

اثر تغییرات فصلی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک جنگلی (مطالعه موردی: جنگل‌های مریوان)

دلنیا رستمی^۱، کیومرث محمدی سمانی^{۲*} و وحید حسینی^۳

۱- کارشناس ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲- نویسنده مسئول، استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان و مرکز پژوهش و توسعه جنگل‌داری زاگرس شمالی، سنندج، ایران
پست الکترونیک: k.mohammadi@uok.ac.ir

۳- استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان و مرکز پژوهش و توسعه جنگل‌داری زاگرس شمالی، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۱۳

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۵

چکیده

خاک یکی از اجزای مهم اکوسیستم جنگل به‌شمار می‌رود و شناخت کیفیت خاک که یکی از شاخص‌های آن ویژگی‌های شیمیایی و فرآیند تغییرات آن است، می‌تواند به‌عنوان راهنمایی برای تحلیل سلامت اکوسیستم جنگل مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تغییرات فصلی بر ویژگی‌های شیمیایی خاک سطحی در جنگل‌های مریوان، نمونه‌برداری در طول یک‌سال در طی چهار نوبت با فاصله سه ماه (فروردین، تیر، مهر و دی) انجام شد. در هر فصل، پنج نمونه ترکیبی و در مجموع ۲۰ نمونه برداشت شد. نمونه‌ها برای اندازه‌گیری مقدار کربن، نیتروژن، فسفر، اسیدپتیک، هدایت الکتریکی، پتاسیم، کلسیم و منیزیم مورد تجزیه قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن انجام شد. براساس یافته‌های این پژوهش، بیشترین مقدار کربن آلی، نیتروژن کل و فسفر قابل جذب در فصل تابستان به ترتیب ۸/۰۱ درصد، ۰/۲۰ درصد و ۳۹/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. درصد کربن آلی و فسفر اختلاف معنی‌داری را در فصل‌های مختلف سال نشان نداد، اما اختلاف مقدار نیتروژن خاک در طی زمان معنی‌دار بود. همچنین، تأثیر زمان بر مقدار اسیدپتیک و منیزیم در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بر هدایت الکتریکی و کلسیم در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود، اما تغییرات پتاسیم بسیار اندک بود و اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

واژه‌های کلیدی: خاک سطحی، زاگرس شمالی، کربن آلی، کیفیت خاک، هدایت الکتریکی.

مقدمه

متحرک شناخته می‌شود (Habibi Kaseb, 1992). خاک به‌دلیل دارا بودن یک بنیان قوی برای حفظ بهره‌وری گیاهی و جانوری، سیستمی برای تأمین و تصفیه آب و بازیافت مواد مغذی، بستر استقرار فعالیت‌های زیستی انسان محسوب شده و تا کنون هیچ‌چیز جان‌شنینی نیز برای آن شناخته نشده است (Montgomery, 2007).

خاک به‌عنوان سیستمی زنده، یکی از عوامل مؤثر در تعادل اکوسیستم به‌شمار می‌رود که فرآیندهای شیمیایی و زیستی زیادی در سطح آن جریان دارد. خاک همچون محیط ثابتی که فقط محدود به چند سانتی‌متری مورد استفاده برای گیاه می‌باشد، تلقی نمی‌شود، بلکه به‌عنوان یک مجموعه

مرتج توسط Chen و همکاران (۲۰۰۳) انجام شد، نشان داد که سطح کربن آلی، فسفر آلی و نیتروژن کل در اکوسیستم مرتعی به طور معنی داری بیشتر از اکوسیستم جنگلی بود، اما سطح فسفر معدنی، کربن معدنی و نیتروژن زی توده میکروبی و فعالیت آنزیم فسفاتی در اکوسیستم جنگلی در مقایسه با اکوسیستم مرتعی در تمام فصول بیشتر بود. زیرا، در اکوسیستم جنگلی به علت زیاد بودن فعالیت های میکروبی و تنفس و انبوهی پوشش گیاهی، فرآیند معدنی شدن بیشتر می شود. همچنین Fana و همکاران در سال ۲۰۱۴ در جنوب چین در بررسی پویایی فصلی بر نیتروژن و فسفر قابل دسترس در جوامع گیاهی (پهن برگ و سوزنی برگ و ترکیبی از هر دو)، معنی دار بودن اثرات جوامع گیاهی، فصول و اثر متقابل هر دو بر نیترات خاک، نیتروژن معدنی و نسبت آمونیفیکاسیون به نیتریفیکاسیون و عدم معنی دار بودن آن را بر مقدار فسفر گزارش کردند و بیان کردند که تأثیر فصول مختلف فقط بر آمونیوم معنی دار بود به طوری که، مقدار آن ها در فصول بهار و تابستان بیشتر از پاییز و زمستان بود. همچنین، معنی دار بودن اثر جوامع گیاهی بر مقدار فسفر را نیز گزارش کردند. Fatubarin و Olojugba (۲۰۱۴) در تحقیقی در مورد تأثیر بارش فصلی بر خصوصیات شیمیایی خاک در اکوسیستم ساوانا در جنوب نیجریه، بیشتر بودن مقدار غلظت فسفر قابل دسترس و کاتیون های پتاسیم، کلسیم و منیزیم در فصل خشک و کم بودن این عناصر را در فصل بارانی مشاهده کردند و اظهار داشتند که در فصل خشک و در فصل بارانی به ترتیب به علت کم و بیشتر بودن مقدار بارندگی اختلاف معنی داری در مقدار این عناصر به دست آمد. در بسیاری از تحقیقات انجام شده در اکوسیستم های جنگلی ایران، نمونه برداری از خاک در فصول مختلف انجام شده است و در برخی موارد در جنگل های با شرایط یکسان تغییرات قابل ملاحظه ای در گزارش های ارایه شده دیده می شود. تاکنون هیچ تحقیقی در مورد تغییرات فصلی خصوصیات شیمیایی خاک در کشور انجام نشده است، از این رو، پژوهش پیش رو با هدف بررسی تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک و روند این تغییرات در طول یک

کمیت و کیفیت مقدار عناصر غذایی خاک در فصول خشک و بارانی به رشد گیاهان، رطوبت، مقدار و نوع بارش و فعالیت های میکروبی خاک بستگی دارد (Johnson *et al.*, 2002). حضور پوشش گیاهی در مقیاس های مختلف مکانی و زمانی به حفاظت خاک در برابر شرایط سخت آب و هوایی برای جلوگیری از فرسایش کمک شایانی کرده است (Iwara *et al.*, 2011). پوشش گیاهی نقش مهمی در تبدیل مواد غذایی و حاصلخیزی خاک ایفا می کند، به همین علت گونه های درختی در اکوسیستم جنگلی بخش جدایی ناپذیر چرخه عناصر غذایی محسوب می شوند. رطوبت زیاد خاک، اشباع بازی، بارش باران، برف و تکرگ با تحت تأثیر قرار دادن فضای ریشه ای درختان و ماده آلی و ضخامت افق ها موجب شستشوی عناصر غذایی در خاک به اعماق پایین می شود (Knops *et al.*, 2002). فعالیت های میکروبی هم با معدنی کردن عناصر در جذب عناصر با ریشه گیاهان به رقابت می پردازند و از آب شویی عناصر جلوگیری می کنند. در واقع، می توان ذکر کرد که میکروارگانیسم های موجود در خاک تحت تأثیر شرایط اقلیمی مانند رطوبت و حرارت قرار می گیرند و این خود باعث تفاوت میان عناصر غذایی در فصول مختلف سال می شود (Gollay *et al.*, 1975).

توزیع افقی، عمودی و زمانی مواد مغذی در خاک توسط ترکیبی از عامل ها مانند فصول مختلف و شیوه های مدیریت خاک کنترل می شود. کربن، نیتروژن و فسفر آلی جزء ماده آلی خاک هستند و تغییرات آنها تابع تغییرات مواد آلی خاک می باشد. نسبت های بین نیتروژن، فسفر و کربن در مواد آلی خاک مورد توجه دانشمندان بسیاری بوده و معلوم شده است که همبستگی مثبت و معنی داری بین مقدار این عناصر در مواد آلی خاک وجود دارد (Salardini, 2012). پویایی کربن، نیتروژن، فسفر خاک، فرآیندهای زیستی (فعالیت های آلی و معدنی شدن) و فرآیندهای شیمیایی (جذب و دفع سطحی) نقش مهمی را در چرخه کربن، نیتروژن و فسفر اکوسیستم جنگلی بازی می کنند (Chen *et al.*, 2003). مطالعه ای که در نیوزیلند به بررسی تأثیر تغییرات فصلی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک در دو اکوسیستم جنگلی و

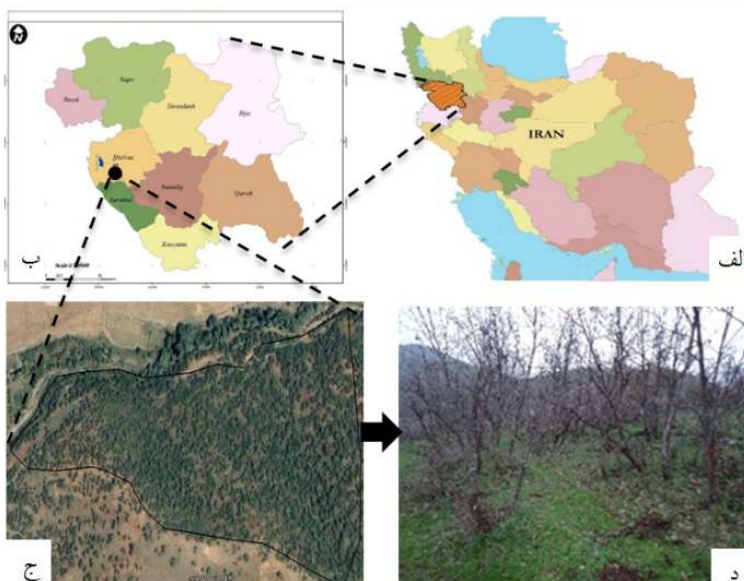
است که این مدت با دوره رویش گیاهی همراه است. متوسط بارندگی ۷۸۶/۶ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۳/۳ درجه سانتیگراد است. سرما از آبان ماه شروع و تا اسفند ماه ادامه می‌یابد و بیشترین مقدار بارندگی در بهمن ماه می‌باشد. از فروردین ماه مقدار سرما کاهش می‌یابد و تا مهر ماه هوا معتدل است و کمترین مقدار بارندگی در تیر ماه است. خاک منطقه مورد مطالعه با توجه به شیب و توپوگرافی محل از نوع خاک لیتوسل آهکی (Anonymous, 2006) تکامل یافته و بافت آن رسی است. گونه‌های غالب آن برودار (*Quercus brantii*) و مازودار (*Crataegus spp.*) با گونه همراه زالک (*Q. infectoria*) است.

سال در فصول مختلف در جنگل‌های اطراف مریوان انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در ۱۰ کیلومتری شرق شهرستان مریوان با مساحت ۲/۷ هکتار و در عرض جغرافیایی ۴۵" و ۲۶' ۳۵° و طول جغرافیایی ۵۶" ۱۳' ۴۶° در استان کردستان واقع شده است (شکل ۱). ارتفاع از سطح دریا ۱۳۴۵ متر، جهت شیب شمال غربی و متوسط شیب ۲۵ درصد می‌باشد. این منطقه از نظر آب و هوایی دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد با حدود ۷۵ روز دوره یخبندان بوده و در چهار تا پنج ماه از سال فاقد بارندگی



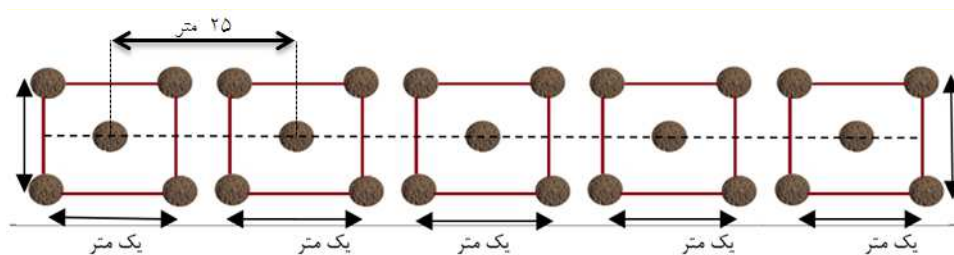
شکل ۱- نقشه ایران (الف)، استان کردستان (ب)، منطقه مورد مطالعه در شهرستان مریوان (ج) و نمایی نزدیک از منطقه (د)

مرکز نمونه‌برداری تا نمونه‌برداری بعدی حدود ۲۵ متر بود و نمونه‌برداری در زیر تاج درختان انجام شد. نمونه‌برداری در طول یک‌سال در طی چهار نوبت با فواصل سه ماهه (نیمه اول فروردین، تیر، مهر و دی) انجام شد. برای نمونه‌برداری خاک از یک ریزقطعه نمونه مربعی شکل با ابعاد ۱×۱ متر

روش پژوهش

پس از بازدید میدانی، یک راستای نمونه‌برداری عمود بر شیب طوری انتخاب شد که تفاوت‌های توپوگرافی، مواد مادری، پوشش گیاهی و درختی در محل‌های تکرار نمونه‌برداری وجود نداشته باشد، به‌گونه‌ای که فاصله هر

قابل جذب به ترتیب به روش‌های والکی بلاک، کجدال و اولسن اندازه‌گیری شدند. اسیدپته با استفاده از نسبت ۱ به ۲/۵ خاک به آب با به‌کارگیری دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی با استفاده از نسبت ۱ به ۲/۵ خاک به آب از روش پتانسیومتری با به‌کارگیری دستگاه EC سنج اندازه‌گیری شدند. همچنین پتاسیم، کلسیم و منیزیم از روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم و با استفاده از دستگاه جذب اتمی به‌دست آمدند (Jafari Haghighi, 2003).



شکل ۲ - نحوه برداشت خاک مورد نظر در زیر تاج‌پوشش جنگل به شکل ریزقطعه‌نمونه مربعی شکل با ابعاد ۱×۱ متر

داد. بین میانگین مقدار اسیدپته خاک در فصول مختلف سال تفاوت معنی‌داری ($p < 0/01$) وجود داشت (شکل ۳- الف) به گونه‌ای که مقدار اسیدپته از فروردین (۶/۸۹) تا تیر (۷/۱۸) روندی افزایشی، از تیر (۷/۱۸) تا مهر (۷/۱۶) روندی ثابت و از مهر (۷/۱۶) تا دی (۷/۳۳) روند افزایشی را طی می‌کرد. بیشترین مقدار اسیدپته در فصل زمستان و کمترین مقدار آن در فصل بهار مشاهده شد (شکل ۳- الف). نتایج این پژوهش نشان داد که هدایت الکتریکی در ماه‌های فروردین، تیر، مهر و دی به ترتیب ۳۸۴، ۵۹۰، ۵۶۴ و ۴۹۵ میکروزیمنس در سانتی‌متر بود. همان‌طور که در شکل ۳- ب مشاهده می‌شود، با گذشت زمان مقدار هدایت الکتریکی از تیر تا دی روند نزولی در خاک داشت و عکس این روند از فروردین تا تیر نیز مشاهده شد. این تغییرات تحت تأثیر فصل‌های مختلف از نظر آماری ($p < 0/05$) معنی‌دار بود (جدول ۱).

استفاده شد، به گونه‌ای که چهار تا در گوشه‌های مربع و یکی در مرکز مربع قرار گرفتند (شکل ۲). نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۵ سانتی‌متری برداشت شدند. در هر فصل، پنج نمونه ترکیبی (در مجموع ۲۰ نمونه) برداشت شد. هر پنج نمونه با یکدیگر مخلوط شده و به‌عنوان یک نمونه ترکیبی در کیسه‌های پلاستیکی تمیز ریخته شد و سپس برای اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه مشخصه‌های کربن آلی، نیتروژن کل و فسفر

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SPSS 16 تجزیه و تحلیل شده و معنی‌داری اثر زمان بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق صفر تا پنج سانتی‌متری بررسی شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کولموگروف-سمیرنوف، به‌منظور بررسی روند تغییرات خصوصیات خاک در طول یک‌سال از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون آماری دانکن استفاده شد.

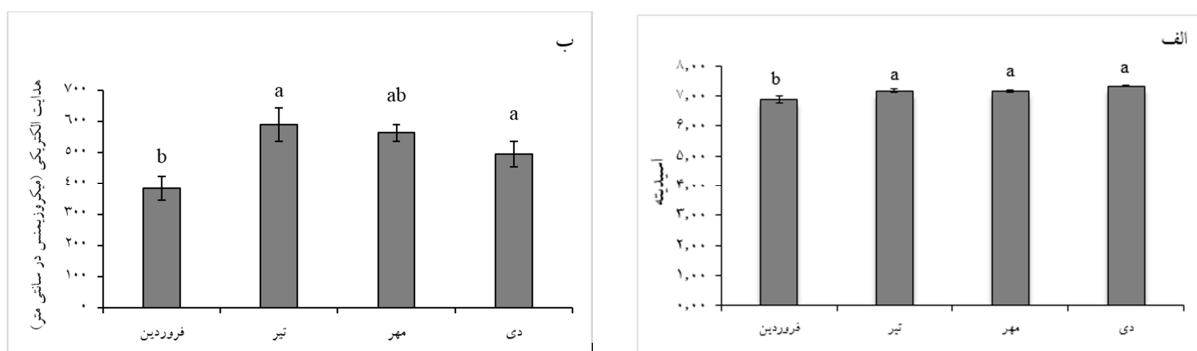
نتایج

اسیدپته و هدایت الکتریکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فصول مختلف سال بر اکثر متغیرهای اندازه‌گیری شده مؤثر بود (جدول ۱) و نتایج آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری را بین میانگین‌های متغیرهای مختلف در فصول مختلف سال نشان

جدول ۱- تجزیه واریانس عامل‌ها (Mg و Ca, K, P, N, C, EC, pH) در فصول مختلف سال

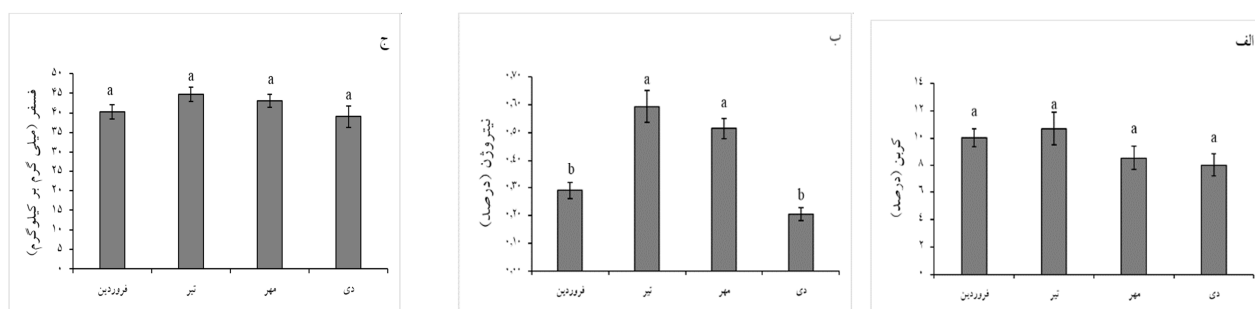
Mg	Ca	K	P	N	C	EC	pH	متغیر
				۳				درجه آزادی
۱۹۷۰۹۴/۷	۱۲۴۱۵۸۸/۱	۱۶۰/۱	۳۳/۱۰۸	۰/۱۶۹	۷/۸۵۲	۳۷۰۵۹/۴	۰/۱۷۲	میانگین مربعات
۸/۴۲۱**	۳/۳۵۹*	۰/۲۸۳ ^{ns}	۱/۶۰۷ ^{ns}	۲۲/۳۵۵**	۱/۸۸۶ ^{ns}	۴/۳۳۵*	۶/۱۳۵**	F

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیر معنی‌دار

شکل ۳- مقایسه میانگین اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک در فصول مختلف

و بهار (۲۰/۰ و ۲۹/۰ درصد) افزایش یافت. روند تغییرات آن از بهار به تابستان افزایش و از تابستان به پاییز و زمستان کاهشی بود. میانگین فسفر قابل جذب در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۴۰/۲۸، ۴۴/۷۰، ۴۳/۰۶، ۳۹/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود، به گونه‌ای که روند تغییرات آن از بهار به تابستان افزایش و از تابستان به پاییز و زمستان کاهشی بود (شکل ۴-ج)، اما این روند از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

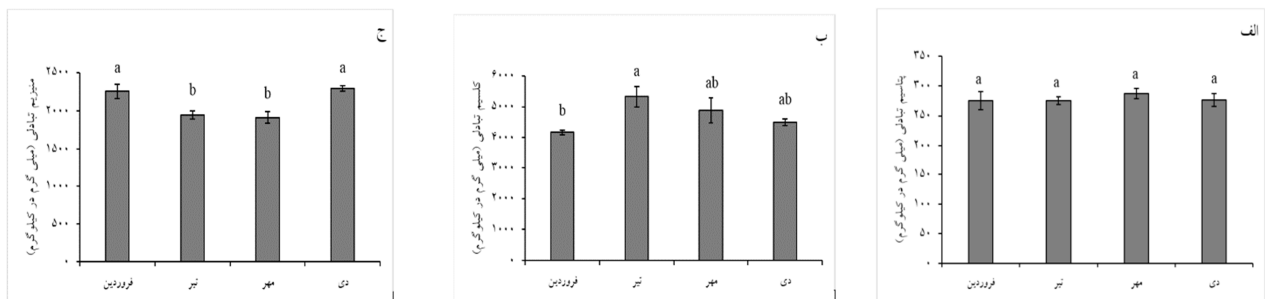
نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین کربن در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۱۰/۷، ۸/۵۳ و ۸/۰۱ درصد بود و روند تغییرات میانگین آن از ماه فروردین تا تیر افزایشی و از ماه تیر تا دی کاهشی بود (شکل ۴-الف)، اما این روند از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱). بین میانگین مقدار نیتروژن خاک در فصل‌های مختلف سال تفاوت معنی‌داری ($p < 0.01$) وجود داشت (شکل ۴-ب)، به طوری که مقدار آن در دو فصل تابستان و پاییز به ترتیب ۵۹/۰ و ۵۲/۰ درصد نسبت به فصول زمستان



شکل ۴- مقایسه میانگین درصد کربن، نیتروژن و فسفر خاک در فصول مختلف

اختلافات از نظر آماری ($p < 0/05$) معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که مقدار منیزیم در طول فصول مختلف از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری ($p < 0/01$) نداشت (جدول ۱). دامنه تغییرات مقدار منیزیم در ماه‌های فروردین، تیر، مهر و دی به ترتیب ۲۲۵۵، ۱۹۴۸، ۱۹۱۴ و ۲۲۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که بیشترین و کمترین مقدار را به ترتیب فصل‌های زمستان و پاییز به خود اختصاص داده بودند (شکل ۵-ج)، به طوری که مقدار آن از فروردین تا مهر روند کاهشی و از مهر تا دی روند افزایشی داشت.

نتایج نشان داد که مقدار پتاسیم در فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۲۷۵/۳، ۲۷۵/۲، ۲۸۷ و ۲۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. این متغیر دارای روند افزایشی از بهار تا پاییز و کاهشی از پاییز تا زمستان بود (شکل ۵-الف)، اما روند آن از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱). روند تغییرات مقدار کلسیم از ماه فروردین تا تیر به صورت افزایشی و از تیر تا دی کاهشی بود، به طوری که بیشترین مقدار کلسیم در تیر به مقدار ۵۳۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین مقدار آن در فروردین به مقدار ۴۱۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده شد (شکل ۵-ب) و این



شکل ۵- مقایسه میانگین مقدار پتاسیم، کلسیم و منیزیم خاک در فصول مختلف

(Hosseinpour, 2008). در این راستا، Yamashita و همکاران (۲۰۱۱) معنی‌دار بودن تأثیر تغییرات فصلی بر مقدار pH خاک را گزارش کردند و بیان کردند که این مقدار در فصل مرطوب بیشتر از فصل خشک بود. هدایت الکتریکی بیانگر مقدار کاتیون‌ها در محلول خاک است و یکی از عوامل‌های محدودکننده رشد گیاهان محسوب می‌شود (Jafari Haghghi, 2003). نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که تأثیر تغییرات فصلی بر مقدار EC از نظر آماری معنی‌دار ($p < 0/05$) بود و بیشترین مقدار هدایت الکتریکی در فصل تابستان دیده شد که با گذشت زمان روند کاهشی را تا بهار نشان داد. این امر می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در این فصل باشد. میکروارگانیسم‌ها منبع عناصر غذایی محسوب می‌شوند و در جایی که حضور فراوان داشته باشند، مقدار عناصر غذایی از جمله کربن،

بحث

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که تأثیر تغییرات فصلی بر مقدار pH از نظر آماری معنی‌دار ($p < 0/01$) بود و بیشترین مقدار pH در فصل زمستان به دست آمد. این افزایش نسبت به فصل بهار می‌تواند از یک سو به علت کاهش فراوانی و یا فعالیت کم میکروارگانیسم‌ها باشد و از سوی دیگر، کاتیون‌های پتاسیم، کلسیم، منیزیم با یون‌های هیدروژن و آلومینیوم در خاک جایگزین شده و با افزایش یون‌های هیدروکسیل، غلظت یون هیدروژن در خاک کاهش یافته و بنابراین مقدار اسیدیته خاک افزایش می‌یابد (Killham, 1991). نتایج این پژوهش نشان داد که pH از فصل زمستان تا فصل بهار به مقدار ۰/۴۴ کاهش یافت که می‌تواند به دلیل آغاز فعالیت معدنی شدن، تولید گاز CO_2 ، ترکیب آن با بارندگی و تشکیل اسید کربنیک باشد

بهار و پس از آن تابستان روندی افزایش دارد که این امر می‌تواند از یک سو به دلیل وجود رابطه مثبت بین ریزجانداران نیترات ساز (باکتری‌های نیتروزوموناس و نیتروباکتر) و مقدار نیتروژن باشد (Diaz-Ravina *et al.*, 1995)، چرا که میکروارگانیسم‌ها مقدار معدنی شدن موجود در خاک را افزایش می‌دهند و از سوی دیگر، افزودن بافت‌های گیاهی مرده ناشی از درختان به خاک و تلفیق آن با افق سطحی خاک باعث افزایش نیتروژن خاک می‌شود (Hosseinpour, 2008).

بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، تأثیر تغییرات فصلی بر مقدار فسفر از نظر آماری معنی دار نبود. بیشترین غلظت فسفر در تابستان و کمترین مقدار آن در زمستان به دست آمد. در این تحقیق، کاهش مقدار فسفر از تابستان تا زمستان از یک سو به دلیل رسوب فسفر محلول در خاک و عدم جذب آن توسط ذرات خاک (Faber *et al.*, 1996) یا تثبیت فسفر به وسیله کانی‌های رسی با عدم حضور یون‌های آهن و آلومینیوم (Hemwall, 1957) و از سوی دیگر به دلیل فرآیند شسته شدن (Diaz-Ravina *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 1995) بود. Olojuba و Fatubarin (2014) بیشتر بودن غلظت فسفر قابل دسترس در فصل خشک را به علت فعال بودن میکروارگانیسم‌ها و بارش کم و کمتر بودن آن را در فصل بارانی به علت بیشتر بودن مقدار بارندگی اعلام کردند. بر اساس نتایج پژوهش پیش‌رو، در طی زمان از فصل زمستان تا فصل بهار افزایش اندک فسفر در خاک مشاهده شد.

بافت خاک، خاصیت تبادل و مقدار بارندگی از عامل‌های مؤثر بر مقدار تغییرات پتاسیم به شمار می‌روند. با توجه به رسی بودن خاک و بافت منطقه مورد مطالعه، تغییرات مقدار پتاسیم در طی زمان اندک بود، زیرا خاک‌های رسی به علت دارا بودن خاصیت تبدلی موجب تثبیت بیشتر و عدم تحرک پتاسیم در خاک نیز می‌شوند (Salardini, 2012). در این راستا، Asona و همکاران (2006) در بررسی عناصر آلی و غیر آلی در طی زمان در جنگل نوتل و تسوگا به این نتیجه رسیدند که تغییرات فصلی ضعیف بود.

نیتروژن، k^+ ، Ca^{+2} و Mg^{+2} افزایش می‌یابد که آزادسازی کاتیون‌ها افزایش EC را به همراه خواهد داشت.

در پژوهش پیش‌رو، تأثیر تغییرات فصلی بر مقدار کربن آلی خاک از نظر آماری معنی دار نبود، اما تغییرات آن کاملاً مشهود بود. بر اساس نتایج به دست آمده، از ابتدای پاییز تا ابتدای زمستان کربن خاک به مقدار ۰/۵۲ درصد کاهش یافت و کمترین مقدار کربن در فصل زمستان (۸/۰۱) بود. از دلایل کاهش کربن می‌توان به شسته شدن مواد آلی محلول در آب از لایه کف جنگل در اثر بارندگی و عدم وجود پوشش علفی کف و عدم حضور اکسیدهای آلومینیومی در خاک ناشی از زیاد بودن اسیدیته خاک اشاره کرد (Kaiser *et al.*, 2002). کربن موجود در خاک از فصل زمستان تا بهار به مقدار ۱/۹۹ درصد افزایش داشت که این امر می‌تواند به دلیل افزوده شدن پوشش گیاهی خشک شده به خاک، آغاز فصل رویش و فعالیت‌های میکروارگانیسم‌ها باشد. در این پژوهش، بیشترین مقدار کربن در فصل تابستان مشاهده شد که به دلیل بارندگی بهار بود. در تحقیقاتی که توسط Jandl و Sollins (۱۹۹۷) انجام شد، افزایش غلظت کربن در تابستان و بهار، تجزیه زیستی بیشتر و کاهش آن در پاییز و زمستان تجزیه زیستی کمتر بیان شد.

نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف و اصلی برای رشد گیاه محسوب شده و به عنوان گلوگاه رشد گیاه شناخته می‌شود (Jafari Haghghi, 2003). پویایی نیتروژن خاک از اقلیم تأثیرپذیری زیادی دارد و با تغییرات فصلی، غلظت نیتروژن تغییر معنی داری می‌یابد، طوری که مقدار آن در زمستان کم، در بهار کمی بیشتر و در تابستان حداکثر است و با بارندگی‌های پاییزی مقدار آن دوباره کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج، مقدار نیتروژن خاک از اوایل پاییز تا اوایل زمستان روند کاهشی داشت. در مناطقی که خاک در اواخر پاییز یخ زده نباشد، بیشترین تلفات در خاک رخ می‌دهد، زیرا به علت بارش باران فراوان، درجه حرارت به حدی نیست که تبخیر و تعریق تأثیر زیادی بر آب خاک داشته باشد، پس شستشوی نیتروژن یکی از مهم‌ترین روش‌های تلف شدن نیتروژن به شمار می‌رود. مقدار نیتروژن در فصل

سطحی بیشتر خواهد شد، بنابراین می‌توان اظهار داشت که اسیدهای ترشح شده از ریشه گیاهان در فصل رویش (تابستان) یکی از دلایل توجیه کننده کاهش این عنصر نیز به‌شمار رود. از سوی دیگر، کاهش این عنصر در فصل تابستان می‌تواند به دلیل فرسایش بادی در منطقه مورد پژوهش باشد. در مطالعه Diaz-Ravifia و همکاران (۱۹۹۵) نیز کمترین مقدار منیزیم در فصل تابستان به‌دست آمد که با نتایج پژوهش پیش‌رو همخوانی دارد.

به‌عنوان یک نتیجه‌گیری کلی از این تحقیق می‌توان گفت تغییرات فصلی با تغییر در مواد مغذی موجود در خاک یکی از عامل‌های تأثیرگذار بر تولیدات جنگل و چرخه عناصر غذایی به‌شمار می‌رود. نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که تأثیر تغییرات فصلی بر عامل‌های نیتروژن، اسیدپت، هدایت الکتریکی، کلسیم و منیزیم از نظر آماری معنی‌دار بود. کربن، نیتروژن و فسفر جزء ماده آلی خاک بوده و تغییرات آن‌ها شبیه به یکدیگر است و دلیل معنی‌دار بودن عنصر نیتروژن در طی زمان نسبت به کربن و فسفر در تحقیقات انجام شده توسط پژوهش‌های مختلف، اثرپذیری پویایی نیتروژن از اقلیم ذکر شده است. معنی‌داری تغییرات عناصر کلسیم و منیزیم تحت تأثیر تغییرات فصلی هم به‌علت تأثیرگذاری اقلیم، سنگ مادر و بافت خاک بر آن‌ها نیز می‌باشد. مقدار عناصر غذایی خاک در فصول مختلف سال در یک جنگل مشخص ثابت نیست و مقدار این تغییرات تابع شرایط محیطی (دما، رطوبت، بارش) و در نتیجه عملکرد جذب این عناصر توسط گیاهان، فرآیند آلی شدن و فرآیند معدنی شدن توسط موجودات زنده خاک است. در واقع، تغییرات فصلی بر مقدار ماده آلی خاک اثر می‌گذارد و بدین صورت فنولوژی و رشد جنگل را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

References

- Anonymous, 2006. Gazetteer of villages in Kurdistan; Baneh, Kamyaran and Sarvabad cities. Published by Ministry of Defense and Arm Forces Geographical Organization, Tehran, 389p (In Persian).
- Asona, M.Y., Compton, E.J. and Church, R., 2006. Hydrological flow paths influence

در این پژوهش، فرآیند آبشویی می‌تواند منجر به کاهش خیلی اندک پتاسیم از فصل پاییز تا زمستان شده باشد. افزایش رطوبت موجود در خاک باعث بیشتر شدن یون H^+ در خاک نیز می‌شود و در نتیجه، کاهش کاتیون پتاسیم را در اثر دو فرآیند فرسایش و آبشویی به‌همراه خواهد داشت. Dowdy و Hutcheson (۱۹۶۳) در تحقیقات خود عنوان کردند که در خاک‌هایی که مقدار رطوبت خاک بیشتر باشد، کاهش مقدار پتاسیم در خاک افزایش می‌یابد.

در این پژوهش، معنی‌دار بودن عناصر کلسیم و منیزیم تحت تأثیر تغییرات فصلی نیز مشاهده شد. اقلیم، سنگ مادر و بافت خاک از جمله عامل‌هایی هستند که تغییرات کاتیون‌های کلسیم و منیزیم را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Salardini, 2012). مقدار کلسیم در این پژوهش در فصل تابستان و پاییز دارای بیشترین مقدار بود. از دلایل بیشتر بودن مقدار کلسیم می‌توان به حضور فعالیت‌های زیستی در خاک اشاره کرد، چرا که حضور میکروارگانیسم‌ها در خاک، خود نشان‌دهنده وجود عناصر غذایی در خاک محسوب می‌شود. Vanhala (۲۰۰۲) در بررسی تأثیر تغییرات فصلی بر تنفس خاک به این نتیجه رسید که به‌علت وجود فعالیت‌های زیستی، نرخ تنفس خاک در طول فصل پاییز بیشتر از زمستان بود و افزایش فعالیت‌های زیستی منجر به افزایش کاتیون Ca^{+2} در خاک شد. کاهش مقدار کلسیم در فصل زمستان در اثر رخداد بارندگی و فرآیند آبشویی در لایه سطحی خاک بود. Lusk (۱۹۹۸) در تحقیق خود در بررسی تأثیر فرآیند آبشویی بر کاتیون کلسیم گزارش کرد که علت آبشویی این کاتیون، حضور آنیون‌های نترات و سولفات در مجاورت ریشه بود، زیرا این آنیون‌ها در ترکیب با یون هیدروژن منجر به ایجاد ترکیبات اسیدی شده و با افزایش اسیدپت خاک آبشویی کلسیم انجام می‌شود. نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که منیزیم در تابستان و پاییز دارای کمترین مقدار و در زمستان و بهار دارای بیشترین مقدار نیز بود. از دلایل کمتر بودن مقدار منیزیم در فصل تابستان می‌توان به حضور اسیدهای آلی و آنیونی اشاره کرد. با افزایش این اسیدها تحرک و آبشویی منیزیم در خاک

- River State, southern Nigeria. *International Journal of Applied Science and Technology*, 1(5): 106-112.
- Jafari Haghighi, M., 2003. *Methods of Soil Analysis, Sampling and Important Physical and Chemical Analysis*. Published by Nedaye Zoha, Tehran, 236p (In Persian).
 - Jandl, R. and Sollins, P., 1997. Water-extractable soil carbon in relation to the belowground carbon cycle. *Biology and Fertility of Soils*, 25: 196-201.
 - Johnson, D.W., Hanson, P.J. and Todd, Jr.D.E., 2002. The effect of through fall manipulation on soil leaching in a deciduous forest. *Journal of Environmental Quality*, 31(1): 204-216.
 - Kaiser, K., Guggenberger, G., Haumaier, L. and Zech, W., 2002. The composition of dissolved organic matter in forest soil solutions: changes induced by seasons and passage through the mineral soil. *Organic Geochemistry*, 33: 307-318.
 - Killham, K., 1991. *Soil Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 242p.
 - Knops, J.M.H., Bradley, K.L. and Wedin, D.A., 2002. Mechanisms of plant species impacts on ecosystem nitrogen cycling. *Ecology Letters*, 5(3): 454-466.
 - Lusk, M.G., 1998. Sulfate dynamics and base action release in a high elevation Appalachian forest soil. M.Sc. thesis, Faculty of the Virginia Polytechnic and Institute and State University, The University of Virginia, 166p.
 - Montgomery, D. R., 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Science, USA*, 104(33): 13268-13272.
 - Salardini, A.A., 2012. *Soil Fertility*. University of Tehran Press, Tehran, 436p (In Persian).
 - Vanhala, P., 2002. Seasonal variation in the soil respiration rate in coniferous forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1375-1379.
 - Yamashita, N., Ohta, S., Sase, H., Kievuttinon, B., Luangjame, J., Visaratana, T. and Garivait, H., 2011. Seasonal changes in multi-scale spatial structure of soil pH and related parameters along a tropical dry evergreen forest slope. *Geoderma*, 165: 31-39.
 - inorganic and organic nutrient leaching in a forest soil. *Biogeochemistry*, 81(2): 191-204.
 - Chen, C.R., Condron, L.M., Davis, M.R. and Sherlock, R.R., 2003. Seasonal changes in soil phosphorus and associated microbial properties under adjacent grassland and forest in New Zealand. *Forest Ecology and Management*, 177(1-3): 539-557.
 - Diaz-Ravina, M., Acea, M.G. and Carballas, T., 1995. Seasonal changes in microbial biomass and nutrient flush in forest soils. *Biology and Fertility of Soils*, 19(2): 220-226.
 - Dowdy, R.H. and Hutcheson, T.B., 1963. Effect of exchangeable potassium level drying upon availability of potassium to plants. *Soil Science Society of America Journal*, 27(5): 521-523.
 - Fabre, A., Pinay, G. and Ruffinoni, C., 1996. Seasonal changes in inorganic and organic phosphorus in the soil of a riparian forest. *Biogeochemistry*, 35: 419-432.
 - Fana, J., Wang, J.Y., Hu, X.F. and Chen, F.Sh., 2014. Seasonal dynamics of soil nitrogen availability and phosphorus fractions under urban forest remnants of different vegetation communities in southern China. *Urban Forestry and Urban Greening*, 13(3): 576-585.
 - Fatubarin, A. and Olojogba, M.R., 2014. Effect of rainfall season on the chemical properties of the soil of a southern Guinea Savanna ecosystem in Nigeria. *Journal of Ecology and Natural Environment*, 6(4): 182-189.
 - Golley, F.B., McGinnis, J.T., Clements, R.G., Child, G.I. and Deuver, M.J., 1975. *Mineral Cycling in a Tropical Moist Forest Ecosystem*. University of Georgia Press, Athens, Georgia, 248p.
 - Habibi Kaseb, H., 1992. *Principles of Forest Soil*. University of Tehran Press, Tehran, 424p (In Persian).
 - Hemwall, J.B., 1957. The fixation of phosphorus by soils. *Advances in Agronomy*, 9: 95-112.
 - Hosseinpour, A.R., 2008. *Soil Chemistry*. Payame Noor University Press, Tehran, 232p (In Persian).
 - Iwara, A.I., Ewa, E.E., Ogundele, F.O., Adeyemi, J.A. and Out, C.A., 2011. Ameliorating effects of Palm oil mill effluent on the physical and chemical properties of soil in Ugep, Cross

The effects of seasonal changes on some chemical forest soil properties during one year (Case study: Marivan forests)

D. Rostami¹, K. Mohammadi Samani^{2*} and V. Hosseini³

1- M.Sc. Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

2*- Corresponding author, Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan and the Center for Research and Development of Northern Zagros Forestry, Sanandaj, Iran

E-mail: k.mohammadi@uok.ac.ir

3- Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan and the Center for Research and Development of Northern Zagros Forestry, Sanandaj, Iran

Received: 02.01.2017

Accepted: 05.03.2017

Abstract

Soil is one of the important components of the forest ecosystem and getting knowledge about the chemical properties of soil can be a good guide for analyzing of forest ecosystem health. In this research, soil samples were taken during a year over four times at intervals of three months (March, June, September and December) in order to evaluate the effect of seasonal changes on chemical properties of topsoil in Marivan forests. Five composite soil samples in each season were collected and altogether 20 samples were taken. Soil organic carbon, nitrogen, phosphorus, pH, electrical conductivity, potassium, calcium and magnesium were analyzed in the Lab. Data analysis was conducted using one-way ANOVA and Duncan's multiple range tests. The result of this study showed that the maximum amount of organic carbon, total nitrogen and phosphorous were observed in the summer that was 10.7%, 0.59% and 44.7 ppm, respectively while the least amount were observed in the winter which was 8.01%, 0.2% and 39.05 ppm, respectively. There were no significant differences in organic carbon and phosphorus during year and over seasons, but total soil nitrogen showed statistically significant ($p < 0.01$) differences over time. Also pH ($p < 0.01$), EC ($p < 0.05$), Ca ($p < 0.05$) and Mg ($p < 0.01$) showed statistically significant differences over time while changes in the amount of potassium were very low and showed no statistically significant differences over a year.

Keywords: Electrical conductivity, Northern Zagros, organic carbon, soil quality, surface soil.