جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۴، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۰
ص ۹۷-۱۱۰ (پژوهشی)
DOI: 10.22059/jfwp.2020.305087.1116

اثر زوال درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) بر مشخصه‌های خاک رویشگاه (مطالعهٔ موردی: کوهمره‌سرخی، استان فارس)

مهرداد زرافشار[۱*]، مریم تیموری[۲]، مهدی پورهاشمی[۳]، طاهره علیزاده[۴]، سیدکاظم بردبار[۱]، محمدجواد روستا[۵]، علی‌رضا عباسی[۶]

۱. استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
۲. استادیار، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳. دانشیار، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۴. کارشناس تحقیقات، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۵. دانشیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
۶. کارشناس، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۱

چکیده

پدیدهٔ زوال بلوط مهم‌ترین چالش اکوسیستم‌های جنگلی زاگرس در دههٔ اخیر محسوب می‌شود. با توجه به اهمیت ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک در عملکرد اکوسیستم‌های جنگلی، اثر زوال درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) بر مشخصه‌های خاک در جنگل‌های کوهمره‌سرخی استان فارس بررسی شد. دو قطعهٔ یک‌هکتاری (۱۰۰×۱۰۰ متر) دچار زوال در دو جهت شمالی و جنوبی و همچنین دو قطعه در نواحی سالم در جهت‌های متناظر انتخاب شدند. در فصل بهار، نمونه‌های خاک با روش نمونه‌برداری منظم از چهار تودهٔ مذکور و از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری جمع‌آوری و ویژگی‌های بافت خاک، محتوای رطوبت، واکنش خاک، هدایت الکتریکی، کربن آلی، ازت کل، پتاسیم و فسفر قابل استفاده و همچنین تنفس میکروبی پایه و برانگیخته و پتانسیل نیتریفیکاسیون اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که واکنش خاک، درصد مواد آلی، کربن آلی و ازت خاک بین توده‌های سالم و دچار زوال فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بود. در مقابل، رطوبت خاک (حدود ۴-۳ برابر)، هدایت الکتریکی (حدود ۲۹-۲۸ درصد) و مقدار فسفر (حدود ۵-۴ برابر) و پتاسیم (حدود ۲ برابر) در خاک توده‌های شاهد به‌مراتب بیشتر از توده‌های دچار زوال بود. بیشترین تنفس برانگیختهٔ خاک به‌ترتیب در توده‌های شاهد جنوبی، شاهد شمالی و زوال شمالی با مقادیر ۲/۰۶، ۱/۶۷ و ۱/۳۸ (میلی‌گرم دی‌اکسید کربن منتشرشده به ازای ۱۰۰ گرم وزن خشک خاک در یک ساعت) ثبت شد. در مقابل، روند توجیه‌پذیری برای تنفس میکروبی پایه مشاهده نشد. پتانسیل نیتریفیکاسیون نیز تحت تأثیر پدیدهٔ زوال قرار نگرفت. از یافته‌های این تحقیق می‌توان استنباط کرد که تاکنون عناصر غذایی خاک تحت تأثیر زوال درختان کاهش شدیدی نداشتند. به نظر می‌رسد که در کوتاه‌مدت، ریزش شاخ‌وبرگ خشکیدهٔ درختان دچار زوال تا حدودی می‌تواند کمبود مواد آلی خاک را جبران کند، اما پیش‌بینی می‌شود که با گذشت زمان و تضعیف بیشتر درختان، کاهش کیفیت خاک در بلندمدت محسوس‌تر خواهد بود. در انتها، پایش فون میکروبی و آنزیم‌های خاک در توده‌های سالم و زوال‌یافته پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنفس میکروبی خاک، حاصلخیزی خاک، زاگرس، زوال بلوط، عناصر غذایی.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۶۰۵۵۴۲۴، Email: m.zarafshar@areeo.ac.ir

مقدمه

جنگل‌های زاگرس به‌عنوان یکی از مناطق پنج‌گانهٔ اکولوژیک ایران، با حدود ۵ میلیون هکتار مساحت، ۴۰ درصد مساحت جنگل‌های ایران را تشکیل می‌دهند. بلوط‌ها حدود ۷۰ درصد تیپ گونه‌های جنگلی زاگرس را شامل می‌شوند که در این بین گونهٔ بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl) از اهمیت خاصی برخوردار است. در سال‌های اخیر علاوه‌بر تخریب‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی که سبب کاهش مساحت جنگل‌های بلوط شده، پدیده‌ای با عنوان زوال بلوط نیز حیات این گونه را به‌شدت تهدید می‌کند [۱].

یکی از مهم‌ترین علائم اولیهٔ وقوع بحران زوال بلوط، بروز خشکیدگی در بخش‌هایی از تاج درختان است که در صورت پیشرفت بحران، سبب خشکیدگی کامل درخت و مرگ آن می‌شود. علل مختلفی برای این پدیده ذکر شده است که از آن جمله می‌توان به عوامل غیرزیستی از جمله آب‌وهوا (رژیم‌های بارندگی، خشکسالی، درجهٔ حرارت‌های بیشینه و غیره)، خاک (کمبود یا مازاد مواد غذایی، رطوبت خاک، تخلخل خاک) و عوامل شیمیایی (آلاینده‌های هوا، خاک) و عوامل زیستی مانند حشرات، قارچ‌ها، ویروس‌ها و باکتری‌ها اشاره کرد [۱]. اثر عوامل غیرزنده از جمله تنش‌های ناشی از تغییرات آب‌وهوایی بر زوال بلوط تقریباً ثابت شده، اما در مورد تأثیرات بالقوهٔ خصوصیات خاک که ممکن است موجب افزایش اثرهای آب‌وهوایی و تسریع روند زوال شود پژوهش‌های به‌نسبت کمی صورت گرفته است. خصوصیات خاک از جمله عمق خاک، نفوذپذیری گازها و نبود تعادل در مواد غذایی از عوامل مهمی هستند که ارتباط آنها با سندروم زوال بلوط ثابت شده است [۲].

درک رابطهٔ متقابل و پیچیده بین درختان و خاک در تبیین دلایل زوال بلوط و جلوگیری از آن اهمیت زیادی دارد. هر گونه تخریب در درختان سرپا تأثیر مستقیم بر کیفیت خاک و حاصلخیزی آن دارد [۳]. از طرف دیگر نقش و اهمیت مشخصه‌های خاک اعم از فیزیکی، شیمیایی و زیستی بر رشد و استقرار درختان ثابت شده است. رحیمی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که سرشاخه‌زنی درختان بلوط و عدم برگشت مواد آلی به خاک، موجب کاهش عناصر غذایی خاک رویشگاه می‌شود [۴]. اطلاعات در زمینهٔ اثر خشکیدگی درختان بلوط بر ویژگی‌های خاک محدود است و کمتر نیز توجه پژوهشگران را جلب کرده است. از سوی دیگر نتایج معدود پژوهش‌های صورت‌گرفته نیز با یکدیگر در تناقض‌اند. امیراحمدی و همکاران (۱۳۹۴) پس از بررسی ارتباط بین خشکیدگی درختان بلوط ایرانی با عوامل محیطی گزارش کردند که بین ویژگی‌های خاک و خشکیدگی درختان بلوط در منطقهٔ دنا ارتباط معنی‌داری وجود ندارد [۵]. از سوی دیگر، پروانه و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که بین تعداد درختان خشکیده با رطوبت، بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری، pH، کربن آلی و ازت خاک همبستگی معنی‌دار وجود دارد، ولی بین تعداد درختان خشکیده با نسبت C/N همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد [۶]. همچنین، حسینی و حسینی (۱۳۹۵) با بررسی اثر توپوگرافی و برخی خصوصیات خاک در پدیدهٔ مرگ‌ومیر درختان بلوط در جنگل‌های زاگرس میانی به این نتیجه رسیدند که خشکیدگی درختان به عمق و بافت خاک بستگی دارد و بیشترین درصد درختان خشکیده در توده‌هایی با عمق خاک کم و درصد شن کمتر و سیلت بیشتر مشاهده شد [۷].

برای بررسی و ارزیابی کیفیت خاک از شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی استفاده می‌شود. با توجه به حساسیت زیاد خصوصیات زیستی خاک به تغییرات محیطی، استفاده از آنها به‌طور معمول برای ارزیابی کیفیت خاک یا تغییرات ایجادشده در آن توصیه می‌شود. تنفس خاک و پتانسیل نیتریفیکاسیون خاک از جمله شاخص‌های

زیستی هستند که در ارزیابی کیفیت خاک بررسی می‌شوند [۸]. تنفس میکروبی یا معدنی شدن کربن آلی، فرآیندی است که در طی آن مواد آلی خاک توسط میکروارگانیسم‌ها اکسیده شده و سبب آزاد شدن دی‌اکسید کربن از خاک می‌شود [۹]. تنفس میکروبی خاک نقش مهمی در تجزیهٔ مواد آلی گیاهی و همچنین بقایای افزوده‌شده به سطح خاک دارد و تحقیق دربارهٔ آن اطلاعات مفیدی در مورد کیفیت خاک، به‌ویژه مواد آلی خاک که خود از شاخص‌های تعیین‌کنندهٔ کیفیت خاک است در اختیار قرار می‌دهد [۱۰]. برای ارزیابی وضعیت ازت در خاک از پتانسیل نیتریفیکاسیون، توانایی تبدیل یون آمونیوم به نیترات در شرایط هوازی، استفاده می‌شود. تبدیل آمونیوم به نیترات، موجب افزایش تحرک ازت در خاک و در نتیجه افزایش قابلیت دسترسی این عنصر برای گیاهان می‌شود [۱۱]، بنابراین بررسی این فرآیند میکروبی می‌تواند اطلاعات سودمندی دربارهٔ وضعیت کیفی خاک در رویشگاه‌های دچار زوال بلوط در اختیار قرار دهد. در همین زمینه، تیموری و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی توده‌های تخریب‌شدهٔ راش در جنگل‌های هیرکانی گزارش کردند که تخریب رویشگاه سبب کاهش پتانسیل نیتریفیکاسیون و احتمالاً کمبود این عنصر در خاک می‌شود [۱۲].

استان فارس از مهم‌ترین رویشگاه‌های گونهٔ بلوط ایرانی بوده و سطح آنها حدود ۸۴۰ هزار هکتار برآورد می‌شود [۱۳]، ولی متأسفانه براساس آمار موجود در برخی از رویشگاه‌ها از قبیل دشت‌برم بیش از نیمی از این درختان ارزشمند دچار پدیدهٔ زوال و خشکیدگی شده‌اند [۱۴]. با توجه به اهمیت رویشگاه‌های بلوط ایرانی در استان فارس و به‌ویژه پدیدهٔ زوال بلوط که تبعات فراوانی دارد و نیز نقش ثابت‌شدهٔ دامنه در خشکیدگی درختان [۱۵]، برخی از مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک رویشگاه‌های بلوط در استان فارس (منطقهٔ کوهمره‌سرخی) زیر پوشش توده‌های متأثر از خشکیدگی در دو دامنهٔ شمالی و جنوبی بررسی و با خاک پوشش توده‌های سالم همان دامنه‌ها مقایسه شدند.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ تحقیق

منطقهٔ کوهمره‌سرخی با مساحت ۷۴۲۰۹/۱۴ هکتار و با مختصات جغرافیایی ۳۷ ۵۹ °۵۱ تا ۵۶ ۱۷ °۵۲ طول شرقی و ۵۷ ۱۱ °۲۹ تا ۰۵ ۳۶ °۲۹ عرض شمالی در ۳۵ کیلومتری جنوب غرب شیراز در استان فارس واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا در این منطقه بین ۱۲۰۰ تا ۳۰۰۰ متر است. متوسط بارندگی سالانهٔ کل حوزه ۱۰۰۲/۳ میلی‌متر و میانگین دمای آن ۱۳/۸ درجهٔ سانتی‌گراد است. بیشتر بارندگی‌ها در شش ماه دوم سال به‌ویژه در دی ماه رخ می‌دهد. توپوگرافی منطقه نیز نشان‌دهندهٔ کوهستانی بودن این پهنه بوده و دامنهٔ شیب در منطقه از صفر تا ۶۰ درصد متغیر است. گونهٔ درختی غالب منطقه بلوط ایرانی است و از گونه‌های همراه می‌توان به بنه و در ارتفاعات به افرا کیکم اشاره کرد. همچنین از مهم‌ترین گونه‌های کف جنگل می‌توان انواع گونه‌های گون (*Astragalus*) و *Ebenus stellata* را نام برد.

روش پژوهش

چهار قطعه‌نمونهٔ مربعی یک‌هکتاری با ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر در توده‌های سالم (دامنه‌های شمالی و جنوبی) و دچار خشکیدگی (دامنه‌های شمالی و جنوبی) انتخاب و با عناوین زوال جنوبی، شاهد جنوبی، زوال شمالی و شاهد شمالی نامگذاری شدند (جدول ۱). هر قطعه به شش زیرقطعهٔ مساوی تقسیم شد و از مرکز هر زیرقطعه نمونه‌برداری خاک انجام گرفت. همچنین، یک نمونه خاک در وسط هر قطعه‌نمونهٔ اصلی تهیه شد. نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک انجام گرفت. عمق کم خاک در منطقهٔ تحقیق و وجود فعالیت زیستی حداکثری

در خاک سطحی [۱۰] از دلایل اصلی انتخاب این عمق بود. در ادامه، نمونه‌ها در کیسه‌های پلاستیکی و دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های خاک پس از عبور دادن از الک دو میلی‌متری برای حذف ریشه‌های گیاهان، به دو قسمت تقسیم شدند بخشی برای آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی خشک شدند و بقیه برای آزمون‌های زیستی تا زمان انجام در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند.

جدول ۱. مشخصات عمومی قطعات بررسی‌شده

قطعه‌نمونه	شیب	ارتفاع از سطح دریا (متر)	بافت خاک
زوال شمالی	۳۰-۴۰	۱۴۱۵	شنی- رسی
شاهد شمالی	۱۰-۱۵	۱۶۶۲	رسی- سیلتی
زوال جنوبی	۳۰-۴۰	۱۴۶۷	شنی- رسی
شاهد جنوبی	۱۰-۱۵	۱۷۳۲	رسی- سیلتی

پس از تعیین بافت خاک به‌روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری به‌روش کلوخه، محتوای رطوبت وزنی به روش توزین، کربن آلی خاک با اکسیداسیون تر کربن آلی [۱۶]، ازت کل به روش کجلدال [۱۷]، واکنش خاک با استفاده از دستگاه pH متر، هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع خاک با دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی [۱۸]، فسفر قابل جذب به روش اولسن [۱۹] و پتاسیم قابل جذب، به روش نورسنجی شعله‌ای (فلیم‌فتومتری) اندازه‌گیری شد [۱۹].

برای اندازه‌گیری تنفس خاک از روش تیتراسیون استفاده شد [۲۰]. در این روش نمونه‌های خاک (۲۰ گرم) به‌مدت ۲۴ ساعت در ظروف دربستهٔ حاوی ۲۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکسید سدیم (۰/۰۵ مولار) و در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. با گذشت ۲۴ ساعت و پس از اضافه کردن ۲ میلی‌لیتر محلول کلرید باریم (۰/۵ مولار) به محلول هیدروکسید سدیم موجود در ظروف حاوی نمونه‌های خاک، مقدار دی‌اکسید کربن منتشرشده توسط میکروارگانیسم‌های خاک که جذب هیدروکسید سدیم شده‌اند توسط اسید کلریدریک (۰/۱) مولار تیتر و تعیین می‌شود. پایان تیتراسیون با تشکیل ارغوانی مشخص شد. تنفس خاک در هر نمونه با دو تکرار و دو شاهد (فاقد خاک) انجام گرفت.

میزان تنفس خاک از فرمول زیر محاسبه و برحسب میلی‌گرم دی‌اکسید کربن آزاد شده به ازای یک گرم وزن خشک خاک در ۲۴ ساعت بیان می‌شود.

$$\text{تنفس خاک} = (C-S)\times 2.2\times 100/SW\times \%DM \qquad (۱)$$

که در آن C: میانگین حجم اسید کلریدریک مصرفی برای تیتراسیون شاهد (برحسب میلی‌لیتر)، S: میانگین حجم اسید کلریدریک مصرفی برای تیتراسیون نمونه‌ها (برحسب میلی‌لیتر)، SW: وزن اولیه خاک (برحسب گرم)، ۲/۲ فاکتور تبدیل اسید کلریدریک به دی‌اکسید کربن و 100/%DM: فاکتور تبدیل برای خاک خشک است.

برای تعیین تنفس برانگیختهٔ خاک، به هر کدام از نمونه‌های خاک ۰/۴ درصد گلوکز اضافه و مقدار دی‌اکسید کربن پس از چهار ساعت با روش یادشده اندازه‌گیری و برحسب میلی‌گرم دی‌اکسید کربن آزاد شده به ازای ۱۰۰ گرم وزن خشک خاک در یک ساعت بیان شد.

$$\text{تنفس برانگیختهٔ خاک} = (C-S)\times 2.2\times 100\times 100/4\times SW\times \%DM \qquad (۲)$$

که در آن C: میانگین حجم اسید کلریدریک مصرفی برای تیتراسیون شاهد (برحسب میلی‌لیتر)، S: میانگین حجم اسید کلریدریک مصرفی برای تیتراسیون نمونه‌ها

(برحسب میلی‌لیتر)، ۱۰۰: فاکتور تبدیل ۱۰۰ گرم خاک خشک، ۲/۲ فاکتور تبدیل اسید کلریدریک به دی‌اکسید کربن ، SW: وزن اولیهٔ خاک (برحسب گرم)، ۴: زمان گرمخانه گذاری بر حسب ساعت و 100/%DM: فاکتور محاسبهٔ وزن خشک خاک است.

پتانسیل نیتریفیکاسیون خاک در ۵ گرم خاک و با استفاده از روش ارائه‌شده توسط برگ و راسوال اندازه‌گیری شد [۲۱]. برای اندازه‌گیری پتانسیل نیتریفیکاسیون، ۵ گرم خاک با ۲۰ میلی‌لیتر سولفات آمونیوم (۱ میلی‌مولار) به‌عنوان سوبسترا مخلوط و به‌مدت ۵ ساعت در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند. نمونه‌های شاهد در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند. نیتریت آزادشده با کلرید پتاسیم (۲ مولار) استخراج و مقدار آن در ۵ میلی‌لیتر از عصاره به روش رنگ‌سنجی در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. نیتریفیکاسیون بالقوهٔ خاک برحسب مقدار ازت نیتریتی آزادشده از فرمول زیر محاسبه و برحسب میکروگرم نیتروژن به ازای یک گرم وزن خشک خاک در پنج ساعت بیان شد.

$$\text{نیتریفیکاسیون بالقوه خاک} = (S-C)\times 25.1\times 1000\times 100/5\times 5\times \%DM \quad (۳)$$

که در آن S: میانگین نیتروژن در نمونه‌ها (برحسب میلی‌گرم N)، C: میانگین نیتروژن در شاهد (برحسب میلی‌گرم N)، ۲۵/۱: حجم عصاره، ۱۰۰۰: فاکتور تبدیل میلی‌گرم به میکروگرم، ۵: وزن اولیهٔ خاک (برحسب گرم)، ۵: حجم عصارهٔ اندازه‌گیری‌شده (برحسب میلی‌لیتر) و 100/%DM: فاکتور محاسبهٔ وزن خشک خاک است.

تجزیه‌وتحلیل آماری

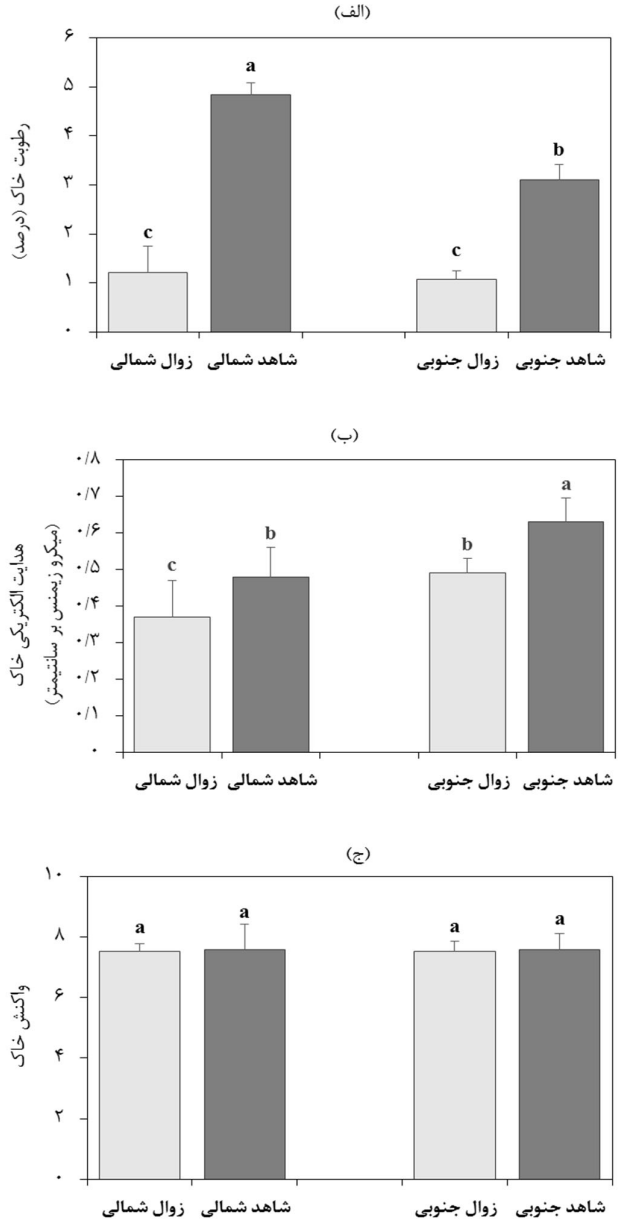
پس از آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و لون برای اطمینان از نرمال بودن و همگنی در محیط نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ با روش تجزیهٔ واریانس یکطرفه تجزیه و تحلیل صورت گرفت و میانگین تیمارها با آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد مقایسه شد. به‌منظور درک ارتباط بین ویژگی‌های تحت بررسی، به‌ویژه ارتباط شاخص‌های شیمیایی با زیستی خاک، با استفاده از نرم‌افزار PC-Ord نسخهٔ ۵ از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیهٔ واریانس یکطرفه نشان داد که بین شاخص‌های واکنش خاک، کربن آلی، ازت و پتانسیل نیتریفیکاسیون در خاک چهار قطعه‌نمونهٔ توده‌های تحت مطالعه اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت (جدول ۲). از سوی دیگر، چهار تودهٔ تحت بررسی از نظر محتوای رطوبت، هدایت الکتریکی، فسفر و پتاسیم قابل جذب و همچنین تنفس پایه و برانگیختهٔ خاک دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند.

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس یکطرفهٔ مشخصه‌های خاک در توده‌های سالم و خشکیدهٔ بلوط ایرانی

شاخص	درجهٔ آزادی	مقدار F	معنی‌داری
رطوبت	۳	۴۲/۰۷۳	۰/۰۰۰
واکنش خاک	۳	۰/۱۶۸	۰/۹۱۷
هدایت الکتریکی	۳	۷۹/۹۵۳	۰/۰۰۰
کربن آلی	۳	۰/۷۰۲	۰/۵۶۰
ازت کل	۳	۲/۲۳۰	۰/۱۱۱
فسفر قابل جذب	۳	۱۴/۸۴۶	۰/۰۰۰
پتاسیم قابل جذب	۳	۱۳/۵۹۲	۰/۰۰۰
تنفس پایه	۳	۷/۲۵۶	۰/۰۰۱
تنفس برانگیخته	۳	۵/۱۳۰	۰/۰۰۷
پتانسیل نیتریفیکاسیون	۳	۰/۷۰۰	۰/۵۶۱



شکل ۱. مقایسهٔ مقادیر مشخصه‌های عمومی خاک در توده‌های سالم و زوال‌یافتهٔ بلوط ایرانی

براساس نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها به روش توکی، بیشترین درصد رطوبت وزنی به‌ترتیب در خاک توده‌های شاهد شمالی (۴/۸۴ درصد) و شاهد جنوبی (۳/۱ درصد) بود (شکل ۱- الف). در مقابل، دو توده متأثر از زوال در جهت شمالی و جنوبی ضمن داشتن کمترین رطوبت وزنی خاک، با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند. عوامل توپوگرافی از جمله شیب و جهت دامنه تأثیر زیادی بر رطوبت رویشگاه دارند [۲۲]، ولی در این تحقیق مشاهده شد که رطوبت وزنی خاک در دو جهت شمالی و جنوبی متفاوت نبود، ولی خاک توده‌های متأثر از زوال و خشکیدگی رطوبت کمتری دارند که بیانگر اهمیت محتوای رطوبت خاک در پدیدهٔ زوال است. به‌طور کلی، رطوبت خاک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین

مؤلفه‌های حیاتی، اهمیت اساسی در اکوسیستم‌های جنگلی داشته [۲۳] و بی‌شک کاهش آن تأثیر زیادی در شدت یا پیشرفت پدیدهٔ زوال دارد.

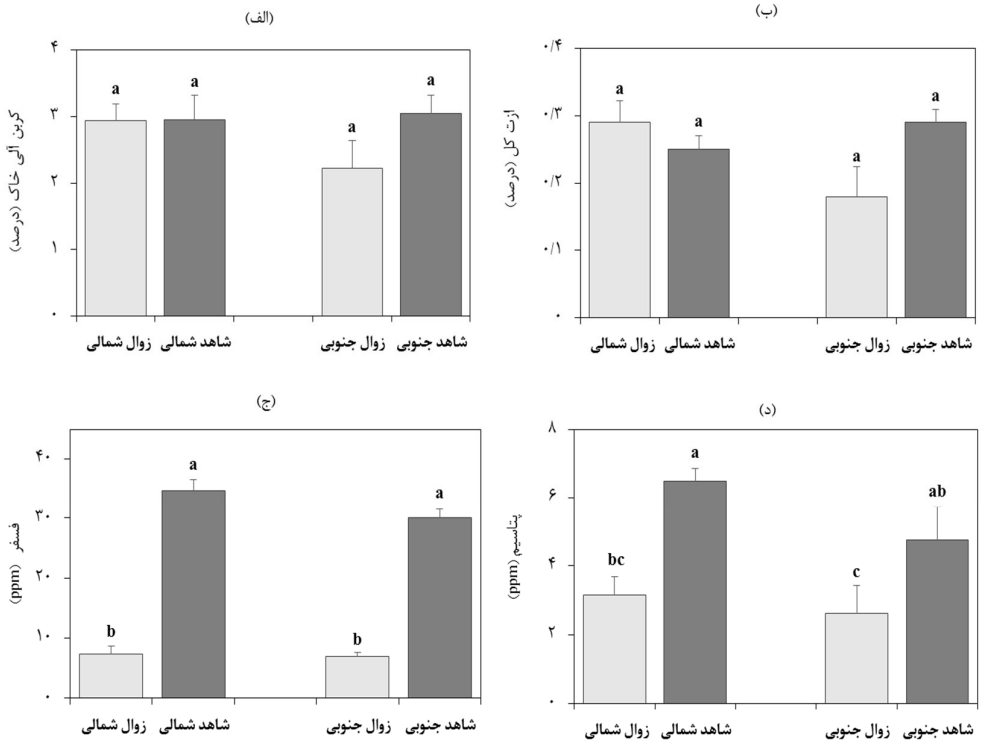
تجزیهٔ واریانس مقادیر هدایت الکتریکی خاک نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین توده‌ها بود. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار هدایت الکتریکی به‌ترتیب در توده‌های شاهد جنوبی و زوال شمالی مشاهده شد. بین دو تودهٔ شاهد شمالی و زوال جنوبی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد (شکل ۱- ب). با وجود عدم اختلاف معنی‌دار، هدایت الکتریکی در خاک توده‌های متأثر از زوال کمتر بود. بانج شفیعی و همکاران (۱۳۹۳) و رحیمی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که تخریب توده‌های جنگلی بلوط از طریق گلازنی سبب کاهش هدایت الکتریکی خاک می‌شود [۴، ۲۴]. یکی از دلایل احتمالی کاهش هدایت الکتریکی در توده‌های تخریب‌شدهٔ بلوط، کاهش محتوای کربن آلی است [۴]، به‌طوری که با کاهش مقدار لاشبرگ، هدایت الکتریکی خاک کاهش می‌یابد [۲۵].

از نظر واکنش خاک، اختلاف معنی‌داری بین چهار توده مشاهده نشد (شکل ۱- ج) و مقدار آن در توده‌های متأثر از زوال و توده‌های سالم حدود ۷/۵ ثبت شد که با توجه به سنگ مادری یکسان چهار توده قابل انتظار بود. آهکی بودن سنگ بستر و حضور رس فراوان در خاک منطقه دلیل احتمالی واکنش قلیایی خاک است. در این بازه زمانی، وجود پدیدهٔ زوال تاکنون بر واکنش خاک (pH) تأثیری نداشته است. پژوهش رحیمی و همکاران (۱۳۹۷) نشان داد که تخریب درختان بلوط از طریق گلازنی و کاهش حجم تاج آنها سبب افزایش واکنش خاک می‌شود [۴]، ولی نتایج این تحقیق نشان داد که واکنش خاک در مناطق دارای خشکیدگی و فاقد خشکیدگی تفاوت معنی‌داری ندارد که با یافته‌های حسینی (۱۳۹۶) مبنی بر تغییر نکردن واکنش خاک در زیر تاج درختان خشکیده و سالم همسوست [۲۶]. تغییر خصوصیات خاک به‌ویژه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به زمان‌های طولانی نیاز دارد و در کوتاه‌مدت صورت نمی‌گیرد.

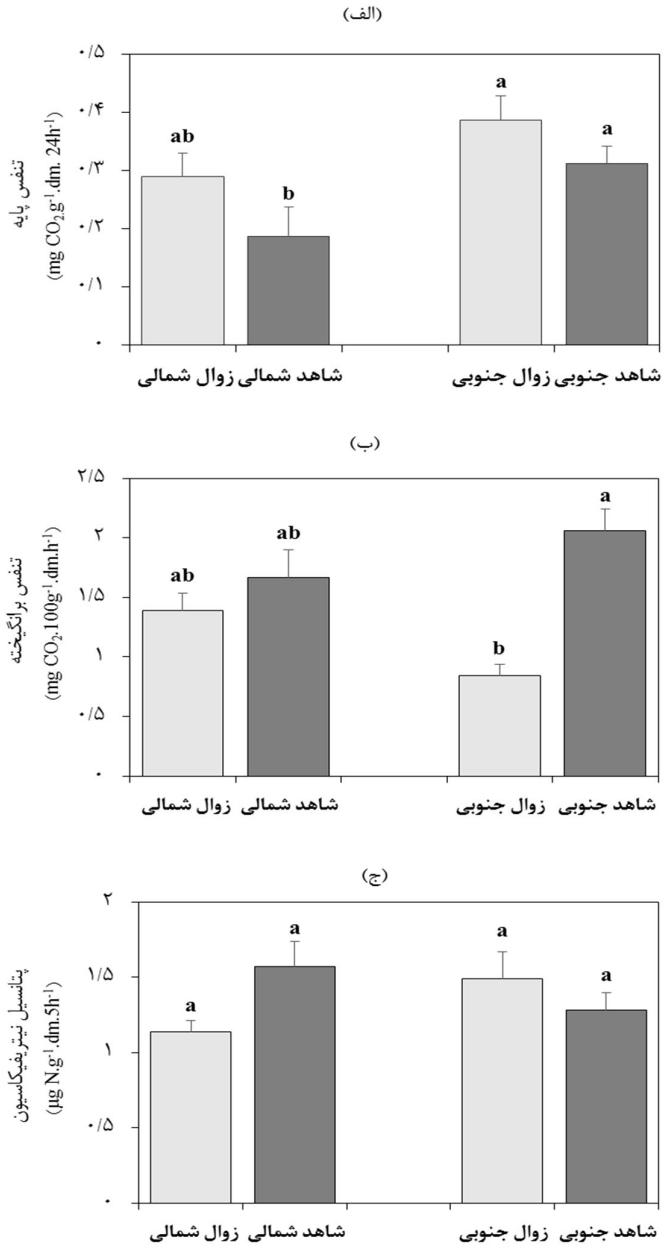
درصد کربن آلی در خاک توده‌های متأثر از زوال و سالم اختلاف آماری معنی‌دار نداشت و مقدار آن بین ۳- ۲/۲ درصد متغیر بود (شکل ۲- الف). امیراحمدی و همکاران (۱۳۹۴) نیز رابطهٔ معنی‌داری بین مادهٔ آلی خاک و درجات مختلف خشکیدگی درختان بلوط پیدا نکردند، ولی نتایج پژوهش‌های بانج شفیعی و همکاران (۱۳۹۳) و رحیمی و همکاران (۱۳۹۷) نشان داد که عملیات گلازنی و خروج شاخ‌وبرگ درختان بلوط سبب کاهش مادهٔ آلی و کربن آلی خاک می‌شود [۲۴، ۴]، اگرچه انتظار می‌رفت بود که درصد کربن آلی (مادهٔ آلی) در توده‌های متأثر از زوال کمتر از توده‌های سالم باشد. نبود تفاوت درصد کربن آلی خاک در توده‌های متأثر از زوال با شاهد، ممکن است به‌دلیل وجود شاخه‌های زیاد و برگ‌های خشکیدهٔ درختان در حال زوال در سطح خاک باشد که تا مدتی می‌تواند منبع ورود مواد آلی به خاک باشد و حتی این احتمال وجود دارد که درختان خشکیده در مقطع زمانی کوتاه با برگ‌ریزی و برگشت شاخه‌های خشک به خاک توده سبب افزایش مادهٔ آلی خاک شوند که در درازمدت و با تداوم پدیدهٔ زوال، کاهش ورود لاشبرگ به‌دلیل تضعیف تفاوت بین توده‌های سالم و دچار زوال در بلندمدت، مشهود خواهد شد. تجزیهٔ واریانس یکطرفه اختلاف معنی‌داری بین درصد ازت در خاک توده‌های تحت مطالعه را نشان نداد (جدول ۲ و شکل ۲- ب). ازت خاک اغلب توسط اندام‌های گیاهی تأمین می‌شود و در سنگ مادری یافت نمی‌شود [۲۷]؛ از این‌رو برگ‌ریزی و برگشت شاخه‌های خشک در توده‌های متأثر از زوال تا مدتی ازت خاک را جبران می‌کنند. همچنین مقدار ازت خاک همبستگی زیادی با مادهٔ آلی خاک دارد [۲۸] بنابراین با توجه به نبود اختلاف معنی‌دار بین کربن آلی که خود نشان‌دهندهٔ نبود تفاوت معنی‌دار در مادهٔ آلی است،

نبود اختلاف در ازت خاک توده‌های تحت بررسی پیش‌بینی‌پذیر است.

مقایسهٔ میانگین فسفر قابل جذب خاک در توده‌های متأثر از زوال و شاهد نشان داد که بیشترین مقدار فسفر در خاک توده‌های سالم شاهد و کمترین آن در توده‌های زوال شمالی و جنوبی بود (شکل ۲- ج). مقدار فسفر قابل جذب در خاک توده‌های شاهد با یکدیگر اختلاف نداشت و بین ۳۵-۳۰ پی‌پی‌ام متغیر بود. همچنین، دو تودهٔ زوال نیز ضمن دارا بودن فسفر بین ۷/۵-۶/۹ پی‌پی‌ام، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در نگاه کلی، فسفر خاک در توده‌های سالم بلوط ۵-۴ برابر توده‌های تحت تأثیر زوال بود. بیشترین مقدار پتاسیم قابل جذب نیز در خاک تودهٔ شاهد شمالی (۶/۴۸ پی‌پی‌ام) و پس از آن شاهد جنوبی (۴/۷۴ پی‌پی‌ام) ثبت شد (شکل ۲- د). از سوی دیگر، دو تودهٔ متأثر از زوال دارای کمترین مقدار پتاسیم قابل جذب خاک بودند، اما با یکدیگر نیز اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند. به‌طور کلی، پتاسیم خاک در توده‌های شاهد دوبرابر توده‌های متأثر از زوال بود. در توده‌های جنگلی تبادل یا جریان عناصر غذایی از جمله فسفر و پتاسیم به‌صورت متمرکز از لاشبرگ‌ها به خاک و سپس به‌صورت جذب عناصر غذایی از خاک، توسط ریشهٔ درختان در یک چرخهٔ نیمه‌بسته انجام می‌گیرد [۲۹]. از این‌رو ازآنجا که سنگ بستر مادری در هر چهار توده مشابه است، تفاوت‌های مشاهده‌شده، ناشی از کمیت و کیفیت لاشبرگ درختان سالم و زوال‌یافته است. سرعت فرآیندهای دخیل در بازگرداندن مواد غذایی به خاک توسط دما و رطوبت خاک و همچنین ویژگی‌های لاشبرگ تعیین می‌شود [۴]. بنابراین به‌نظر می‌رسد که رطوبت خاک در توده‌های سالم بلوط شرایط مساعدتری برای بازگشت عناصر غذایی ازجمله فسفر و پتاسیم ایجاد می‌کند و در ادامه سبب بهبود کیفیت خاک می‌شود [۳۰].



شکل ۲. مقایسهٔ مقادیر کربن آلی و عناصر غذایی خاک در توده‌های سالم و زوال‌یافتهٔ بلوط ایرانی



شکل ۳. مقایسهٔ شاخص‌های زیستی خاک در توده‌های سالم و دچار زوال بلوط ایرانی

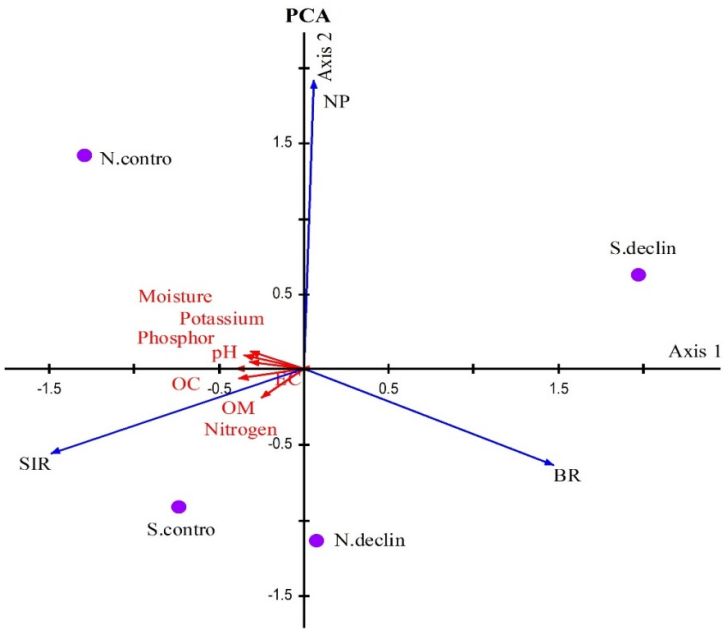
نتایج آزمون توکی نشان داد که تنفس پایه در تودهٔ شاهد شمالی دارای کمترین مقدار (۰/۱۸۷ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن آزاد شده به ازای یک گرم وزن خشک خاک در ۲۴ ساعت) بود، ولی بین این توده و تودهٔ زوال شمالی (۰/۲۸۹۴ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن آزاد شده به ازای یک گرم وزن خشک خاک در ۲۴ ساعت) اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد. بیشترین تنفس میکروبی پایه در خاک تودهٔ زوال جنوبی ثبت شد (۰/۳۸۷ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن آزاد شده به ازای یک گرم وزن خشک خاک در ۲۴ ساعت) و پس از آن تودهٔ شاهد جنوبی و زوال شمالی با مقادیر ۰/۳۱۲ و ۰/۲۸۹۴ در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. بیشترین تنفس برانگیختهٔ خاک به‌ترتیب در توده‌های شاهد جنوبی، شاهد شمالی و زوال

شمالی و به‌ترتیب با مقادیر ۲/۰۶، ۱/۶۷ و ۱/۳۸ (میلی‌گرم دی‌اکسید کربن آزاد شده به ازای ۱۰۰ گرم وزن خشک خاک در یک ساعت) ثبت شد، ولی بین آنها تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد. اگرچه تنفس پایه خاک در تودهٔ زوال جنوبی ۰/۸۴ بود، ولی بین این توده با توده‌های شاهد و زوال شمالی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد. تنفس خاک در توده‌های جنگلی به میزان رطوبت خاک [۳۱]، کربن آلی [۳۲]، حاصلخیزی [۳۳] و تراکم تاج‌پوشش درختی [۳۴] بستگی دارد. ازآنجا که تفاوت در رطوبت خاک و عناصر غذایی (پتاسیم و فسفر) بین توده‌های شاهد با توده‌های متأثر از زوال چشمگیر و معنی‌دار بود، افزایش تنفس برانگیختهٔ خاک در توده‌های شاهد قابل تفسیر بود، ولی در مقابل روند تنفس پایه قابل تفسیر نبود.

پتانسیل نیتریفیکاسیون در خاک توده‌ها بین ۱/۱۴ تا ۱/۵۷ (میکروگرم نیتروژن به ازای یک گرم وزن خشک خاک در پنج ساعت) متغیر بود، ولی بین چهار توده اختلافی مشاهده نشد. پتانسیل نیتریفیکاسیون توسط سوبسترای در دسترس (آمونیوم) کنترل شد و انتظار می‌رفت که مقدار آن در توده‌های تخریب‌شده بیشتر باشد [۳۵].

براساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، مؤلفه‌های اول و دوم به‌ترتیب با ۵۰/۹۶ و ۳۷/۶۳ درصد از واریانس‌ها در مجموع ۸۸/۵۹ درصد از کل واریانس‌ها را توجیه می‌کردند. نتایج نشان داد که توده‌های سالم بلوط ایرانی در جهت شمالی و جنوبی به‌واسطهٔ داشتن مقادیر بیشتر رطوبت خاک، هدایت الکتریکی، پتاسیم و فسفر و همچنین تنفس برانگیختهٔ میکروبی از دو توده تحت تأثیر زوال متمایزند (شکل ۴).

براساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، مؤلفه‌های اول و دوم به‌ترتیب با ۵۰/۹۶ و ۳۷/۶۳ درصد از واریانس‌ها درمجموع ۸۸/۵۹ درصد از کل واریانس‌ها را توجیه می‌کردند. نتایج نشان داد که توده‌های سالم بلوط ایرانی در جهت‌های شمالی و جنوبی به‌واسطهٔ داشتن مقادیر بیشتر رطوبت خاک، هدایت الکتریکی، پتاسیم و فسفر و همچنین تنفس برانگیختهٔ میکروبی از دو تودهٔ تحت تأثیر زوال، متمایزند (شکل ۴).



شکل ۴. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) براساس شاخص‌های اکوفیزیولوژیک تحت مطالعه در خاک توده‌های سالم و دچار زوال (منظور از N.contro و S.contro توده‌های سالم شمالی و جنوبی و منظور از N.declin و S.declin توده‌های زوال شمالی و جنوبی هستند)

نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های این پژوهش، می‌توان بیان کرد که پس از رخداد پدیدهٔ زوال در توده‌های بلوط و با گذشت زمان، تأثیر آن بر ویژگی‌های شیمیایی و زیستی خاک متفاوت است. در این پژوهش، شاخص‌های خاک پاسخ متفاوتی به پدیدهٔ زوال نشان دادند. به‌عنوان یک احتمال می‌توان بیان کرد که افتادن شاخ‌وبرگ درختان خشکیده برای مدتی می‌تواند کمبود و ضعف مواد آلی خاک را در مقایسه با توده‌های شاهد جبران کند. نتایج این پژوهش نشان داد که درصد کربن آلی و ازت خاک در توده‌های دچار زوال و شاهد در این دورهٔ زمانی (حدود یک دهه) دارای تفاوت معنی‌دار آماری نیست، ولی در مقابل مقدار پتاسیم و فسفر خاک تا حد چشمگیری در توده‌های متأثر از زوال کاهش یافته بود که ممکن است به ضعف درختان خشکیده در جذب عناصر و برگشت دوباره آنها به خاک مرتبط باشد. نقش رطوبت خاک در پدیدهٔ زوال و شدت خشکیدگی درختان بلوط ایرانی مشهود بود، چراکه توده‌های متأثر از زوال دارای رطوبت کمتری بودند. تنفس برانگیخته در توده‌های شاهد بیشتر بود که دلیل احتمالی آن، درصد رطوبت بیشتر خاک در این توده‌هاست. با توجه به اطلاعات موجود و اختلاف‌های ثبت‌شده، تفاوت‌های برجسته‌تر و البته معنی‌دار در حاصلخیزی خاک با گذشت زمان و تضعیف بیشتر درختان دچار زوال در آینده پیش‌بینی‌پذیر است که مدیریت هرچه دقیق‌تر و علمی‌تر این توده‌های ارزشمند را یادآوری می‌کند.

References

[1]. Pourhashemi, M., Jahanbazi, H., Hoseinzadeh, J., Bordbar, S.K., Iranmanesh, Y., and Khodakaram, Y. (2017). The history of oak decline in Zagros forests. Iran Nature, 2 (1): 30-37.

[2]. Helema, S., Laanelaid, A., Raisio, J., and Tuomenvirta, H. (2009). Oak decline in Helsinki portrayed by tree-rings, climate and soil data. Plant and Soil. 319 (1): 163-174.

[3]. Oleyaie, H.R., Adhami, A., Faraji, H., and Fayyaz, P. (2011). The impacts of Persian oak trees on some soile traits at Yasuj. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, Soil and Water Sciences, 15 (56): 193-206.

[4]. Rahimi, J., Mohammadi Samani, K., Shabanian, N., and Rahmani, M.S. (2018). Investigating some chemical soil properties in the pollarded and less-disturbed forest stands in the northern Zagros (Case study: Baneh forest, Kurdistan). Journal of Enviromental Science and Technology, 10.22034/JEST.2018.24965.3400

[5]. Amir Ahmadi, B., Zolfaghari, R., and Mirzaei, M. R. (2015). Relation between dieback of *Quercus brantii* Lindl. trees with ecological and sylvicultural factors, (study area: Dena Protected Area). Ecology of Iranian Forests, 3 (6): 19-27

[6]. Parvaneh, E., Etemad, V., Marvie Mohajer, M.R., Zahedi Amiri, Gh and Attarod, P. (2016). The relationships between the rate of oak trees decline and forest types, soil characteristics and topographic conditions in Ghalaje Forests of Kermanshah, west of Iran. Iranian Journal of Forest, 8 (3): 263-275.

[7]. Hossieni, A., and Hossieni, M. S. (2016). The role of topographic and edaphic factors in mortality of trees in middle Zagros Persian Oak (*Quercus brantii*) forests. Journal of Zagros Forests Researches, 3 (1): 47-58.

[8]. Khormali, F., and Shamsi, S. (2009). Micromorphology and quality attributes of the loess derived soils affected by land use change: a case study in Ghapan watershed, northern Iran. Journal of Mountain Science, 6 (2): 197-204.

[9]. Beheshti, A., Raiesi, F., and Golchin, A. (2011). The effects of land use conversion from pasturelands to croplands on soil microbiological and biochemical indicators. Journal of Water and Soil, 25 (3): 548-562.

[10]. Jia, B., Zhou, G., Wang, F., Wang, Y., and Weng, E. (2007). Effects of grazing on soil respiration of *Leymus chinensis* steppe. Climatic Change. 82: 211–223.

[11]. Drury, C.F., Hart, S.C., and Yang, X.M. (2008). Nitrification techniques for soils. Soil Sampling and Methods of Analysis. 495-513. Taylor and Francis Group.

[12]. Teymouri, M., Khoshnevis, M., Matinizadeh, M., and Rahmani, A. (2015). Investigation and comparison of bacteria involved in Nitrogen cycle in damaged and undamaged of different forest ecosystems in Caspian regions of IRAN, Journal of Plant Research. 28 (3): 499-509.

[13]. Bordbar, K., Sagheb-Talebi, K., Hamzehpour, M., Joukar, L., Pakparvar, M., and Abbasi, A.R. (2010). Impact of environmental factors on distribution and some quantitative characteristics of Manna Oak (*Quercus brantii* Lindl.) in Fars province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18 (3): 404-390.

[14]. Ahmadi, S., Zahedi Amiri, G., Marvie Mohadjer, M.R. (2016). Mapping Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.) mortality using geostatistical methods in Dasht-e Barm, Fars province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 24 (3): 450-439.

[14]. Lacerda-Júnior, G.V., Noronha, M.F., Cabral, L., Delforno,T.P., Pereira de Sousa, S.T., Fernandes-Júnior, P. I., Melo, I.S., and Oliveira, V.M. (2019). Land use and seasonaleffects on the soil microbiome of a Brazilian dry forest. Frontiers in Microbiology, 10(648): 1-14.

[15]. Jahanbazi, H, Iranmanesh, Y., Talebi, M, Shirmardi, H. A, Mehnatkesh, A. M, Pourhashemi, M., and Habibi, M. (2019). Effect of physiographic factors on absorption of essential nutritional elements of the leaf in Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) affected by decline (Case study: Helen forest, Chaharmahal & Bakhtiari province). Journal of Plant Researches. Under publishing.

[16]. Nelson, D.W., and Dorich, R.A. (1983). Direct colorimetric measurement of ammonium in potassium chloride extracts of soil. Journal of the Soil Science Society of America, 47(1): 833-836.

[17]. Bremner J.M., and Mulvaney, C.S. (1982). Nitrogen-total. In: Page A. L., Miller R. H., Keeney D. R. (Eds.), Methods of Soil Analyses. Part 2: Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 595-624.

[18]. Rhoades, C., and Binkley, D. (1996). Factors influencing decline in soil pH in Hawaiian Eucalyptus and Albizia plantations. Forest Ecology and Management, 80(1-3): 47-56.

[19]. Homer, C.D., and Pratt, PF. (1961). Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. University of California, Agricultural Sciences Press, Berkeley, pp. 309

[20]. Page A.l., Miller, RH., and Keeney, D.R. (1992). Method of Soil Analysis, part 2: Chemical and Microbiological Properties, Second Edition, Sixth Printing, Soil Science Society of America, Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA.

[21]. Schinner, F., Ehlinger, R., Kandeler, E., and Margesin, R. (1996). Methods in soil biology. Springer.

[22]. Berg P., and Rosswall, T. (1985). Ammonium oxidizer number, potential and actual oxidation rates in two Swedish arable soils. Biology and Fertility of Soils, 1: 131-140

[23]. Stephenson, N.L., (1990). Climate control of vegetation distribution: the role of water balance, American Naturalist. 135: 649-670.

[24]. Banj Shafiei, A., Ashkavand, P., and Beygi Heidarlou, H. (2014). Assessing soil and some quantitative and qualitative characteristics of forest species in semi-Protected and degraded regions of Marivan Forests, Kurdistan Province. Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources, 2 (2): 81-98. (In Persian)

[25]. Sanchez Maranon, M., Soriano, M., Delgado, G., and Delgado, R., (2002). Soil quality in mediterranean mountain environment. Soil Science Society of America Journal, 66: 948-958.

[26]. Hosseini, A. (2017). Variability of nitrogen and phosphorous in Persian oak trees and soil of dieback affected stands in Ilam. Forest and Wood Products, 7 (2): 231-240.

[27]. Salehi, A., Mohammadi, A., and Safari. A. (2011). Investigation and comparison of physical and chemical soil properties and quantitative characteristics of trees in less-damaged and damaged area of Zagross forests (Case study: Poldokhtar, Lorestan province). Iranian Journal of Forest, 3 (1): 81-89 (In Persian)

[28]. Grisso, R. B., wysor, M. A.W. G., Holshouser, D., and Thomason, W. (2009). Precision Farming Tools: Soil Electrical Conductivity. Produced by Communications and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University. 6 pp.

[29]. Kooch, Y., Moghimian, N., Wirth, S., and Haghverdi, K. (2020). Effects of shelterwood and single-tree cutting systems on topsoil quality and functions in northern Iranian forests. Forest Ecology and Management, 468: 1-8.

[30]. Camping, T.J., Dahlgren R.A., Tate K.W., and Horwath W.R. (2002). Changes in soil quality due to grazing and oak tree removal in California blue oak woodlands. USDA Forest Service, 184 :75-85.

[31]. Tarrega, R., Calvo, L., Marcos E., and Taboada, A., (2007). Comparison of understory plant community composition and soil characteristics in *Quercus pyrenaica* stands with different human uses. Forest Ecology and Management, 241: 235-242.

[32]. Pabst, H., Gerschlauer, F., Kiese, R., and Kuzyakov, Y. (2016). Land use and precipitation affect organic and microbial carbon stocks and the specific metabolic quotient in soils of eleven ecosystems of Mt. Kilimanjaro, Tanzania. Land Degradation & Development, 27: 592-602.

[33]. Samuelson, L., Mathew, R., Stokes, T., Feng, Y., Aubrey, D., and Coleman, M. (2009). Soil and microbial respiration in a loblolly pine plantation in response to seven years of irrigation and fertilization. Forest Ecology and Management, 258: 2431-2438.

[34]. Bolat, I., Kara, Ö., Sensoy, H., and Yüksel, K. (2015). Influences of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) afforestation on soil microbial biomass and activity. IForest-Biogeosciences and Forestry, 9: 171.

[35]. Kooch, Y., and Bayranvand, M. (2019). Labile soil organic matter is sensitive to forest floor quality of tree species mixtures in Oriental Beech forests. Ecological Indicators, 107: 105598.

The impact of Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) decline on stand soil characteristics (Case study: Kohmareh Sorkhi, Fars Province)

M. Zarafshar*; Assist., Prof., Department of Natural Resources, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, I.R. Iran.

M. Teimouri; Assist., Prof., Department of Forest, Research Institute of Forest and Rangeland, AREEO, Tehran, I.R. Iran.

M. Pourhashemi; Assoc., Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran.

T. Alizadeh; Researcher, Department of Forest, Research Institute of Forest and Rangeland, AREEO, Tehran, I.R. Iran.

S. K. Bordbar; Assist., Prof., Department of Natural Resources, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, I.R. Iran.

M. J. Rousta; Assoc., Prof., Department of Soil Conservation and Watershed Management, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, I.R. Iran.

A. Abbasi; Expert, Department of Natural Resources, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, I.R. Iran.

(Received: 25 June 2020, Accepted: 11 September 2020)

ABSTRACT

Nowadays, the oak decline is the most important challenge in the Zagros forests for the last decade. Concerning the importance of soil physical, chemical, and biological properties in the forest ecosystems performance, the impacts of oak decline on soil characteristics were studied. In spring, two declined stands and two healthy stands of Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) with one ha area (100×100 m) in the north and south aspects were selected and then soil samples were collected systematically from 0-10 cm depth. Next, soil texture, reaction, EC, moisture content, organic carbon, nitrogen, potassium, and phosphorus content of collected soils were analyzed. Furthermore, basal soil microbial respiration, induced soil microbial respiration, and nitrification potential were measured. The results showed that pH, organic material and carbon, and nitrogen did not have any significant difference between the declined and healthy stands. On the other hand, EC (around 28-29 %), moisture (around 3-4 times), potassium (around two times), and phosphorus (around 4-5 times) content were considerably higher in the healthy stands. Furthermore, the highest induced microbial respiration were recorded in southern (2.06) and northern healthy stands (1.67) and southern decline stand (1.38 mg CO_2.100g-1.dm.h-1), respectively while we did not find any reasonable trend for basal respiration. Nitrification potential did not response to oak decline occurrence. Although soil nutrient significantly declined in response to oak decline, it can be supposed that dried leaves and branches can repair deficiency of soil organic material to some extent in the declined stands but over time, as trees weaken, soil quality will decline. Finally, monitoring of soil fauna and soil enzymes can be suggested for future research.

Keywords: Zagros, tree decline, soil fertility, nutrient, soil microbial respiration.

* Corresponding Author's E-mail: M.zarafshar@areeo.ac.ir, Tel: +98 9126055424