دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

مقایسه برخی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و میکروبی خاک در ارتباط با خشکیدگی درختان بلوط در طبقات مختلف ارتفاع از سطح دریا در جنگل‌های زاگرس جنوبی

حسن شاهرضایی[۱]، مرزبان فرامرزی[۲]، مهدی حیدری[۳] و مرتضی پوررضا[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیابان زدایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۲- گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۳- گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ایلام، ایران (نویسنده مسوول: m_hydari23@yahoo.com; m.heidari@ilam.ac.ir)
۴- گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۴
صفحه: ۱۳۶ تا ۱۴۷

چکیده

خشکیدگی درختان همواره به‌عنوان یکی از مشکلات اساسی در مناطق خشک و نیمه‌خشک مطرح بوده است. آگاهی از نوع و میزان ارتباط عوامل محیطی از جمله خصوصیات خاک به‌عنوان بستر رشد گونه‌های گیاهی با اختلال‌های طبیعی می‌تواند راهگشای مدیریت پایدار عرصه‌های جنگلی و ابزاری مفید در پایش آنها باشد. این مطالعه با هدف مقایسه برخی خصوصیات فیزیکی- شیمیایی و میکروبی خاک در ارتباط با زوال بلوط در بخشی از جنگل‌های زاگرس جنوبی در شهرستان ملکشاهی استان ایلام انجام شد. نتایج تجزیه واریانس دو طرفه نشان داد که اثر ارتفاع از سطح دریا و همچنین اثر متقابل سلامت درخت و ارتفاع از سطح دریا بر شوری، کربن آلی، نیتروژن، پتاسیم و آهک خاک معنی‌دار بود. در بین خصوصیات شیمیایی کربن آلی، نیتروژن، پتاسیم و شوری خاک زیراشکوب الگوی تغییر مشابهی در رابطه با خشکیدگی و ارتفاع از سطح دریا داشتند. به‌طوری‌که بیشترین میزان این متغیرها در بالابند و زیر درختان سالم دیده شد و با افزایش میزان خشکیدگی در این طبقه ارتفاعی روند نزولی نشان دادند. اثر سلامت درخت و ارتفاع از سطح دریا و اثر متقابل آنها بر شن، رس و وزن مخصوص ظاهری معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که رطوبت اشباع خاک زیر درختان خشک در میان‌بند (۳۳/۹ درصد) و نیمه خشک پایین‌بند (۳۲/۲۸ درصد) به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر درختان در سایر موقعیت‌ها بود. درصد شن در میان‌بند و پایین‌بند در زیر درختان خشک بیشتر از درختان نیمه‌خشک و سالم بود. وزن مخصوص ظاهری در هر سه طبقه ارتفاعی در زیر درختان نیمه‌خشک کمترین مقدار را نشان داد. اثر متقابل ارتفاع از سطح دریا و سلامت درخت بر تنفس پایه و برانگیخته خاک زیر تاج معنی‌دار بود. بیشترین مقدار تنفس پایه و برانگیخته در زیر درختان سالم بالابند (۷۱/۲۲ و ۹۷/۳۲ $mgCO_2\text{-}C\ kg^{-1}day^{-1}$) مشاهده شد و با افزایش خشکی درختان میزان آنها کاهش یافت. همچنین نیتروژن، کربن آلی و پتاسیم خاک در زیر پایه‌های بلوط سالم بالابند بیشترین مقدار را داشتند. بر اساس نتایج، با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار میانگین خصوصیات فیزیکی خاک بین بیشتر موقعیت‌های مورد مطالعه می‌توان بیان کرد که خصوصیات شیمیایی و بیولوژیک خاک نسبت به خصوصیات فیزیکی تغییرات خشکیدگی را در طول گرادیان ارتفاعی به‌صورت مشخص‌تری منعکس می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: تنفس خاک، خشکیدگی بلوط، خصوصیات خاک، زاگرس جنوبی

مقدمه

جنگل‌های استان ایلام جزو جوامع جنگلی مناطق خشک و نیمه‌خشک سلسله جبال زاگرس بوده که تیپ غالب درختان آن را بلوط ایرانی تشکیل می‌دهد (۲۵). گسترهٔ وسیعی از جنگل‌های زاگرس به‌خصوص در استان ایلام طی دههٔ گذشته مبتلا به بحران زوال بلوط و حتی زوال بوم‌سازگان شده‌اند. عوامل متعددی در بروز این پدیده مؤثر هستند که بر حسب منطقه و شرایط رویشگاهی نوسان دارند.

مرگ و میر درختی از پدیده‌های مهمی است که عمدتاً در پی تغییرات اقلیمی ظهور کرده یا تشدید می‌شود (۴۵،۳۷). از حدود دو قرن پیش اغلب جنگل‌های دنیا با این چالش مواجه شده و به‌خصوص این موضوع در جنگل‌های بلوط دنیا به مسئله حادی تبدیل شده است (۴۲،۳۰،۱۲). در بسیاری از پژوهش‌ها خشکیدگی بلوط به برهم‌کنش اثر عوامل متعدد از جمله نوع بوم‌سازگان جنگلی، عوامل مختلف اقلیمی، خصوصیات ساختاری جنگل و موقعیت جغرافیایی نسبت داده شده است (۵۵،۵۱،۴۱،۱۸،۳). برخی پژوهشگران نیز پدیده خشکی را به‌عنوان مهمترین عامل تنش‌زا گزارش داده‌اند که زمینه‌ساز پدیدار شدن سایر آفت‌ها و بیماری‌ها و سرانجام خشکیدگی درخت می‌شود (۵۴،۵۳).

عوامل مختلفی در پدیده زوال بلوط زاگرس و شدت آن مؤثر دانسته شده که از مهم‌ترین آنها خاک‌های کم عمق (فقیر از نظر عناصر غذایی) (۲۸) و خشکسالی و کمبود شدید آب (۴) است.

مطالعات روی گونه‌های مختلف بلوط نشان داده که بیشترین مرگ و میر در خاک‌های با سطح غذایی پایین رخ داده (۳۰) و اغلب توده‌های با خشکیدگی بالا کمترین تنفس و فعالیت زیستی خاک را داشتند (۱۹). همچنین عناصر ماکرو شامل: سدیم، منیزیم، کلسیم و نیتروژن خاک اطراف درختان دارای سرخشکیدگی، کمتراز غلظت آن‌ها در اطراف درختان سالم بود (۴۶،۲۷).

رشد گونه‌های درختی علاوه بر خصوصیات ژنتیکی به عوامل مختلف محیطی و رویشگاهی مانند خاک، اقلیم و البته شرایط فیزیوگرافیکی وابسته است. به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد کیفیت رویشگاه از جمله شنی بودن، رس کم و نیز عوامل فیزیوگرافی (۳۹)، عمق کم خاک و استرس خشکی

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]

حاصل از آن (۲۴) و جهت دامنه، فاصله از رودخانه و طبقه ارتفاع از سطح دریا (۵) نقش مهمی در وقوع خشکیدگی درختان دارند.

در ایران نیز پدیده خشکیدگی درختان بلوط در جنگل‌های زاگرس یکی از مهمترین مسائل منابع طبیعی کشور در سال‌های اخیر بوده است که باعث مرگ و میر درختان مختلف در عرصه‌های گسترده‌ای از جنگل‌های زاگرس شده است (۴۲). گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii* L.) با توجه به غالب بودن در بسیاری از تیپ‌های جنگلی و به‌عبارتی سطح پراکنش وسیع در این ناحیه رویشی، بیشترین آسیب را از پدیده زوال نشان داده است (۲۶). مرگ و میرهای فراوان گونه بلوط ایرانی خسارت‌های شدیدی به جنگل‌های زاگرس وارد کرده است که از تبعات آن کاهش کارایی و عملکرد این بوم‌سازگان جنگلی و مشکلات اقتصادی و اجتماعی متعدد برای زاگرس‌نشینان بوده است (۲۰). شیوع زوال بلوط برای اولین بار در سال ۱۳۷۸ در جنگل‌های ایلام و لرستان توسط کارشناسان محلی گزارش شد. سپس اقداماتی برای کنترل خشکیدگی و زوال درختان بلوط در حوزه زاگرس انجام شد. در این رابطه با تشکیل تیم‌های تحقیقاتی در سراسر این حوزه به‌ویژه زاگرس جنوبی پژوهش‌هایی برای شناسایی مهمترین عوامل مؤثر بر این پدیده انجام گرفت. در زمینه آفات دو آفت مهم مؤثر بر زوال بلوط بیماری قارچ ذغالی بلوط (*Biscogniauxia mediterranea* (De Not.) Kuntze) و سوسک‌های چوبخوار از خانواده‌های Buprestidae و Cerambycidae گزارش شدند.

خشکیدگی درختان می‌تواند موجب بروز تغییرات بارز در شبکه غذایی خاک و تغییر خصوصیات مختلف خاک شود (۱۱). بررسی‌های انجام شده در دنیا نشان می‌دهد که خشکیدگی درختان می‌تواند بر ویژگی‌های خاک اثر بگذارد (۳۳،۲۱). با توجه به این که خشکیدگی و زوال درختان بلوط پیامدهای نگران کننده و تلخی برای بوم‌سازگان با ارزش جنگلی زاگرس دارد، شناسایی ارتباط عوامل محیطی به‌ویژه خصوصیات خاک و وضعیت خشکیدگی درختان از اهمیت فراوانی برخوردار است. در این پژوهش سعی بر این است که اثر شدت خشکیدگی درختان بر برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی خاک مورد بررسی قرار بگیرد. در این راستا هدف از این پژوهش پاسخ به این پرسش اساسی است که اثرات خشکیدگی درختان بلوط بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک چگونه است؟

در تحقیق حاضر فرض شد که: الف- اثر خشکیدگی درختان بر خصوصیات زیستی خاک در طبقات مختلف ارتفاع از سطح دریا ارتفاع از سطح دریا متفاوت است، ب- سطح عناصر غذایی خاک در زیر پایه‌های با خشکیدگی شدید کاهش پیدا می‌کند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه جنگلی مورد مطالعه در قسمتی از جنگل‌های بلوط بیوره با مساحت ۵۴۰ هکتار در شهرستان ملکشاهی در استان ایلام واقع شده است. این منطقه جنگلی کوهستانی با گسترش شمال‌غربی- جنوب‌شرقی و تا جنوب کوه معروف کبیرکوه امتداد دارد. از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۴۶ درجه و ۳۰ دقیقه و ۳۸ ثانیه تا ۴۶ درجه و ۴۰ دقیقه و ۲۳ ثانیه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۱۹ دقیقه و ۴۹ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۲۶ دقیقه و ۵۲ ثانیه عرض شمالی واقع شده‌است. متوسط دمای سالانه آن ۱۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه در منطقه ۳۲۰ میلی‌متر است. حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب ۱۳۵۰ و ۱۷۲۰ متر از سطح دریاست. جنگل‌های منطقه عمدتاً جز جوامع جنگلی مناطق خشک و نیمه خشک رشته کوههای زاگرس بوده و تیپ غالب جوامع جنگلی در بیشتر مناطق گونه بلوط ایرانی است. سایرگونه‌ها مانند زالزالک، بنه، کیکم و ارژن با آن همراه هستند (۲۵).

نمونه‌برداری از درختان

ابتدا دامنه با جهت غالب جنوبی و دامنه ارتفاعی ۱۱۰۰ تا ۱۷۲۰ متر از سطح دریا برای این مطالعه در نظر گرفته شد. با توجه موقعیت شیب (کاتنا) یعنی قله (Summit)، شانه (Shoulder)، پشته شیب (Back slope)، پای (Foot slope) و پنجه شیب (Toe slope) (۳۵) این دامنه به سه طبقه ارتفاعی پایین بند، میان بند و بالابند به‌ترتیب با متوسط ارتفاع از سطح دریای ۱۲۸۶، ۱۳۷۰ و ۱۵۷۲ متر تقسیم شد. سپس ترانسکت‌هایی با فواصل معین به‌صورت تصادفی در امتداد گرادیان ارتفاعی، ابتدا روی نقشه ترسیم و سپس در منطقه پیاده شد. در هر یک از طبقات ارتفاعی و در امتداد ترانسکت‌ها، تعداد ۱۰ درخت سالم (بدون خشکیدگی)، ۱۰ درخت نیمه‌خشک (۲۵-۵۰ درصد خشکیدگی) و ۱۰ درخت با خشکیدگی شدید (> ۷۵ درصد) بر مبنای معیار ظاهر تاج انتخاب شدند (۱۵). درختان انتخابی از یک طبقه قطری (۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متری) در نظر گرفته شدند. در مجموع با در نظر گرفتن سه طبقه ارتفاعی پایین‌بند، میان‌بند و بالابند، تعداد ۹۰ درخت اندازه گیری شد. متغیرهای اندازه گیری شده شامل: قطر برابر سینه ، قطر تاج (تصویر تاج بر روی زمین با متر نواری) و ارتفاع درخت بود.

نمونه‌برداری و آزمایش خاک

تعداد ۵ نمونه مرکب خاک (ترکیب سه نمونه تصادفی از زیر تاج) از پای درختان سالم، نیمه‌خشک، درختان خشک برداشت شد (۱۵ نمونه ترکیبی). در مجموع با در نظر گرفتن طبقات ارتفاعی پایین‌بند، میان‌بند و بالابند، تعداد ۴۵ نمونه ترکیبی خاک برداشت شد. هر یک نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه و عبور دادن از الک دو میلی‌متری به دو بخش تقسیم شدند. یک بخش به‌منظور انجام آزمایش‌های میکروبی در یخچال و دمای ۴ درجه قرار گرفتند و بخش دیگر به‌منظور انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی در شرایط آزمایشگاه هوا خشک شدند.

در آزمایشگاه بافت خاک به‌روش هیدرومتری بایکاس اندازه‌گیری شد (۸). وزن مخصوص ظاهری به‌روش سیلندر (۷)، رطوبت خاک به‌روش وزنی (۱۶)، تعیین میزان کربن آلی به‌روش والکلی و بلک (۳۸)، اسیدیته و شوری خاک به‌ترتیب به‌وسیله دستگاه pH متر و دستگاه هدایت الکتریکی سنج

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]

(۳۱)، آهک به‌روش تیتراسیون (۲)، فسفر کل به‌روش هضم دو اسید (۵۰)، میزان نیتروژن به‌روش کجلدال (هضم و تیتراسیون بعد از تقطیر) (۹)، پتاسیم به‌روش فلم فتومتری (۶)، تنفس پایه خاک با اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن پدید آمده در واحد زمان از واحد وزن خاک و به دام انداختن آن با سود (NaOH) در درون جار دربسته (۱) و تنفس برانگیخته خاک نیز مشابه تنفس و با اضافه کردن گلوکز به نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شدند (۱).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور تجزیه و تحلیل و مقایسه داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون Kolmogorov – Smirnov و همگنی واریانس آن‌ها با آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. برای مقایسه داده‌ها تیمارها از آنالیز واریانس دوطرفه ANOVA و هم‌چنین مقایسه چندگانه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت. کلیه آنالیزهای آماری در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

نتایج و بحث

آمار توصیفی ویژگی‌های زیست‌سنجی اندازه‌گیری شده درختان (سالم، نیمه‌خشک و خشک) که در موقعیت‌های ارتفاع از سطح دریای مختلف (بالابند، میان‌بند و پایین) انتخاب شدند در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱- آمار توصیفی ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان اندازه‌گیری شده

Table 1. Descriptive statistics of the biometrical characteristics of the measured trees

طبقه ارتفاعی	سلامت	قطر برابر سینه (cm)			ارتفاع (m)			سطح تاج (m^2)		
		میانگین	کمینه	بیشینه	میانگین	کمینه	بیشینه	میانگین	کمینه	بیشینه
بالابند	سالم	۴۹/۸	۷۲	۲۲	۳/۸۴	۲/۳	۵/۶	۹/۹۲	۱۶/۲	۲/۱
	نیم‌خشک	۵۷/۳	۷۳	۳۷	۴/۲۷	۳/۵	۵/۶	۹/۰۱	۳/۱	۱۳/۷
	خشک	۵۵/۶	۷۵	۳۷	۳/۴۸	۲/۱	۵/۱	۵/۵۹	۳/۵	۹/۹
میان‌بند	سالم	۴۳/۹	۶۷	۲۲	۴/۵	۳/۲	۶/۱	۱۳/۰۹	۴	۲۶/۳
	نیمه‌خشک	۴۳/۱	۶۷	۲۲	۴/۱۱	۲/۶	۵/۹	۸/۴۱	۱۲/۸	۳/۶
	خشک	۴۴/۲	۶۷	۲۴	۳/۷۷	۵/۲	۲/۵	۶/۱	۱/۴	۱۳/۸
پایین‌بند	سالم	۵۳/۶	۸۴	۳۱	۵/۳۸	۳/۲	۷/۵	۱۶/۹۶	۲۶/۳	۷/۳
	نیمه‌خشک	۵۳	۷۵	۲۶	۴/۴۸	۶/۴	۲/۱	۱۶/۱۷	۴۱/۳	۲/۱
	خشک	۴۵/۸	۷۵	۲۵	۴/۸۹	۲/۵	۴/۷	۱۱/۵۲	۲۱/۹	۱/۴

ویژگی‌های شیمیایی خاک

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر ساده ارتفاع از سطح دریا و همچنین اثر متقابل سلامت درخت و ارتفاع از سطح دریا بر شوری، کربن آلی، ازت، پتاسیم و آهک خاک معنی‌دار بود. اسیدیته خاک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا و اثر متقابل ارتفاع از سطح دریا و سلامت درخت قرار داشت. درحالی‌که فسفر خاک تحت تأثیر اثر سلامت درخت و اثر متقابل ارتفاع از سطح دریا و سلامت درخت قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس دو طرفه ویژگی‌های شیمیایی خاک با دو عامل ارتفاع از سطح دریا و درجه خشکیدگی درختان بلوط

Table 2. Two-way ANOVA of soil chemical properties with two factors of elevation and rate of oak trees decline

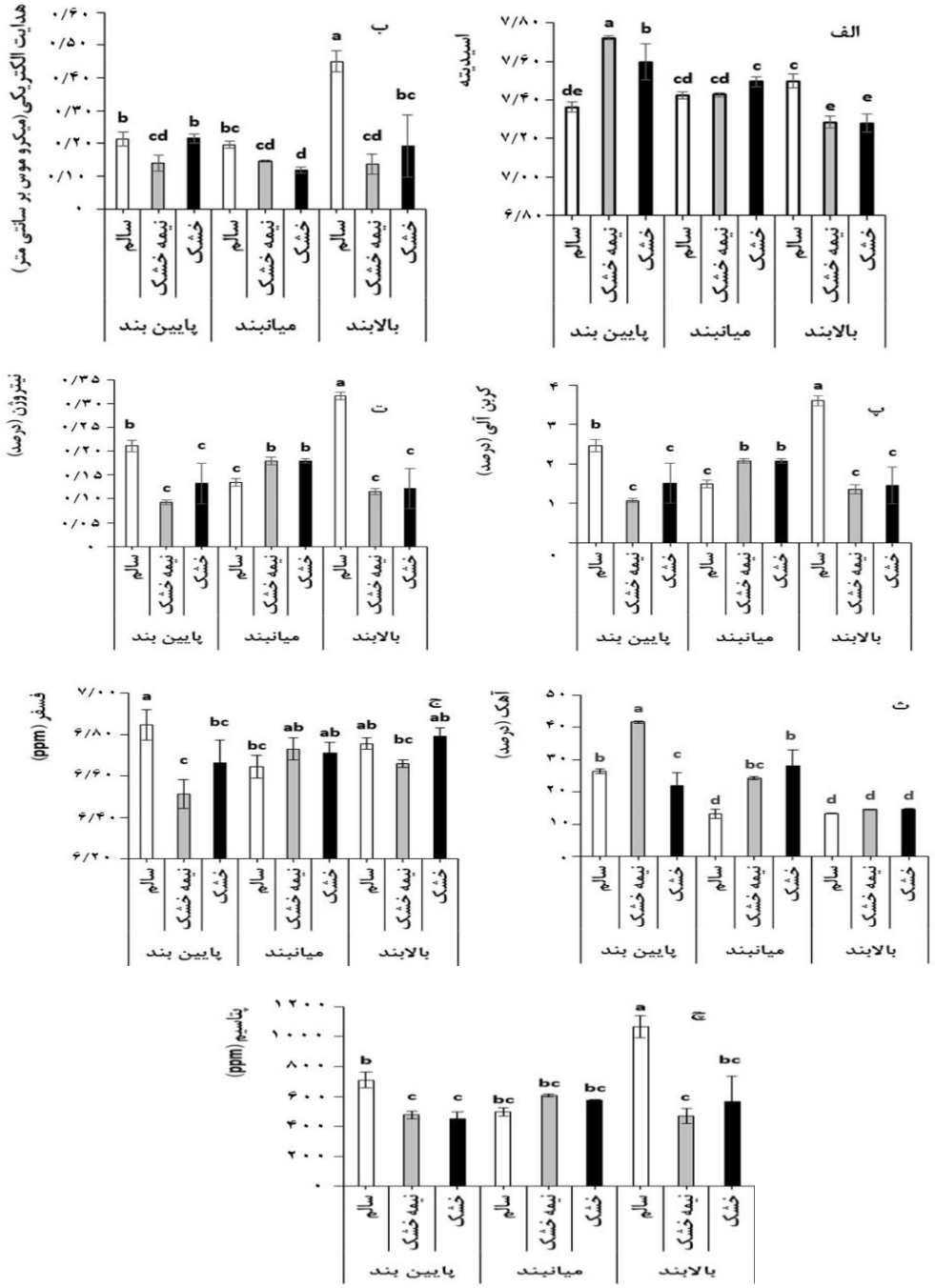
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		pH	EC	OC	N	TNV	P	K
ارتفاع از سطح دریا	۲	۰/۱۶**	۰/۰۵**	۰/۷۷**	۰/۰۷**	۹۴۲/۰۴**	۰/۰۲^{ns}	۱۱۰۴۴۵/۰۹**
سلامت درخت	۲	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۹**	۴/۴۴**	۰/۰۴**	۳۱۹/۰۳**	۰/۰۵**	۲۷۴۸۵۴/۱۶**
ارتفاع از سطح دریا × سلامت درخت	۴	۰/۱۲**	۰/۰۴**	۳/۴۰**	۰/۰۳**	۲۵۸/۴۲**	۰/۰۶**	۱۷۹۹۲۴/۳۸**
خطا	۳۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۴۳	۰/۰۱	۷/۹۲	۰/۰۲	۱۳۰۵۹/۰۴

ns: بدون اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اسیدیته خاک زیر اشکوب درختان نیمه‌خشک و خشک (چه در بالابند و چه در پایین‌بند) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر درختان بود. کمترین مقدار اسیدیته خاک مربوط به خاک درختان خشک و نیمه‌خشک بالابند بود. همچنین اسیدیته خاک درختان نیمه‌خشک به‌طور معنی‌داری بیشتر از اسیدیته خاک درختان خشک پایین‌بند بود. البته اختلاف معنی‌داری بین اسیدیته خاک درختان سالم، نیمه‌خشک و خشک میانبند و همچنین خاک درختان سالم بالابند دیده نشد. اختلاف معنی‌داری نیز بین اسیدیته خاک درختان سالم پایین‌بند و اسیدیته خاک درختان خشک و نیمه‌خشک بالابند دیده نشد (شکل ۱ الف). میانگین هدایت الکتریکی خاک درختان سالم در بالابند به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر درختان بود. کمترین مقدار هدایت الکتریکی خاک مربوط به خاک درختان خشک میان‌بند بود. البته اختلاف معنی‌داری بین هدایت الکتریکی خاک درختان خشک در سه طبقه ارتفاعی دیده نشد (شکل ۱ ب). میانگین کربن آلی خاک درختان سالم در بالابند و پایین‌بند به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر درختان بود. کمترین مقدار کربن آلی خاک مربوط به خاک درختان خشک و نیمه‌خشک پایین‌بند و بالابند بود. هر چند اختلاف معنی‌داری بین کربن آلی خاک درختان خشک در سه طبقه ارتفاعی دیده نشد (شکل ۱ پ). میانگین نیتروژن خاک درختان سالم در بالابند بیشتر از سایر درختان بود. کمترین مقدار نیتروژن خاک مربوط به خاک درختان خشک و نیمه‌خشک بالا و پایین‌بند و سالم میان‌بند بود (شکل ۱ ت). میانگین آهک خاک درختان سالم در پایین‌بند به‌صورت معنی‌داری بیشتر از سایر درختان بود (شکل ۱ ث). میانگین

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]

مقدار فسفر خاک درختان سالم در پایین‌بند به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر درختان بود ولی اختلاف معنی‌داری با خاک درختان خشک، نیمه‌خشک در میان بند و سالم و خشک در بالابند نداشت. کمترین مقدار فسفر خاک مربوط به خاک درختان نیمه‌خشک در پایین‌بند بود که البته اختلاف معنی‌داری با فسفر خاک درختان سالم در میان‌بند و درختان نیمه‌خشک در بالابند نداشت (شکل ۱ ج). میانگین مقدار پتاسیم خاک درختان سالم در بالابند به طور معنی‌داری بیشتر از سایر درختان در طبقات ارتفاعی مختلف بود. پس از آن خاک درختان سالم پایین‌بند دارای بیشتر مقدار پتاسیم بود ولی اختلاف معنی‌داری بین آن و فسفر درختان سالم، نیمه‌خشک و خشک در میان‌بند و درختان خشک و نیمه‌خشک در بالابند مشاهده نشد (شکل ۱ چ).



شکل ۱- مقایسه میانگین ویژگی‌های شیمیایی خاک با توجه به درجه خشکیدگی درختان و طبقات ارتفاع از سطح دریا براساس آزمون دانکن. بارهای روی ستون‌ها خطای معیار و حروف الفبای مشترک نشان‌دهنده نداشتن اختلاف معنی‌دار است

Figure 1. Mean comparison of soil chemical properties with respect to rate of oak trees decline and elevation (above sea level) according to Duncan's test. Bars on columns indicate error bars (the same alphabet letters indicate no significant statistical difference).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]

ویژگی‌های فیزیکی خاک

نتایج آنالیز واریانس نشان‌داد که رطوبت اشباع خاک نشان داد که فقط اثر ساده ارتفاع از سطح دریا بر رطوبت اشباع خاک معنی‌دار بود ولی اثر ساده سلامت درخت و همچنین اثر متقابل سلامت درخت و ارتفاع از سطح دریا بر رطوبت اشباع خاک از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). اثرات جداگانه و متقابل ارتفاع از سطح دریا و سلامت بر درصد شن و رس خاک معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج آنالیز واریانس دوطرفه نشان داد که اثرات ارتفاع از سطح دریا و اثر متقابل ارتفاع از سطح دریا و سلامت درخت بر وزن مخصوص ظاهری خاک معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس دو طرفه ویژگی‌های فیزیکی خاک با دو عامل ارتفاع از سطح دریا و درجه خشکیدگی درختان بلوط

Table 3. Two-way ANOVA of soil physical properties with two factors of elevation and rate of oak trees decline

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	رطوبت اشباع	شن	رس	سیلت	وزن مخصوص ظاهری
ارتفاع از سطح دریا	۲	۲۹۰/۳۴**	۲۴/۰۹**	۳۹/۹۵**	۲/۴۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}
سلامت درخت	۲	۳۴/۳۷^{ns}	۱۷/۲۵**	۲۵/۵۷**	۲/۲۸^{ns}	۰/۳۵**
ارتفاع از سطح دریا × سلامت درخت	۴	۸۸/۷۶^{ns}	۶۸/۱۰**	۸۸/۱۱**	۲/۲۴^{ns}	۰/۰۲*
خطا	۳۶	۴۶/۰۸	۲/۵۸	۱/۶۸	۲/۵۸	۰/۰۱

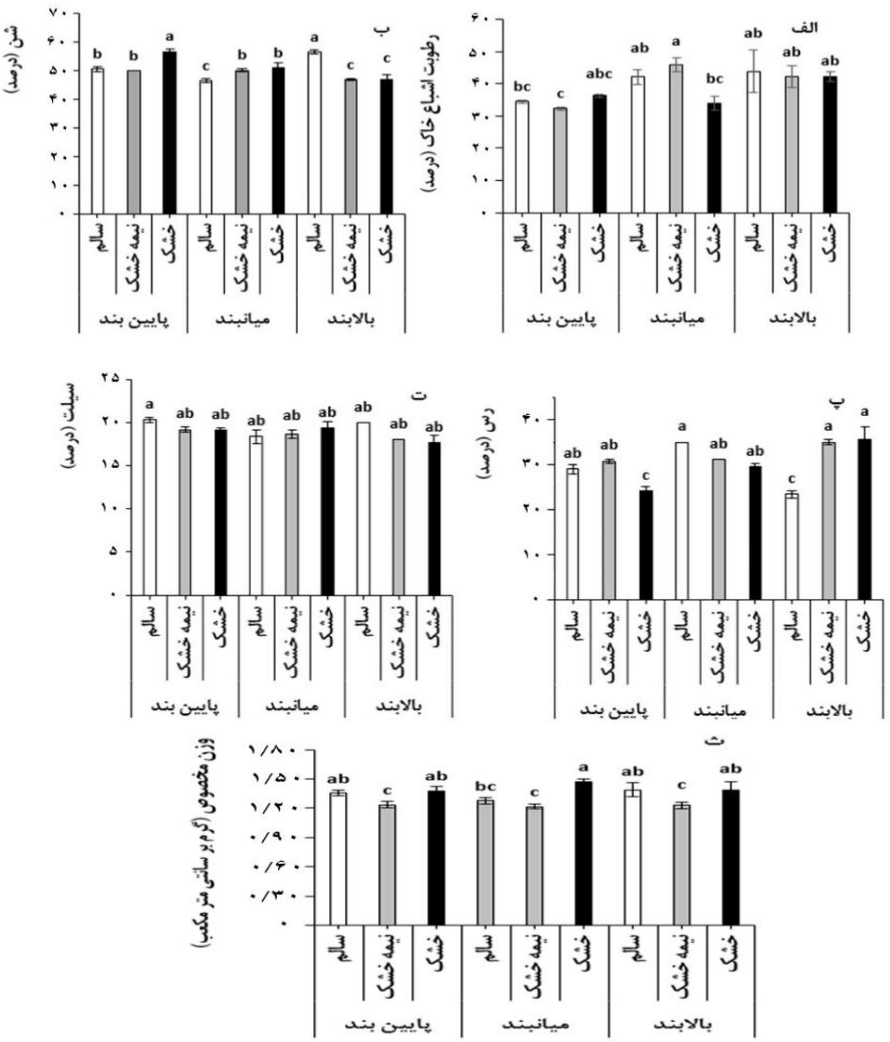
ns: بدون اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

مقایسه میانگین‌ها نشان‌داد که رطوبت اشباع خاک زیر درختان خشک در میان‌بند و نیمه‌خشک پایین‌بند به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر درختان بود (شکل ۲ الف). مقایسه میانگین‌ها نشان‌داد که مقدار شن خاک زیر درختان خشک پایین‌بند و درختان سالم بالابند به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر درختان در طبقات ارتفاعی مختلف بود. کمترین مقدار شن مربوط به خاک درختان خشک و نیمه‌خشک بالابند و سالم میان‌بند بود (شکل ۲ ب). به‌عبارتی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف دیده نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان‌داد که مقدار رس خاک درختان سالم و نیمه‌خشک در پایین‌بند و درختان سالم، نیمه‌خشک و خشک در میان‌بند و درختان نیمه‌خشک و خشک در بالابند به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر درختان در طبقات ارتفاعی مختلف بود. کمترین مقدار رس مربوط به خاک درختان خشک در پایین‌بند و سالم در بالابند بود (شکل ۲ پ). در اینجا نیز با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل عوامل مورد بررسی، اثرات ساده هریک از عوامل بر مقدار شن خاک برای مقایسه میانگین‌ها در نظر گرفته نشد (شکل ۲ ت). مقایسه میانگین‌ها نشان داد اختلاف معنی‌داری بین میان وزن مخصوص ظاهری خاک درختان سالم و خشک در پایین‌بند، درختان در میان‌بند و درختان سالم و خشک در بالابند مشاهده نشد. کمترین مقدار وزن خشک ظاهری خاک مربوط به درختان نیمه‌خشک در پایین‌بند، میان‌بند و بالابند بود (شکل ۲ ث).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]

[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]



شکل ۲- مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی خاک با توجه به درجه خشکیدگی درختان و طبقات ارتفاع از سطح دریا براساس آزمون دانکن. بارهای روی ستون‌ها اشتباه معیار و حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است

Figure 2. Mean comparison of soil physical properties with respect to rate of oak trees decline and elevation (above sea level) according to Duncan's test. Bars on columns indicate error bars (the same alphabet letters indicates no significant statistical difference).

ویژگی‌های میکروبی

نتایج آنالیز واریانس دوطرفه نشان‌داد که هم اثرات اصلی ارتفاع از سطح دریا و سلامت درختان و اثر متقابل آنها بر مقدار تنفس پایه خاک از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج آنالیز واریانس دوطرفه نشان‌داد که اثر اصلی ارتفاع از سطح دریا بر تنفس برانگیخته خاک معنی‌دار نبود ولی اثر اصلی سلامت درختان و همچنین اثر متقابل ارتفاع از سطح دریا و سلامت درختان بر مقدار تنفس برانگیخته معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس دو طرفه ویژگی‌های میکروبی خاک با دو عامل ارتفاع از سطح دریا و درجه خشکیدگی درختان بلوط

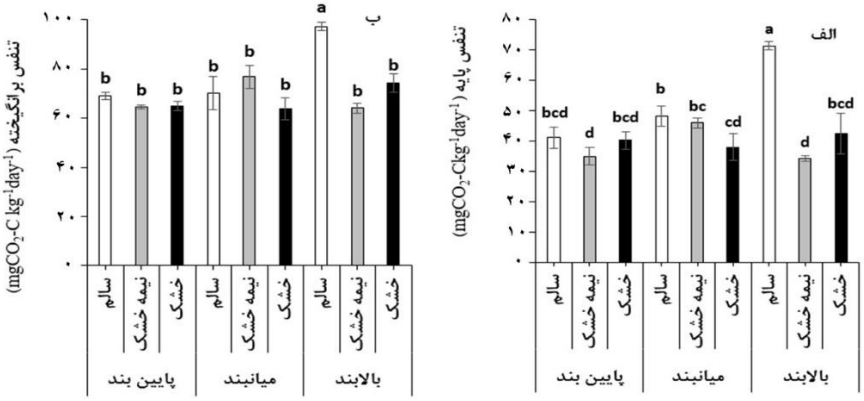
Table 4. Two-way ANOVA of soil microbial properties with two factors of elevation and rate of oak trees decline

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		BR	SIR
ارتفاع از سطح دریا	۲	۴۲۰/۸۲**	۶۰۵/۰۶^{ns}
سلامت درخت	۲	۱۰۲۶/۹۸**	۵۸۵/۷۲^{ns}
ارتفاع از سطح دریا × سلامت درخت	۴	۵۳۷/۶۳**	۵۵۵/۴۷*
خطا	۳۶	۳۹/۱۳	۱۸۸/۲۱

ns: بدون اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]

مقایسه میانگین‌ها نشان‌داد که بیشترین مقدار تنفس پایه خاک مربوط به خاک درختان سالم بالابند و کمترین مقدار آن مربوط به خاک درختان نیمه‌خشک بالا بند و نیمه‌خشک پایین‌بند بود (شکل ۳ الف). بیشترین مقدار تنفس برانگیخته مربوط به خاک درختان سالم بالابند بود. خاک سایر درختان در طبقات ارتفاعی مختلف، اختلاف معنی‌داری را از نظر تنفس برانگیخته نشان نداد (شکل ۳ ب).



شکل ۳- مقایسه میانگین تنفس پایه (الف) و تنفس برانگیخته خاک (ب) با توجه به درجه خشکیدگی درختان و طبقات ارتفاع از سطح دریا براساس آزمون دانکن. بارهای روی ستون‌ها خطای معیار و حروف الفبای مشترک نشان دهنده نداشتن اختلاف معنی‌دار است

Figure 3. Mean comparison of soil basal respiration (a) and substrate induced respiration (b) with respect to rate of oak trees decline and elevation (above sea level) according to Duncan's test. Bars on columns indicate error bars (the same alphabet letters indicates no significant statistical difference).

ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی

نتایج نشان داد که بیشتر خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک تحت تأثیر اثر متقابل خشکیدگی و طبقات ارتفاع از سطح دریا قرار گرفته‌اند. در مورد اسیدیته خاک مشاهده شد که دامنه تغییرات اسیدیته خاک در بین نمونه‌های اندازه گیری شده بین ۷/۳۰ تا ۷/۷۵ بود. این نشان‌دهنده این واقعیت است که دامنه تغییرات pH کم بوده و خاک در کل قلیایی بود. همان‌طور که نتایج نشان داد pH خاک درختان نیمه‌خشک و خشک در پایین‌بند بیشترین مقدار ولی در بالابند کمترین مقدار بود. به‌نظر می‌رسد که تغییر pH خاک نمی‌تواند عامل مؤثری بر خشکیدگی درختان باشد. در مورد هدایت الکتریکی خاک نیز مشاهده شد که این عامل نمی‌تواند تحت تاثیر سلامت درختان باشد. اگرچه در بالابند مقدار هدایت الکتریکی خاک درختان سالم بیشتر بود ولی در سایر طبقات ارتفاع از سطح دریا این روند مشاهده نشد. نتایج پژوهش پروانه و همکاران (۴۲) نیز در جنگل‌های زاگرس، نشان داد که بین تعداد درختان خشکیده و pH خاک ارتباط ضعیفی وجود دارد. بررسی رطوبت خاک در تحقیق حاضر نشان داد که به‌طور کلی در طبقه ارتفاعی بالابند رطوبت خاک بیشتر بود. این نتیجه به‌طور واضح نشان دهنده رابطه خشکیدگی یا سلامت درختان با رطوبت خاک نیست. در این خصوص نتایج پژوهش پروانه و همکاران (۴۲) نشان داد که همبستگی تعداد درختان خشکیده بلوط با رطوبت خاک بسیار ضعیف است.

تغییرات اندک بافت خاک در محیط ریشه درختان با درجه خشکیدگی مختلف می‌تواند از دلایل تغییر کم رطوبت در رابطه با خشکیدگی در هر طبقه ارتفاع از سطح دریا باشد (۲۷).

بیشتر بودن کربن آلی خاک به‌طور کلی در نمونه‌های خاک مربوط به زیراشکوب درختان سالم و کمتر بودن آن در درختان خشکیده و نیمه‌خشک می‌تواند مربوط به کاهش ورودی لاشبرگ به خاک پس از خشکیدگی باشد. از طرفی با کاهش سوبسترا و اثر منفی نور آفتاب پس از کاهش تاج (افزایش دما) فعالیت‌های میکروبی خاک کاهش پیدا می‌کند که این مسئله بر فرآیند تجزیه و سطح عناصر غذایی مانند نیتروژن خاک اثر منفی دارد (۴۳)، لذا بیشترین مقدار نیتروژن خاک نیز مربوط به درختان سالم بالابند بود که با توجه به ارتباط نزدیک کربن آلی و نیتروژن و نقش فراوانی کربن آلی و پایداری آن بر افزایش فعالیت‌های میکروبی و محصولات تجزیه این نتیجه قابل توجیه است (۴۹،۳۴). البته نتایج بدست آمده از پژوهش پروانه و همکاران (۴۲) در منطقه قلاجه استان کرمانشاه نشان داد که همبستگی بسیار ضعیف و مثبتی بین تعداد درختان خشکیده بلوط و محتوای کربن آلی خاک وجود دارد که این یافته‌ها با نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر هم‌خوانی نداشت.

بیشتر بودن مقدار فسفر و پتاسیم در زیراشکوب درختان سالم می‌تواند به تغییر روابط خاک- گیاه پس از بروز خشکیدگی (کاهش سطح برگ و تاج) مرتبط باشد. به‌عبارتی درختان خشکیده، کاهش سطح برگ و تاج و درنتیجه کاهش فتوسنتز خود را با جذب بیشتر عناصر غذایی مانند فسفر و پتاسیم جبران می کنند که این مسئله منجر به کاهش آنها در خاک اطراف ریشه خواهد شد (۴۷). حرکت فسفر و پتاسیم از خاک به‌سمت تاج و کاهش آن در خاک زیراشکوب درختان خشکیده، مکانیسمی برای بهبود کارایی مصرف آب در درخت در مقابله با خشکیدگی تاجی است (۲۷،۱۳).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]

از طرفی درختان سالم با تاج گسترده و ضخیم‌تر، خرداقلیم مناسبت‌تری از نظر دما و رطوبت برای فعالیت‌های زیستی خاک و تجزیه ماده آلی به‌عنوان منبع این عناصر غذایی فراهم می‌کنند (۳۶).

در مورد محتوای فسفر قابل دسترس خاک نیز گرچه نمونه خاک درختان سالم پایین‌بند بیشترین مقدار فسفر را داشتند ولی در میان‌بند و بالابند روند خاصی در فسفر خاک درختان سالم، نیمه‌خشک و خشکیده مشاهده نشد. یکی از دلایل اصلی این مسئله می‌تواند به‌دلیل رواناب و فرسایش بیشتر خاک سطحی زیراشکوب بلوط در شیب‌های تندتر میان‌بند و بالابند مرتبط باشد (۵۷) که باعث همگنی توزیع آن در زیر درختان بلوط با سطوح خشکیدگی مختلف در این طبقات ارتفاعی می‌شود زیرا یکی از مسیرهای اصلی جابه جایی فسفر در خاک، فسفر حل شده در رواناب سطحی و انتقال بخش-های آلی غنی از فسفر خاک است (۴۸،۲۹).

منطبق با نتایج ما، نتایج تحقیقات بر روی گونه‌های مختلف بلوط نشان داده است که مناطق با محدودیت منابع در دسترس غذایی خاک و آب برای مقابله با پدیده خشکیدگی مشکلات بیشتری دارند و بیشتر دچار خشکیدگی می‌شوند (۱۷). حسینی و همکاران (۲۸) به بروز خشکیدگی بیشتر بلوط در خاک‌های کم عمق و یا فقیر از نظر عناصر غذایی تأکید کردند.

در مورد بافت خاک و ذرات تشکیل دهنده آن نتایج نشان داد که درصد رس در پای درختان خشکیده در پایین‌بند کمتر ولی در بالابند بیشتر بود. می‌توان این فرض را در نظر گرفت که با خشک شدن درختان و از بین رفتن تاج آنها، چتر حفاظتی درختان برای حفاظت خاک در مقابل فرسایش از بین می‌رود (۵۲) و در مناطق شیب‌دار در اثر بارندگی ذرات ریزتر خاک می‌تواند راحت‌تر شسته شود و بافت خاک دستخوش تغییر قرار گیرد. در پژوهش حاضر کمتر بودن رس در پای درختان خشکیده در پایین‌بند می‌تواند به این دلیل باشد. البته در این‌باره نتایج تحقیقات دیگر در زاگرس نیز نشان داد که همبستگی بسیار ضعیف ولی مثبت و معنی‌داری بین بافت خاک و تعداد درختان خشکیده وجود دارد (۴۲).

در مورد جرم مخصوص ظاهری نیز مشاهده شد گرچه در بالابند و میانبند جرم مخصوص ظاهری نمونه‌های خاک مربوط به درختان خشک بیشتر است ولی در پایین‌بند اختلاف معنی‌داری بین جرم مخصوص ظاهری درختان سالم و خشک مشاهده نشد. به‌نظر می‌رسد که کاهش تاج درختان خشکیده و از طرفی دیگر کاهش ماده آلی خاک به‌دلیل کاهش لاشبرگ می‌تواند بر جرم مخصوص ظاهری خاک تاثیرگذار باشد که در پژوهش ما این موضوع مشاهده شد. گرچه نتایج پژوهش کرکوبادو و همکاران (۱۰) نشان داد که کمتر بودن وزن مخصوص ظاهری و همچنین سبک‌تر بودن خاک شرایط را برای فعالیت شبه قارچ خاکزی Phytophthora فراهم کرده و رخداد خشکیدگی را افزایش می‌دهد.

نتایج پژوهش رزاس و سامپدرو (۴۶) که مربوط به بررسی ارتباط خصوصیات شیمیایی خاک با سرخشکیدگی گونه بلوط (*Quercus robur*) بود نشان داد که غلظت عناصر ماکرو شامل سدیم، منیزیم، کلسیم و نیتروژن خاک اطراف درختان دارای سرخشکیدگی، کمتر از غلظت آنها در اطراف درختان سالم بود. همچنین نتایج نشان داد که آب اضافی قبل از فصل رویش می‌تواند اثر منفی بر رویش درختان داشته باشد و باعث سرخشکیدگی آنها در فصل رویش شود. البته درختانی که خاک اطراف آنها دارای کلسیم بیشتری بود بهتر به تنش‌های مربوط به آب اضافی قبل از فصل رویش پاسخ دهند. نتیجه گرفته شد که ناهمگونی پراکنش مواد غذایی خاک اثر مهمی بر سلامت و خشکیدگی درختان دارد.

مقایسه نتایج ما با سایر پژوهشگران (۵۶،۳۲،۳۰،۲۲) نیز نشان می‌دهد که یافته‌های آنها با هم تفاوت دارد و الگوی مرگ و میر درختی متفاوتی را بر اساس شرایط توپوگرافی و ادافیکی مختلف ارایه داده‌اند. این موضوع نشان دهنده تأثیر ویژگی‌های خاص هر منطقه بر الگوی مرگ و میر و خشکیدگی در داخل آن منطقه و نیز اثرهای همزمان عوامل چندگانه بر مرگ و میر است که موجب پیچیدگی در ایجاد الگوی مشخصی برای مرگ و میر درختی می‌شود. اما به‌طور کلی می‌توان گفت که مرگ و میر شدیدتر در خاک‌های کم عمق صورت می‌گیرد. در این خاک‌ها ظرفیت نگهداری آب و قابلیت دسترسی به رطوبت خاک کمتر بوده (۱۴) و درختان در معرض تنش بیشتر قرار می‌گیرند (۴۰).

ویژگی‌های میکروبی خاک

نتایج مربوط به تنفس میکروبی نشان داد که در بالابند تنفس میکروبی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سلامت درخت بود و در زیر درختان سالم بیشترین مقدار را داشت. در مقابل در پایین‌بند و میان‌بند تنفس میکروبی خاک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین درختان سالم، نیمه‌خشک و خشک نداشت.

در مناطق خشک و نیمه خشک طبقات ارتفاعی بالابند شرایط مساعدتری از نظر دما و رطوبت دارند (۴۴)، این مزیت در کنار مقدار کربن آلی بالاتر این طبقه ارتفاعی به‌عنوان سوبسترای اصلی فعالیت‌های میکروبی خاک (۵۸،۲۳) موجب افزایش فعالیت‌های زیستی و در نتیجه تنفس پایه و برانگیخته بیشتر در این موقعیت شده است.

نتایج برخی مطالعات نیز همراستا با نتایج این تحقیق نشان داده که خاک توده‌هایی که درختان بلوط در آنها تحت خشکیدگی است مشکل تهویه داشته و فعالیت زیستی خاک و تنفس در آنها کاهش یافته است (۱۹).

بر اساس نتایج این تحقیق به‌طور کلی خصوصیات شیمیایی و بیولوژیک خاک نسبت به خصوصیات فیزیکی تغییرات خشکیدگی بلوط را در طول گرادیان ارتفاعی بهتر منعکس کردند.

تشکر و قدردانی

نگارندگان از زحمات کارشناسان اداره کل منابع طبیعی ایلام و نیز دانشگاه ایلام برای تأمین هزینه‌های انجام این پژوهش کمال تشکر و قدردانی دارند.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]

منابع

1. Alef, K. and P. Nannipieri. 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry, 631(46). Academic Press.
2. Allison, L.E. and C.D. Moodie. 1965. Carbonates, In: Black (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part2, Am. Soc. Agron, Madison, WI, 1376-1396.
3. Andersson, M., P. Milberg and K.O. Bergman. 2011. Low pre-death growth rates of oak (Quercus robur L.) Is oak death a long-term process induced by dry years? Annals of Forest Science, 68(1): 159-168.
4. Attarod, P., S.M.M. Sadeghi, T.G. Pypker and V. Bayramzadeh. 2017. Oak trees decline; a sign of climate variability impacts in the west of Iran. Caspian Journal of Environmental Sciences, 15(4): 373-384.
5. Barazmand, S., Sh. Shataei, M.R. Kavosi and H. Habashi. 2012. Spatial distribution of tree crown dieback and its relation with some environmental factors and road network. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 19(3): 159-174 (In Persian).
6. Bastida, F., J.L. Moreno, T. Hernández, and C. García. 2007. The long-term effects of the management of a forest soil on its carbon content, microbial biomass and activity under a semi-arid climate. Applied Soil Ecology, 37: 53-62.
7. Blake, G.R. and K.H. Hartage. 1986. Bulk Density. In: A. Klute (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods- Agronomy Monograph 9 (2nd Edition), 363-367.
8. Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. American Society of Agronomy Journal, 54: 44-46.
9. Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. Methods of soil analysis, 1085-1121.
10. Corcobado, T., A. Solla, M.A. Madeira and G. Moreno. 2013. Combined effects of soil properties and Phytophthora cinnamomi infections on Quercus ilex decline. Plant Soil, 373: 403-413.
11. Domínguez-Begines, J., G.B. De Deyn, L.V. García, N. Eisenhauer and L. Gómez-Aparicio. 2018. Cascading spatial and trophic impacts of oak decline on the soil food web. Journal of Ecology, 107(3): 1199-1214.
12. Duque-Lazo, J., R.M. Navarro-Cerrillo, H. Van Gils and T.A. Groen. 2018. Forecasting oak decline caused by Phytophthora cinnamomi in Andalusia: Identification of priority areas for intervention. Forest ecology and management, 417: 122-136.
13. Egilla, J.N., F.T. Davies and T.W. Boutton. 2005. Drought stress influences leaf water content, photosynthesis and water-use efficiency of Hibiscus rosa-sinensis at three potassium concentrations. Photosynthetica, 43(1): 135-140.
14. Elliott, K.J. and W.T. Swank. 1994. Impact of drought on tree mortality and growth in a mixed hardwood forest, Journal of Vegetation Science, 5: 229-236.
15. Fallah A. and M. Haidari. 2018. Investigating the Oak Decline in different Crown-Dimensions in Middle Zagros Forests (Case Study: Ilam). Ecology of Iranian Forest, 6(12): 9-17.
16. Famiglietti, J., J. Rudnicki, and M. Rodell. 1998. Variability in surface moisture content along a hill slope transect: Rattlesnake Hill, Texas. Journal of Hydrology, 210: 259–281.
17. Fan, Z., J.M. Kabrick, M.A. Spetich, S.R. Shifley and R.G. Jensen. 2008. Oak mortality associated with crown dieback and oak borer attack in the Ozark Highlands. Forest Ecology and Management, 255(7): 2297-2305.
18. Führer, E. 1998. Oak decline in Central Europe: a synopsis of hypotheses. In: Proc. Population Dynamics, Impacts, and Integrated Management of Forest Defoliating Insects. USDA For. Serv., General Technical, Report NE, 247: 7–24.
19. Gaertig, T., H. Schack-Kirchner, E.E. Hildebrand, and K. Wilpert. 2002. The impact of soil aeration on oak decline in southwestern Germany. Forest Ecology and Management, 159(1-2): 15-25.
20. Ghorbani, S., H. Moradnezhadi and M. Heydari. 2017. Investigation on social effects of Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) decline (Case study: Rural areas of Malekshahi county in Ilam province). Iranian journal of Forest and Poplar Research, 25(3): 431-440.
21. Griffin, J.M., M.G. Turner and M. Simard. 2011. Nitrogen cycling following mountain pine beetle disturbance in lodgepole pine forests of Greater Yellowstone. Forest Ecology and Management, 261(6): 1077-1089.
22. Guarin Guarín, A. and A.H. Taylor. 2005. Drought triggered tree mortality in mixed conifer forests in Yosemite National Park, California, USA. Forest ecology and management, 218(1-3): 229-244.
23. Hartley, I.P. and P. Ineson. 2008. Substrate quality and the temperature sensitivity of soil organic matter decomposition. Soil Biology and Biochemistry, 40(7): 1567-1574.
24. Helama S., A. Läänelaid, J. Raisio and H. Tuomenvirta. 2009. Oak decline in Helsinki portrayed by tree-rings, climate and soil data. Plant and Soil, 319(1-2): 163-174.
25. Heydari, M., B. Prévosto, H.R. Naji, A.A. Mehrabi, and D. Pothier. 2017. Influence of soil properties and burial depth on Persian oak (*Quercus brantii* Lindl.) establishment in different microhabitats resulting from traditional forest practices. European journal of forest research, 136(2): 287-305.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]

26. Hosseini, A., S.M. Hosseini, A. Rahmani and D. Azadfar. 2013. Effect of tree mortality on structure of Brant'soak (*Quercus brantii*) forests of Ilam province of Iran. Iranian journal of Forest and Poplar Research, 20(4): 565-577.
27. Hosseini, A. 2017 a. Variability of nitrogen and phosphorous in Persian oak trees and soil of dieback affected stands in Ilam. Forest and Wood Products, 70(2): 231-240 (In Persian).
28. Hosseini, A., S.M. Hosseini and J.C.L. Calderón. 2017 b. Site factors and stand conditions associated with Persian oak decline in Zagros mountain forests. Forest systems, 26(3): 3.
29. Ide, J.I., H. Haga, M. Chiwa and K. Otsuki. 2008. Effects of antecedent rain history on particulate phosphorus loss from a small forested watershed of Japanese cypress (Chamaecyparis obtusa). Journal of Hydrology, 352(3-4): 322-335.
30. Kabrick, J.M., D.C. Dey, R.G. Jensen and M. Wallendorf. 2008. The role of environmental factors in oak decline and mortality in the Ozark Highlands, Forest Ecology and Management, 255: 1409-417.
31. Kalra, Y. P. and D.G. Maynard. 1991. Methods manual for forest soil and plant analysis. For. Can., Northwest Reg., North. For. Cen., Edmonton, AB. Inf. Rep. NOR-X-311.
32. Kaňa, J., J. Kopáček, K. Tahovská and H. Šantrůčková. 2019. Tree dieback and related changes in nitrogen dynamics modify the concentrations and proportions of cations on soil sorption complex. Ecological indicators, 97: 319-328.
33. Keville, M.P., S.C. Reed and C.C. Cleveland. 2013. Nitrogen cycling responses to mountain pine beetle disturbance in a high elevation whitebark pine ecosystem. PloS one, 8(6): e65004.
34. Leff, J.W., D.R. Nemergut, A.S. Grandy, S.P. O'Neill, K. Wickings, A.R. Townsend and C.C. Cleveland. 2012. The effects of soil bacterial community structure on decomposition in a tropical rain forest. Ecosystems, 15(2): 284-298.
35. Mohammadi, M.F., S.G.H. Jalali, Y. Kooch and D. Said-Pullicino. 2016. Slope gradient and shape effects on soil profiles in the northern mountainous forests of Iran. Eurasian soil science, 49(12): 1366-1374.
36. Moreno, G., J.J. Obrador and A. García. 2007. Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas. Agriculture, Ecosystems and Environment, 119(3–4): 270-280.
37. Moreno-Fernández, D., A. Ledo, D. Martín-Benito, I. Cañellas, G. Gea-Izquierdo, 2019. Negative synergistic effects of land-use legacies and climate drive widespread oak decline in evergreen Mediterranean open woodlands. Forest Ecology and Management, 432: 884-894.
38. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis, 961-1010.
39. Oak, S.W., C.M. Huber and R.M. Sheffield. 1991. Incidence and impact of oak decline in Western Virginia, 1986. Resour. Bull. SE-123. Asheville, NC: US Department of Agriculture, Southeastern Forest Experiment Station, 19: 123.
40. O'Brien, M.J., B.M. Engelbrecht, J. Joswig, G. Pereyra, B. Schuldt, S. Jansen, J. Kattge, S.M. Landhäusser, S.R. Levick, Y. Preisler and P. Väänänen. 2017. A synthesis of tree functional traits related to drought-induced mortality in forests across climatic zones. Journal of Applied Ecology, 54(6): 1669-1686.
41. Oszako, T. 2000. Oak declines in Europe's forest – history, causes and hypothesis. In: Oszako, T., Delatour, C. (Eds.), Recent Advances on Oak Health in Europe. Forest Research Institute, Warsaw, Poland, 11-40.
42. Parvaneh, E., V. Etemad, , M.R. Marvie Mohajer, G. Zahedi and P. Attarod. 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.
43. Peng, Y., S.C. Thomas and D. Tian. 2008. Forest management and soil respiration: implications for carbon sequestration. Environmental Reviews, 16: 93-111.
44. Price, M.F. 2013. Mountain geography: Physical and human dimensions. Univ of California Press.
45. Romagnoli, M., S. Moroni, F. Recanatesi, R. Salvati, G.S. Mugnozza. 2018. Climate factors and oak decline based on tree-ring analysis. A case study of peri-urban forest in the Mediterranean area, Urban Forestry & Urban Greening, 34: 17-28.
46. Rozas, V. and L. Sampedro. 2013. Soil chemical properties and dieback of *Quercus robur* in Atlantic wet forests after a weather extreme, Plant and Soil, 373: 673-685.
47. Sardans, J. and J. Penuelas. 2007. Drought changes phosphorus and potassium accumulation patterns in an evergreen Mediterranean forest. Functional Ecology, 21: 191-201.
48. Shahavi, S. 2006. Nature and Characteristics of Soils. Kurdistan University Press, Sanandaj (In Persian).
49. Soleimani, R. and A. Hosseini. 2019. The impact of Persian oak (*Quercus brantii* Lindl.) on soil characteristics in a declining forest. Journal of Forestry Research, 2: 1-8.
50. Sommers, L.E. and D.W. Nelson. 1997. Determination of total phosphorus in soils: A rapid percholoric acid digestion procedure. Soil Science Society of America, 36: 902-904.
51. Sonesson, K. and I. Drobyshev. 2010. Recent advances on oak decline in southern Sweden. Ecological bulletins, 53: 197-207.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]

51. Sonesson, K. and I. Drobyshev. 2010. Recent advances on oak decline in southern Sweden. Ecological bulletins, 53: 197-207.
52. Song, Z., S. Seitz, J. Li, P. Goebes, K. Schmidt, P. Kühn, X. Shi and T. Scholten, 2019. Tree diversity reduced soil erosion by affecting tree canopy and biological soil crust development in a subtropical forest experiment. Forest Ecology and Management, 444: 69-77.
53. Speer, J.H., T.W. Swetnamn, B.F. Wockman and A. Youngblood. 2001. Changes in Pandora moth outbreak dynamics during the last 622 years. Ecology, 82: 679–697.
54. Stephenson, N.L., A.J. Das, N.J. Ampersee, B.M. Bulaon and J.L. Yee. 2019. Which trees die during drought? The key role of insect host-tree selection. Journal of Ecology, 107(5): 2383-2401.
55. Thomas, F.M., R. Blank, G. Hartmann. 2002. Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. Forest Pathology, 32: 277-307.
56. Toledo, J.J.D., W.E. Magnusson, C.V. Castilho and H.E.M. Nascimento. 2011. How much variation in tree mortality is predicted by soil and topography in central Amazonia? Forest ecology and Management, 262: 331-338.
57. Tsui, C.C., Z.S. Chen and C.F. Hsieh. 2004. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. Geoderma, 123(1-2): 131-142.
58. Zhang, J., Y. Li, S.X. Chang, P. Jiang, G. Zhou, J. Liu, J. Wu and Z. Shen. 2014. Understory vegetation management affected greenhouse gas emissions and labile organic carbon pools in an intensively managed Chinese chestnut plantation. Plant and soil, 376(1-2): 363-375.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]

Comparison of some Soil Physico-Chemical and Microbial Characteristics in Relation to Oak Decline in Different Elevation Classes in Southern Zagros Forest

Hasan Shahrezei[1], Marzban Faramarzi[2], Mehdi Heydari[3] and Morteza Pourreza[4]

1- M.Sc. Student of Desertification, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2- Department of Rangeland and Watershed Management, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
3- Department of forest sciences, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
(Corresponding author: m_hydari23@yahoo.com; m.heidari@ilam.ac.ir)
4- Department of natural resources, College of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran
Received: May 12, 2019 Accepted: April 23, 2020

Abstract

The decline of trees has been raised as one of the main problems in arid and semi-arid regions. Understanding the type and extent of the relationships among different environmental factors – e.g. soil characteristics as the basis for growth and development of plant species - and natural disturbances can be facilitated the ways of sustainable forest management and a useful tool for monitoring them. This study aimed to compare some soil physical, chemical and microbial properties in relation to the oak decline in the southern Zagros forest in Malekshahi county in Ilam province. The two-way analysis of variance showed that the effect of elevation, as well as the interaction between oak vitality classes and elevation on soil salinity, organic carbon, nitrogen, potassium and lime were significant. Among soil chemical properties, the factors of organic carbon (OC), nitrogen (N), Potassium (K) and electrical conductivity (EC) of the understory of trees were significantly affected by elevation, oak vitality classes and the elevation by vitality interaction. Higher values of these characteristics observed under the healthy oak trees in highland, which indicated a decreasing trend with increasing rates of drought in this elevation class. The effect of elevation and oak vitality and their interaction on sand, clay and bulk density was significant. The results showed that the soil saturated moisture content was significantly lower under dead trees (33.9%) in middle land and semi-dried trees (32.28%) in lowland than other trees. The percentage of sand was higher under dead trees than semi-dried and healthy trees in lowland and midland. A minimum amount of soil bulk density was found at all three classes of elevation under the semi-dried trees showed. The interaction between elevation and vitality was significant on basal respiration (BR) and substrate-induced respiration (SIR). The highest values of BR and SIR observed under healthy trees in highland (71.22 and 97.32 mgCO2-C kg-1 day-1) which a decreasing trend has been found with the increasing intensity of tree dieback in the study area. The amount of N, OC, and K showed the highest value under healthy oak trees in highland. According to the obtained results, it can be concluded that the soil chemical and biological properties can be able to predict the decline of trees along the elevation gradient.

Keywords: Oak decline, Soil properties, Soil respiration, South Zagros

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.9.4]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.136]