = 2) that share a letter are not significantly different at the level 0.01 (Sig > 0.05) according to T's test.



شکل ۳- میانگین ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی خاک سطحی در دو کاربری زراعت و جنگل (میانگین‌های که حروف مشترک دارند مطابق با آزمون تی در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند (مقدار P <۰/۰۵).

Figure 3. Mean value of surface soil physical properties in two land uses of cropland and forest Means (n = 2) that share a letter are not significantly different at the level 0.01 (Sig > 0.05) according to T's test.

جدول ۲- طبقه‌بندی خاک‌های مورد مطالعه در دو کاربری و جایگاه‌های متفاوت شیب (مطابق با سیستم طبقه‌بندی امریکایی ۲۰۱٤).

Table 2. Classification of the studied soils formed on two land uses and different slope positions (based on USDA soil taxonomy 2014).

موقعیت شیب (Slope position)	زراعت (Cropland)	جنگل (Forestland)
شانه‌شیب (Shoulder)	Lithic Xerorthents	Lithic Haploxerolls
پشته‌شیب (Back slope)	Typic Haploxerepts	Typic Haploxerolls
پای‌شیب (Foot slope)	Typic Haploxerepts	Typic Haploxerolls
پنجه‌شیب (Toe slope)	Typic Haploxerepts	Typic Haploxerolls

اثر جایگاه شیب بر روی کیفیت خاک

شاخص‌های فیزیکی: نتایج مقایسه میانگین آزمون دانکن نشان داد که در کاربری زراعت اثر جایگاه شیب بر مقدار جرم مخصوص ظاهری، شن، سلیت، رس، نفوذپذیری خاک، فرسایش‌پذیری خاک، رطوبت قابل‌دسترس خاک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۳). جرم مخصوص ظاهری در موقعیت پنجه‌شیب کم‌ترین و در شانه‌شیب (با کم‌ترین مقدار مواد آلی) بیش‌ترین مقدار را دارد. بیش‌ترین مقادیر درصد شن‌ریز، سیلت و رس در پنجه‌شیب و کم‌ترین در شانه‌شیب مشاهده شد که نشان‌دهنده انتقال انتخابی ذرات ریز و فرسایش‌پذیر از منطقه بالادست و تجمع آن در پایین‌دست می‌باشد. پژند و همکاران (۲۰۱۵) و ملکی و همکاران (۲۰۱٤) هم نتایج مشابهی را گزارش کردند (۳۱ و ۳۷). کم‌ترین مقدار نفوذپذیری و بیش‌ترین مقدار فرسایش‌پذیری خاک در شانه‌شیب مشاهده شد که نتایج مشابهی توسط خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است (۲٤). بیش‌ترین مقدار رطوبت قابل‌دسترس در پنجه‌شیب و کم‌ترین در شانه‌شیب مشاهده شد که می‌تواند به‌دلیل نفوذپذیری و مقدار رس بیش‌تر در اثر شیب کم‌تر در قسمت‌های پای‌شیب در مقایسه با شانه‌شیب باشد (٤٤). وانگ و همکاران (۲۰۱۷) و وی و همکاران (۲۰۱٤) هم نشان دادند که میزان رطوبت خاک در جایگاه‌های مختلف شیب دارای اختلاف معنی‌داری بوده و در پنجه‌شیب و پای‌شیب در مقایسه با شیب‌میانه و بالای‌شیب بیش‌تر بود (۵۲ و ۵۵). در کاربری جنگل هم‌چون کاربری زراعت مقدار جرم مخصوص ظاهری، شن، سلیت، شن‌ریز، فرسایش‌پذیری خاک و رطوبت قابل‌دسترس خاک از لحاظ جایگاه شیب در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار است (جدول ۳). مقدار رس و نفوذپذیری خاک در موقعیت‌های مختلف شیب اگرچه فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بود اما مقادیر آن‌ها در پنجه‌شیب بیش‌ترین و در شانه‌شیب کم‌ترین بودند و دلیل عدم معنی‌داری مقدار رس در موقعیت‌های مختلف شیب احتمالاً پایداری بیش‌تر سطوح ژئومورفولوژیک خاک در کاربری جنگل می‌باشد که مانع از فرسایش زیاد در قسمت‌های فوقانی شیب و انتقال آن‌ها به قسمت‌های پایین‌دست باشد (٤٤).

شاخص‌های شیمیایی و بیولوژیکی: نتایج مقایسه میانگین آزمون دانکن نشان داد که در کاربری زراعت اثر جایگاه شیب بر مقدار pH، ماده آلی، کربنات‌کلسیم معادل، شدت تنفس میکروبی، نیتروژن، فسفر، ظرفیت تبادل کاتیونی و پتاسیم خاک در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار است (جدول ۳) و مقدار هدایت الکتریکی خاک فاقد تفاوت آماری معنی‌دار است. ماده آلی در پنجه‌شیب و پای‌شیب به‌ترتیب با مقادیر ٤/۵۳ و ۳/۸۷ درصد بیش‌ترین و در شانه‌شیب با ۱/۳۵ درصد کم‌ترین مقدار را داشت. یکی از دلایل زیاد بودن مقدار کربن آلی در موقعیت پنجه‌شیب و پای‌شیب، کم‌تر بودن شیب زمین در این موقعیت‌ها می‌باشد. با کاهش زاویه شیب فرآیندهای فرسایش با شدت کم‌تری به‌وقوع پیوسته و در نتیجه

مقدار کربن آلی در خاک‌های تشکیل‌یافته در این موقعیت شیب بیش‌تر می‌باشد. علاوه بر این می‌تواند به‌دلیل دریافت مواد سطحی فرسایش یافته سطوح بالا و موقعیت پایدار در موقعیت پنجه‌شیب و پای‌شیب باشد. وانگ و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی اثر جایگاه شیب بر روی کربن آلی خاک نشان دادند که در سه عمق ۲۰-۰، ۶۰-۲۰ و ۲۰۰-۶۰ سانتی‌متری میزان کربن آلی در اراضی مسطح بیش‌ترین و در اراضی شیب‌دار کم‌ترین می‌باشد و دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (۵۲). ژائو و همکاران (۲۰۱٤) و ملکی و همکاران (۲۰۱٤) به‌ترتیب در چین و استان گلستان نتاج مشابهی را در رابطه با اثر موقعیت شیب بروی کربن آلی خاک گزارش کردند (۳۱ و ۵۹). شدت تنفس میکروبی هم در پنجه‌شیب و پای‌شیب به‌ترتیب با مقادیر ۰/۷۹ و ۰/۵۵ بیش‌ترین و در شانه‌شیب با ۰/۲۲ میلی‌گرم گاز کربنیک بر گرم خاک در روز کم‌ترین مقدار را دارد. وانگ و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی اثر جایگاه و درصد شیب بر روی شدت تنفس میکروبی در منطقه نیمه‌خشک در چین نشان دادند که میزان گاز کربنیک متصاعد شده و کربن آلی در شیب ۰/۵ درجه بیش‌تر از شیب‌های ۱ و ۳ درجه بود (۵۳). همچنین میزان گاز کربنیک متصاعد شده و کربن آلی در جایگاه پای‌شیب هم در مقایسه با شیب‌میانه و بالای‌شیب بیش‌تر بود. ظرفیت تبادل کاتیونی در موقعیت پنجه‌شیب بیش‌ترین و در شانه‌شیب کم‌ترین بود که می‌تواند به‌دلیل زیاد بودن ماده آلی و رس خاک در قسمت‌های پایین‌شیب باشد. حداکثر مقدار ازت کل و فسفر در موقعیت پنجه‌شیب و کم‌ترین در شانه‌شیب مشاهده شد که می‌تواند به‌دلیل بیش‌تر بودن کربن آلی در موقعیت‌های پایین‌تر شیب باشد (۵۷). 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 (۵۱). علاوه بر این هرچه درجه شیب تندتر باشد از مقدار ازت موجود در خاک می‌تواند کاسته شود. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار پتاسیم قابل‌جذب به‌ترتیب در پنجه‌شیب و شانه‌شیب مشاهده شد. انتقال رس از موقعیت‌های بالای‌شیب به پایین‌شیب دلیل اصلی افزایش پتاسیم قابل‌جذب در موقعیت پنجه‌شیب می‌باشد (۳۸). میزان کربنات‌کلسیم معادل در شانه‌شیب بیش‌ترین و در پنجه‌شیب کم‌ترین بود که می‌تواند به دریافت آب از اراضی بالای‌شیب و آب‌شویی بیش‌تر در اراضی پایین‌شیب باشد. میزان کربنات‌های افق‌های سطحی، با کاهش میزان شیب کاسته می‌شود که در واقع نشان‌دهنده فرسایش کم‌تر، دریافت رطوبت بیش‌تر و افزایش شستشوی کربنات‌ها به عمق می‌باشد (۱۵). مقدار pH در قسمت پنجه‌شیب و پای‌شیب کم‌ترین و در قسمت شانه‌شیب بیش‌ترین بود که می‌تواند به‌دلیل بیش‌تر بودن آهک و آبشویی کم‌تر در شانه‌شیب باشد (۵۷). مقدار SAR در پنجه‌شیب کم‌ترین و در شانه‌شیب بیش‌ترین بود که می‌تواند در ارتباط آبشویی کم‌تر قسمت شانه‌شیب باشد. هدایت الکتریکی هم در کاربری زراعت اگرچه در موقعیت‌های مختلف شیب معنی‌دار نبود اما در پنجه‌شیب کم‌ترین و در شانه‌شیب بیش‌ترین بود. در کاربری جنگل هم‌چون کاربری زراعت مقدار pH، ماده آلی، کربنات‌کلسیم معادل، شدت تنفس میکروبی، هدایت الکتریکی، SAR، فسفر و پتاسیم خاک از لحاظ جایگاه شیب در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲) و فقط مقدار نیتروژن خاک در جایگاه‌های شیب کاربری جنگل فاقد تفاوت آماری معنی‌دار با یکدیگر است. مقدار نیتروژن خاک در موقعیت‌های مختلف شیب اگرچه فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بود اما مقادیر آن‌ها در پنجه‌شیب بیش‌ترین و در شانه‌شیب کم‌ترین بودند. دلیل عدم معنی‌داری آن‌ها در موقعیت‌های مختلف شیب در کاربری جنگل می‌تواند پایداری بیش‌تر سطوح ژئومورفولوژیک خاک باشد که مانع از فرسایش زیاد در قسمت‌های فوقانی شیب و انتقال آن‌ها به قسمت‌های پایین‌دست باشد (٤٤).

جدول ۳- میانگین ویژگی‌های خاک در موقعیت‌های مختلف شیب (میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند مطابق با آزمون تی در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

Table 3. Mean value of soil properties of different slope positions. Means (n = 4) that share a letter are not significantly different at the level 0.01 according to Duncan's test.

جنگل (Forestland)				زراعت (Cropland)				خصوصیت (Characteristic)
پنجه شیب (Toe slope)	پای شیب (Foot slope)	پشته شیب (Back slope)	شانه شیب (Shoulder)	پنجه شیب (Toe slope)	پای شیب (Foot slope)	پشته شیب (Back slope)	شانه شیب (Shoulder)	
31.92^{a}	28.65^{ab}	27.53^{ab}	21.33^{b}	19.12^{a}	16.41^{ab}	13.01^{b}	12.17^{b}	رس (Clay)
11.87^{c}	16.58^{b}	17.16^{b}	29.83^{a}	15.83^{c}	22.34^{b}	26.02^{b}	34.54^{a}	شن (Sand)
56.04^{a}	53.26^{a}	52.81^{a}	45.66^{b}	65.04^{a}	61.24^{a}	60.95^{a}	53.27^{b}	سیلت (Silt)
4.75^{a}	4.59^{a}	3.64^{b}	2.73^{c}	4.53^{a}	3.87^{a}	2.37^{b}	1.35^{c}	کربن آلی (Organic carbon)
6.05^{a}	4.56^{b}	3.88^{b}	3.94^{b}	7.19^{a}	6.87^{a}	5.49^{ab}	5.09^{b}	شن‌ریز (Fine sand)
7.18^{b}	7.20^{b}	7.27^{ab}	7.36^{a}	7.2^{c}	7.35^{bc}	7.55^{b}	8.1^{a}	اسیدیته (pH)
0.24^{c}	0.46^{bc}	0.54^{ab}	0.77^{a}	0.34^{b}	0.6^{ab}	0.85^{ab}	0.99^{a}	هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity)
0.00^{c}	0.08^{c}	0.36^{b}	0.55^{a}	0.48^{b}	0.95^{a}	1.06^{a}	1.3^{a}	کربنات‌کلسیم معادل (Carbonate Calcium Equivalent)
0.33^{a}	0.027^{ab}	0.023^{ab}	0.02^{b}	0.026^{a}	0.025^{a}	0.024^{a}	0.022^{b}	ازت (Nitrogen)
0.44^{a}	0.38^{ab}	0.33^{b}	0.27^{c}	0.34^{a}	0.34^{a}	0.30^{a}	0.16^{b}	تخلخل (Porosity)
16.82^{a}	16.75^{ab}	16.69^{ab}	16.67^{b}	17.20^{a}	17.05^{ab}	16.95^{ab}	16.70^{b}	فسفر (Phosphorus)
240.78^{a}	171.76^{b}	150.80^{b}	111.16^{c}	226.3^{a}	102.81^{b}	97.12^{b}	69.4^{b}	پتاسیم (Potassium)
1.36^{d}	1.45^{c}	1.54^{b}	1.65^{a}	1.47^{d}	1.53^{c}	1.57^{b}	1.87^{a}	جرم مخصوص ظاهری (Bulk density)
28.03^{a}	26.46^{b}	20.36^{c}	13.03^{d}	17.1^{a}	15.73^{b}	15.28^{c}	8.75^{d}	ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)
0.23^{a}	0.18^{ab}	0.13^{b}	0.07^{c}	0.12^{a}	0.09^{ab}	0.02^{c}	0.05^{bc}	رطوبت قابل‌دسترس (Available moisture)
0.8^{b}	1.30^{b}	1.38^{b}	2.27^{a}	1.72^{b}	1.78^{b}	1.86^{b}	3.05^{a}	نسبت سدیم جذب سطحی‌شده (Sodium adsorption ratio)
6.69^{a}	6.15^{a}	5.60^{a}	4.27^{a}	6.25^{a}	6.06^{a}	5.35^{a}	2.12^{b}	سرعت نفوذپذیری پایه (Steady infiltration rate)
0.012^{b}	0.014^{b}	0.021^{a}	0.024^{a}	0.029^{b}	0.037^{b}	0.051^{a}	0.57^{a}	فرسایش‌پذیری خاک (Soil erodibility)
0.95^{a}	0.84^{a}	0.70^{a}	0.30^{b}	0.79^{a}	0.55^{b}	0.43^{b}	0.22^{c}	شدت تنفس میکروبی (Microbial respiration)

حروف متفاوت (a, b, c و d) در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است.

Different letters in each column shows significantly different at the 0.01 level.

اثر جایگاه شیب بر روی تحول خاک: سطوح مختلف ژئومورفیک در کنار تغییر کاربری توسعه و تکوین خاک‌ها را نیز تحت‌تأثیر قرار داده است. در کاربری زراعت خاک‌های واقع در شانه‌شیب جزو راسته انتی‌سولز می‌باشد. این خاک‌ها تکامل پروفیلی چندانی نداشته و به‌جز افق سطحی اکریک با ساختمان بلوکی‌ریز ضعیف مشخصه دیگری در آن‌ها دیده نمی‌شود که دلیل این موضوع، شیب زیاد و عدم پایداری سطوح ژئومورفیک می‌باشد. سن کم و در نتیجه نداشتن فرصت کافی برای تکامل، خیس و خشک بودن بیش از حد محیط عواملی هستند که به تنهایی و یا مشترک تکامل ناچیز انتی‌سولز را توجیه می نماید. خاک‌های واقع در سایر جایگاه‌های پشته‌شیب، پای‌شیب و پنجه‌شیب جزو راسته اینسپتی‌سولز می‌باشد. خاک‌های واقع در انتهای شیب در موقعیت پنجه و پای‌شیب به‌دلیل رسوب‌گذاری بیش‌تر دارای عمق بیش‌تری می‌باشند. افق‌های زیرسطحی دارای ساختمان بلوکی متوسط می‌باشند و فاقد هر گونه تجمعی می‌باشد که در اثر حرکت ذرات خاک در اثر انقباض و انبساط، رشد ریشه گیاهان و حرکت جانوران در خاک، حالت اولیه مواد مادری تغییر کرده است و به‌تدریج دچار تغییرات ساختمانی و رنگ شده است. در کاربری جنگل خاک‌های واقع در تمام موقعیت‌های شیب مالی‌سولز می‌باشد. مالی‌سولز واقع در شانه شیب به‌دلیل شیب بیش‌تر، عمق کم‌تری نسبت به سایر جایگاه‌های شیب هم‌چون پنجه و پای‌شیب دارد. در انتهای شیب در موقعیت پنجه و پای‌شیب به‌دلیل داشتن کربن آلی بیش‌تر دارای ساختمان گرانوله قوی‌تری می‌باشند. وب و دولینگ (۲۰۰۵) بیان کردند جایگاه شیب بیش‌ترین تأثیر را در عمق خاک دارد و موقعیت‌های میانه و بالای شیب دارای خاک‌های کم عمق‌تری در مقایسه با موقعیت‌های پایین شیب هستند (٥٤). کینگ و همکاران (۱۹۸۳) نشان دادند که در موقعیت بالای شیب، خاک‌های رگوسول و در موقعیت وسط، کمبی‌سول‌ها و در موقعیت پایین شیب، گلِی‌سول‌ها مشاهده شد (۲۸). بونیفاسیو و همکاران (۱۹۹۷) و رحمان و همکاران (۱۹۹٦) هم در قسمت بالای شیب و شیب پشتی به‌ترتیب انتی‌سولز و اینسپتی‌سولز و در قسمت‌های پای‌شیب و پنجه‌شیب به‌ترتیب آلفی‌سولز و مالی‌سولز را گزارش کردند (۸ و ۳۹).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد تغییر کاربری اراضی جنگلی به زراعی در منطقه مریوان منجر به کاهش کیفیت خاک از طریق کاهش معنی‌دار کربن آلی، تنفس میکروبی، ازت کل، ظرفیت تبادل کاتیونی، تخلخل، نفوذپذیری و رطوبت قابل‌استفاده و افزایش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری، pH خاک، شن‌ریز، سیلت و فرسایش‌پذیری شده است. همچنین تغییر کاربری اراضی جنگلی به زراعی بر روی تحول خاک مؤثر بوده و منجر به تخریب مالی‌سولزها شده است. علاوه بر این، نتایج نشان داد ویژگی‌های خاک بسته به موقعیت شیب، متغیر بوده و موقعیت شیب بر خصوصیات و تحول خاک تأثیر دارد. در منطقه مورد مطالعه باید فعالیت‌های مدیریتی در جهت برگشت کیفیت از دست رفته خاک طراحی شود و جهت استفاده پایدار از منابع طبیعی، باید موقعیت فیزیکی و استعداد اراضی در درازمدت برای هر منطقه در نظر گرفته شود.

منابع

1.Abu-hashim, M., Elsayed, M., and Belal, A.E. 2016. Effect of land-use changes and site variables on surface soil organic carbon pool at Mediterranean region. J. Afr. Earth Sci. 114: 78-84.

2.Ajami, M., Khormali, F., and Ayoubi, Sh. 2009. Role of deforestation and land use change on soil erodibility of loess in eastern Golestan province. Watershed Management Research (Pajouhesh and Sazandegi). 94: 36-44. (In Persian)

3.Allen, K., Corre, M.D., Kurniawan, S., Utami, S.R., and Veldkamp, E. 2016. Spatial variability surpasses land-use change effects on soil biochemical properties of converted lowland landscapes in Sumatra, Indonesia. Geoderma. 284: 42-50.

4.Anderson, E., and John, P. 1982. P 831-870. Soil respiration. Methods of Soil Analysis Part 2. Amer. Soc. of Agron, Madison USA.

5.Asghari, Sh., Hashemian Soofian, S., Goli Kalanpa, E., and Mohebodini, M. 2015. Impacts of land use change on soil quality indicators in eastern Ardabil province. J. Soil Water Cons. 22: 3. 1-19. (In Persian)

6.Assefa, D., Rewald, B., Sanden, H., Rosinger, Ch., Abiyu, A., Yitaferu, B.L., and Godbold, D. 2017. Deforestation and land use strongly effect soil organic carbon and nitrogen stock in Northwest Ethiopia. Catena. 153: 89-99.

7.Blake, G.R., and Hartage, K.H. 1986. Bulk density, P 363-382. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part1: physical and Mineralogical Methods, 2nd ed. Agronomy Monograph. 9: ASA, Madison, WI.

8.Bonifacio, E., Zanini, E., Boero, V., and Franchini Angela, M. 1997. Pedogenesis in soil catena on serpentinite in north western Italy. Geoderma. 75: 33-51.

9.Bower, C.A., Reitemeier, R.F., and Fireman, M. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Sci. 73: 251-262.

10.Brejda, J.J., Moorman, T.B., Karlan, D.L., and Dao, T.H. 2000. Identification of regional siol quality factors and indicators: I. Central and Southern High Plains, Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 2115-2124.

11.Danielson, R.E., and Sutherland, P.L. 1986. Porosity, P 443-461. In: Klute, A. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph, 9. 2nd edition, ASA and SSSA, Madison, WI.

12.Dotterweich, M. 2013. The history of human-induced soil erosion: geomorphic legacies, early descriptions and research, and the development of soil conservation-a global synopsis. Geomorphology. 201: 1-34.

13.Fujisakia, K., Perrin, A.S., Garric, B., Balesdent, J., and Brossard, M. 2017. Soil organic carbon changes after deforestation and agrosystem establishment in Amazonia: An assessment by diachronic approach. Agric. Ecosyst. Environ. 245: 63-73.

14.Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis, P 383-411. In: A. Klute. (ed). Methods of Soil Analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods, second edition. American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI.

15.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.

16.Henok, K., Dondeyne, S., Poesen, J., Frankl, A., and Nyssen, J. 2017. Transition from Forestbased to Cereal-based Agricultural Systems: A Review of the Drivers of Land use Change and Degradation in Southwest Ethiopia. Land Degrad. Dev. 28: 431-449.

17.Jayachandran, K., Gamare, J.S., Nair, P.R., Xavier, M., and Aggarwal, S.K. 2012. A novel biamperometric methodology for thorium determination by EDTA complexometric titration. Radiochim. Acta. 100: 311-314.

18.Jiang, P., and Thelen, K.D. 2004. Effect of soil and topographic properties on crop yield in a north- central corn-soybean cropping system. Agron J. 96: 252-258.

19.Jones, B.J. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. Boca Raton, London, New York & Washington, D.C. CRC Press.

20.Karlen, D.L., Gardner, J.C., and Rosek, M.J. 1998. A soil quality framework for evaluating the impact of CRP. J. Prod. Agric. 11: 56-60.
21.Kassa, H., Dondeyne, S., Poesen, J., Frankl, A., and Nyssen, J. 2017. Impact of deforestation on soil fertility, soil carbon and nitrogen stocks: the case of the Gacheb catchment in the White Nile Basin, Ethiopia. Agric. Ecosyst. Environ. 247: 273-282.
22.Khaledian, Y., Kiani, F., Ebrahimi, S., and Movahedi Naeini, A. 2011. Impact of forest degradation, changing land use and building villas on some indicators of soil quality in the watershed, Golestan province. J. Soil Water Cons. 18: 3. 167-184. (In Persian)
23.Khaledian, Y., Kiani, F., Ebrahimi, S., Brevik, B.C., and Aitkenhead-Peterson, J. 2016. Assessment and monitoring of soil degradation during land use change using multivariate analysis. Land Degrad. Dev. 28: 128-141.
24.Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, S., Srinivasarao, Ch., and Wani, S.P. 2009. Role of deforestation and hill slope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province, Iran. J. Agri. Ecosys. Environ. 134: 178-189.
25.Khormali, F., and Nabiollahy, K. 2009. Degradation of Mollisols in western Iran as affected by land use change. Jest. 11: 363-374.
26.Khormali, F., and Shamsi, S. 2009. Study of soil quality and micromorphology at different sloped loess land use in the eastern of Golestan province. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 16: 3. 14-29. (In Persian)
27.Kiani, F., Jalalian, A., Pashayee, A., and Khademi, H. 2007. The role of forest utilization, conservation and degradation of rangelands on soil quality indicators in Loss lands of Golestan province. Iran. J. Agric. Nat. Resour. Sci. 41: 453-463. (In Persian)
28.King, G.J., Acton, D.F., and Arnaud, R.J. 1983. Soil-landscape analysis in relation to soil distribution and mapping at site witan the Weyburn association. Canadian J. Soil Sci. 63: 657-670.
29.Klute, A., and Dirksen, C. 1986. Hydraulic conductivity of saturated soils (constant head), P 694-696. In: Klute, A. (ed). Methods of Soil Analysis. Part 1, 2nd ed. Agronomy. Monograph 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
30.Li, Zh., Liu, Ch., Dong, Y., Chang, X., Nie, X., Liu, L., Xiao, H., Lu, Y., and Zenga, G. 2017. Response of soil organic carbon and nitrogen stocks to soil erosion and land use types in the Loess hilly–gully region of China. Soil Tillage Res. 166: 1-9.
31.Maleki, S., Khormali, F., Kiani, F., and Karimi, A.R. 2013. Effect of slope position and aspect on some physical and chemical soil characteristics in a loess hillslope of Toshan area, Golestan Province, Iran. J. Soil Water Cons. 20: 3. 93-112. (In Persian)
32.McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement, P 199-224. In: Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed. ASA-SSSA, Madison, WI.
33.Nabiollahy, K., Khormali, F., and Ayoubi, Sh. 2006. Formation of Mollisols as affected by landscape position and depth of groundwater in Kharkeh research station, Kordestan Province. 2006. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 13: 20-30. (In Persian)
34.Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. P 539-594. In: Page, A.L., R.H., D.R., Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2-Chemical and Microbiological Properties. ASA-SSSA, Madison, WI.
35.Oliveira, D.M.S., Paustian, K., Cotrufo, M.F., Fiallos, A.R., Cerqueira, A.G., and Cerri, C.E.P. 2017. Assessing labile organic carbon in soils undergoing land use change in Brazil: A comparison of approaches. Ecol. Ind. 72: 411-419.
36.Olsen, S.R., and Sommers, L. 1982. Phosohorus, P 403-430. In: AL. Page: Methods of soil analysis, Agron. No. 9, Part 2: Chemical and microbiological properties, (ed.), Am. Soc. Agron. Madison, WI, USA.
37.Pajand, M.J., Emami, H., and Astaraee, A. 2016. Relationship between Topography and Some Soil Properties. J. Water Soil. 29: 6. 1699-1710. (In Persian)

38. Rahimi Ashjerdi, M.R., and Ayoubi, Sh. 2013. Impacts of Land Use Change and Slope Positions on some Soil Properties and Magnetic Susceptibility in Ferydunshahr District, Isfahan Province. J. Water Soil. 27: 5. 882-895. (In Persian)
39. Ramezani, F., Jafari, S., Salavati, A., and Khalilimoghaddam, B. 2016. Study the Soil Quality Changes Indicators Using Nemoro and Integrated Quality Index Models in Some Khuzestan's Soils. J. Water Soil. 29: 6. 1629-1639. (In Persian)
40. Ramezanpour, H., and Kalbasizadeh, F. 2013. Study the effect of slope position on soil physicochemical characteristics in broad leafed forests of Lahijan area. J. Soil Res. (Soil and Water Science). 27: 3. 388-395. (In Persian)
41. Rasouli-Sadaghiani, M.H., Ghodrat, K., Ashrafi-Saeidlou, S., Jafari, M., and Khodaverdiloo, H. 2016. Evaluation of soil quality indicators in a deforested region of Northen Zagros. J. Soil Manage. Sust. Prod. 6: 3. 83-99. (In Persian)
42. Refahi, H.Gh. 2000. Water erosion and conservation. Tehran Univerity Press, 551p. (In Persian)
43. Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory, 160p.
44. Salehi, M.H., Jazini, F., and Mohammadkhani, A. 2008. The Effect of Topography on Soil Properties with a Focus on Yield and Quality of Almond in the Saman Area, Shahrekord. J. Water Soil Plant Agric. 8: 2. 79-92. (In Persian)
45. Sewerniak, P., Jankowski, M., and Dąbrowski, M. 2017. Effect of topography and deforestation on regular variation of soils on inland dunes in the Torun Basin (N Poland). Catena. 149: 318-330.
46. Shirazi, M.A., and Boersma, L. 1984. A unifying quantitative analysis of soil texture. Soil. Sci. Soc. Am. J. 48: 142-147. (In Persian)
47. Soil and water research institute. 1377. Soil moisture and temperature regimes. Agricultural research organization, Agricultural minister.
48. Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th edn. United States Department of Agriculture, Washington.
49. Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Leoppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, G.T., and Summer, M.E. 1996. Methods of Soil Analysis. Soil Science Society of American Journal. Book Series No. 5. ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, WI, USA.
50. Tesfaye, M.A., Bravo, F., Ruiz-Peinado, R., Pando, V., and Bravo-Oviedo, A. 2016. Impact of changes in land use, species and elevation on soil organic carbon and total nitrogen in Ethiopian central highlands. Geoderma. 261: 70-79.
51. Tsui, C.C., Chen, Z.S., and Hsieh, C.F. 2004. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. Geoderma. 123: 131-142.
52. Wang, Zh., Hu, Y., Wang, R., Guo, Sh., Du, L., Zhao, M., and Yao, Zh. 2017. Soil organic carbon on the fragmented Chinese Loess Plateau: Combining effects of vegetation types and topographic positions. Soil Tillage Res. 174: 1-5.
53. Wang, Zh., Wang, R., Sun, Q., Du, L., Zhao, M., and Hu, Y. 2017. Soil CO_2 emissions from different slope gradients and positions in thesemiarid Loess Plateau of China. Ecolo. Eng. 105: 231-239.
54. Weeb, A.A., and Dowling, A.J. 2005. Characterization of basaltic clay soils (Vertisols) from the Oxford land system in central Queensland. Aust. J. Soil Res. 28: 841-856.
55. Wei, S., Zhang, X., Mclaughlin, N.B., Liang, A., Jia, S., and Chen, X. 2014. Effectof soil temperature and soil moisture on CO2 flux from eroded landscapepositions on black soil in Northeast China. Soil Tillage Res. 144: 119-125.
56. Wischmeier, W.H., and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. In Agriculture Handbook 537, USA. Department of Agriculture, Washington, DC. 58p.

57. Yaghmaeian Mahabadi, N., Khosroabadi, M., and Asadi, H. 2017. Effect of Forest Clearing and Topography on Some Soil Physicochemical Properties Effective on Soil Quality in Saravan Region, Guilan. J. Soil Res. (Soil and Water Science). 31: 2. 277-291. (In Persian)
58. Zareian, Gh. 2003. Soil genesis, classification and Land suitability evaluation in darnegon, Shiraz province. 8th soil science congress, Iran, Pp: 200-201.
59. Zhu, H., Wu, J., Guo, Sh., Huang, D., Zhu, Q., Ge, T., and Lei, T. 2014. Land use and topographic position control soil organic C and N accumulation in eroded hilly watershed of the Loess Plateau. Catena. 120: 64-72.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 25(2), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.14263.2900

Assessing the effect of forest degradation in different slope positions on soil quality and evolution in the west of Kurdistan Province

S. Moradi[1], *K. Nabiollahi[2] and S.M.T. Hossaini[3]

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, University of Kurdistan,
[2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, University of Kurdistan,
[3]Faculty of Member, Dept. of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, University of Kurdistan
Received: 11.20.2017; Accepted: 04.22.2018

Abstract

Background and Objectives: Soil quality is one of the most important factors to assess soil management. Therefore, recognition of all soil quality properties such as physical, chemical and biological is essential. Forest degradation and land use change affect the changes in soil characteristics and reduce soil quality. Moreover, soil characteristics depend on topographic conditions. The region of Marivan in Kurdistan province is one of the forested areas of Zagros which has been threatened due to population growth and increasing demand for food and some parts are now under crop culture. The aim of this research is assessing the effect of forest degradation and slope position on soil quality and evolution in the west of Kurdistan province.

Materials and Methods: Eight soil profiles in different slope position (shoulder, back slope, foot slope and toe slope) of two adjacent hill slope, under land uses of cropland and forest (uniform condition) were dug and described. Moreover, in each land use, three soil samples were taken from depth 0-20 cm in each slope position. Properties of soil texture, bulk density, particle density, fine sand, organic carbon, cation exchange capacity, field capacity moisture, permanent wilting point moisture, electrical conductivity, pH, carbonate calcium equivalent, total nitrogen, available phosphorous, available potash infiltration rate, microbial respiration rate, porosity, available moisture sodium adsorption ratio (SAR) and erodibility were measured and computed.

Results: The results showed low slope positions (toe slope and foot slope) had higher contents of clay, organic carbon, available moisture, fine sand, silt, total nitrogen, available phosphorous, available potassium, CEC and microbial respiration rate and lower contents of electrical conductivity, soil erodibility, pH and SAR compared to high slope positions. The soils formed in low slope positions had higher depth and evolution compared to high slope positions. The results also showed two land uses (cropland and forest) in relation to bulk density, porosity, silt, clay, carbonate calcium equivalent, fine sand, pH, organic carbon, total nitrogen, microbial respiration rate, infiltration, soil erodibility and available moisture had significant difference and land use change of forest land to cropland has been led to degradation of Mollisols. Therefore, soil properties are dependent to slope position and land use kind and these factors have affected soil properties and evolution.

Conclusion: The results showed that forest degradation in the Marivan region led to a decrease in soil quality through a significant reduction of organic carbon, microbial respiration, total nitrogen, CEC, porosity, infiltration and available moisture and significant increasing of bulk density, pH, SAR, fine sand, soil erodibility and silt. Forest degradation and land use change also due to cultivation led to decrease in the organic carbon content and soil structure degradation of Mollic horizon. Therefore, Mollic horizon has converted to Ochric horizon and

* Corresponding Author; Email: k.nabiollahi@uok.ac.ir

Entisols and Inceptisols have formed in cropland land use. Moreover, the results showed different slope position affect bulk density, sand, silt, clay, infiltration, erodibility, available water, pH, organic carbon, carbonate calcium equivalent, microbial respiration rate, nitrogen, phosphorous, CEC and potassium and have significant difference. These results showed that the current management of studied land affects the quality of the land and leads to land degradation. Therefore, soil conservation of steep area using prevention of deforestation in Marivan forests and the use of lands according to their capability to conserve soil and land quality is essential.

Keywords: Forest soils, Marivan, Mollisols, Land use change