



بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک توده‌های متأثر از زوال بلوط ایرانی در جنگل‌های کهگیلویه و بویراحمد

محمد متینی‌زاده^{۱*}، الهام نوری^۲، طاهره علی‌زاده^۲، مهدی پورهایمی^۳، فاطمه فرجی^۴ و فرهاد خاکساریان^۲

^۱دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
^۲کارشناس ارشد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
^۳استاد، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
^۴دکتری جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۳۰)

چکیده

مقدمه: زوال بلوط در زاگرس از جهت‌های مختلف ارزیابی شده است. این اتفاق مهم‌ترین چالش بوم‌سازگان‌های جنگلی زاگرس در دهه اخیر محسوب می‌شود. عوامل متعددی سبب خشکیدگی می‌شوند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به عوامل اقلیمی و دخالت‌های انسانی اشاره کرد. این عوامل زمینه را برای زوال این درختان فراهم می‌کنند و سبب تغییراتی در ویژگی‌های خاک که از مهم‌ترین منابع پایه بوم‌سازگان‌هاست می‌شوند. در این پژوهش تلاش شد با استفاده از روش‌های منطبق بر استاندارد در پایش جهانی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک، چارچوب کاری استاندارد در زمینه این موضوع در جنگل‌های زاگرس تنظیم و اجرا شود.

مواد و روش‌ها: دو رویشگاه در دامنه شمالی سی‌سخت و سراب‌تاوه در استان کهگیلویه و بویراحمد مشخص شد. از بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در توده متأثر از زوال، پنج درخت سالم و پنج درخت خشکیده و در توده شاهد فقط پنج درخت سالم انتخاب شد. در هر قطعه نمونه یک پروفیل حفر و زیر تاج هر درخت از دو عمق خاک صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر یک نمونه ترکیبی تهیه شد. سپس نمونه‌های خاک برای اندازه‌گیری متغیرهای فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شدند.

نتایج: مقادیر ذرات رس در قطعه نمونه شاهد بیشتر از قطعه نمونه زوال بود (به ترتیب ۴۶/۶۸ و ۳۱/۴۶ درصد) و بافت خاک برای توده‌های شاهد و زوال به ترتیب رسی و لومی-رسی بود. بررسی‌ها در شیب شمالی جنگل‌های تحت بررسی نشان داد که متغیرهای هدایت الکتریکی (۵۸/۰ دسی‌زیمنس بر متر)، فسفر قابل جذب و پتاسیم تبادلی (به ترتیب ۲۰ و ۸۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کربنات کلسیم (۳۷/۳۴ درصد) در توده متأثر از زوال و کلسیم و منیزیم محلول (به ترتیب ۱۶/۸۴ و ۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم)، کربن آلی و نیتروژن کل (به ترتیب ۲/۷ و ۰/۲۷ درصد) در توده شاهد بیشتر بودند. در توده متأثر از زوال، مقادیر پتاسیم تبادلی و نیتروژن کل خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر بیشتر از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر بود، حال آنکه مقادیر این عناصر در توده شاهد در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر به‌طور معنی‌داری بیشتر از عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر بود. ویژگی‌های بصری دو توده متأثر از زوال و شاهد براساس روش لادا، در وضعیت خوب و براساس امتیازهای آزمایشگاهی در وضعیت متوسط قرار داشتند.

نتیجه‌گیری: خاک با بافت رسی در قطعه نمونه شاهد به حفظ بیشتر رطوبت و مواد غذایی کمک کرده است و از طرفی در توده‌های تحت تأثیر زوال، لاشبرگ ورودی به خاک کم است و در نتیجه بیشتر مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده فیزیکی و شیمیایی خاک به‌خصوص در عمق اول در مقایسه با توده سالم کمتر بوده است. با توجه به ارزیابی لادا به‌طور کلی، دو توده متأثر از زوال و شاهد بلوط ایرانی در شیب شمالی جنگل‌های کهگیلویه و بویراحمد از شرایط مناسب و خوبی برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: درخت سالم و خشکیده، زاگرس، شیوه‌نامه لادا، عناصر غذایی خاک، نیمرخ خاک.

مقدمه

در بین عوامل رویشگاهی مؤثر در ایجاد خشکیدگی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.)، ویژگی‌های اراضی و خاک کارکرد مهمی دارند (Haidari et al., 2024). هر گونه تغییر و اختلال در ساختار درختان و همچنین شرایط آبی خاک یا اتمسفر می‌تواند سبب تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شود و در ادامه فرایند انتقال آب و عناصر غذایی درخت را تحت تأثیر قرار دهد (Bréda et al., 2006). برای تعیین این نقش باید بررسی اختصاصی درباره تغییرات ویژگی‌های مهم فیزیکی و شیمیایی خاک و خصوصیات اراضی مانند جهت جغرافیایی رویشگاه، رطوبت خاک، ضخامت و عمق لایه‌های آهکی، مقدار و قابلیت جذب عناصر غذایی موجود در خاک انجام گیرد. این بررسی‌ها می‌تواند اطلاعات بالارزشی از وضعیت ویژگی‌های اراضی و ارتباط آن با خشکیدگی در اختیار پژوهشگران، کارشناسان و برنامه‌ریزان منابع طبیعی قرار دهد و زمینه مدیریت بهتر مناطقی را که در آنجا آثار اولیه زوال مشاهده می‌شود فراهم کند تا از تخریب بیشتر این جنگل‌ها و آثار سوء اقتصادی و اجتماعی نابودی جنگل‌های زاگرس جلوگیری شود.

در ۱۵ سال گذشته گزارش‌های متعددی از زوال و مرگ تعداد زیادی از درختان جنگلی و خسارت زیاد آن در جنگل‌های زاگرس دریافت شده و این عارضه به سرعت در جنگل‌های رشته‌کوه زاگرس انتشار یافته است (Nouri et al., 2016; Ostakh et al., 2019; Zarafshar et al., 2021). زوال درختان بلوط در بسیاری از جنگل‌های زاگرس به‌طور ریشه‌ای و زمینه‌ای ناشی از خشکسالی‌های شدیدی است که در اثر تغییرات اقلیمی اتفاق افتاده است. بنابراین خشکسالی از طریق کاهش بارندگی و کاهش رطوبت خاک در ناحیه ریشه‌های درختان جنگلی، بر حیات درختان اثر می‌گذارد و درختان هم بسته به ویژگی‌های ذاتی و محیطی خود واکنش‌های متفاوتی به تنش خشکی

نشان می‌دهند (Hossieni & Hossieni, 2016). مرگ گروهی درختان بلوط با عوامل رویشگاهی همبستگی کامل دارد و ممکن است این پدیده طی ۱۰ سال اتفاق بیفتد (Kabrick et al., 2008). زوال بلوط وقتی گسترش می‌یابد که بلوط تحت تنش‌های فیزیولوژیک قرار گیرد که در پی آن حمله حشرات و بیماری‌های ریشه شروع می‌شود. در خاک‌های کم‌عمق، ظرفیت نگهداری آب و قابلیت دسترسی درختان به رطوبت خاک کمتر بوده و در نتیجه حاصلخیزی و عمق ریشه‌دوانی درختان کمتر است، بنابراین درخت در شرایط تنش خشکی، زودتر و سریع‌تر دچار زوال می‌شود (Moshki et al., 2017). در این زمینه (Parvaneh et al., 2016) نشان دادند که بین تعداد درختان خشکیده با رطوبت، بافت، وزن مخصوص ظاهری، اسیدیته، کربن آلی و نیتروژن کل خاک همبستگی معنی‌داری وجود دارد، اما بین تعداد درختان خشکیده با نسبت کربن به نیتروژن همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین، با بررسی اثر توپوگرافی و برخی ویژگی‌های خاک در پدیده مرگومیر درختان بلوط در جنگل‌های زاگرس میانی مشخص شد که خشکیدگی درختان به عمق و بافت خاک بستگی دارد. بیشترین زوال درختان در خاک‌های با بافت سبک (شن کمتر و سیلت بیشتر) رخ داده بود (Hosseini & Hosseini, 2016). همچنین گزارش شده که کمبود عناصر غذایی خاک مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم، عامل محدودکننده‌ای برای درختان بلوط ایرانی به شمار می‌آید (Zarafshar et al., 2021). در بررسی شاخص‌های تاج درختان بلوط ایرانی در رابطه با پدیده خشکیدگی در جنگل‌های ایلام به‌طور معمول اولین نشانه‌های تنش در درختان، در تاج آنها ظاهر می‌شود (Hosseinzadeh & Pourhashemi, 2014). (Shahrezaei et al., 2020) طی پژوهشی برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی خاک در ارتباط با زوال بلوط جنگل‌های زاگرس جنوبی را در شهرستان ملکشاهی استان ایلام مقایسه کردند. در این

گیرد؛ بنابراین هدف این پژوهش، بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و اراضی خاک در دو عمق مختلف در دامنه شمالی در توده‌های متأثر از زوال و خشکیدگی درختان بلوط ایرانی است.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

پس از جنگل‌گردشی و استفاده از تجارب کارشناسان، دو رویشگاه یک هکتاری در دو منطقه سی سخت (دچار زوال در شیب شمالی) و سراب‌تاوه (فاقد زوال در شیب شمالی) انتخاب شدند (شکل ۱). مشخصات اکولوژیک مناطق نمونه‌برداری در جدول ۱ ارائه شده است. تراکم درختان در هر یک از قطعه نمونه‌ها حدود ۱۰۰ پایه درخت بلوط ایرانی در هکتار بود.

پژوهش بیشترین مقدار تنفس میکروبی پایه و برانگیخته در زیر درختان سالم بالابند ثبت شد و با افزایش خشکی درختان میزان آنها کاهش یافت. آنان بیان کردند که با توجه به نبود اختلاف معنی‌دار در مقادیر ویژگی‌های فیزیکی خاک بین بیشتر موقعیت‌های تحت بررسی می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی‌های شیمیایی و زیستی خاک نسبت به ویژگی‌های فیزیکی، تغییرات خشکیدگی را در طول گرادیان ارتفاعی به‌صورت مشخص‌تری منعکس می‌کنند.

با توجه به تنوع رویشگاه‌های بلوط در سراسر زاگرس و نبود پژوهشی در این خصوص در استان کهگیلویه و بویراحمد ضرورت دارد تحقیق مناسبی در زمینه بررسی تغییرات برخی ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک در درختان درگیر زوال و شاهد صورت



شکل ۱- نمای کلی مناطق تحت بررسی: قطعه نمونه زوال: سمت راست، شاهد: سمت چپ
Figure 1. Overview of the studied areas: Decline plot: right side, Control plot: left side

جدول ۱- مشخصات اکولوژیکی قطعه‌های نمونه در استان کهگیلویه و بویراحمد

Table 1. Characteristics of plots in Kohgiluyeh and Boyerahmad

سرآب‌تاوه Sarab-Taveh	سی سخت Sisakht	مشخصات قطعه نمونه Specifications of sample plot
555618	537539	طول جغرافیایی مرکز قطعه نمونه The longitude of the center of the sample plot
3382030	3417816	عرض جغرافیایی مرکز قطعه نمونه The latitude of the center of the sample plot
1900	2260	ارتفاع از سطح دریا The height above sea level
671.8	627.8	مجموع بارش سالانه Total annual precipitation
15.1	14.1	میانگین دمای ماهانه Average monthly temperature

شیوه اجرای پژوهش

بزرگ طبقه‌بندی شدند و محدودیت‌های مورفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی هر نیمرخ براساس اطلاعات موجود از آنها مشخص و گروه‌بندی شد. در نهایت، از شیوه‌نامه لادا (Land Degradation Assessment in Drylands) برای ارزیابی دو رویشگاه فوق استفاده شد. این شیوه‌نامه برپایه ویژگی‌های بصری و آزمایشگاهی به شرح جدول ۲ و با اندازه‌گیری و ثبت برخی ویژگی‌های خاک و رویشگاه استوار است (Kellner et al., 2011). پس از اندازه‌گیری‌ها و ثبت، هر ویژگی، امتیاز و وزنی دارد که جمع همه آنها موقعیت رویشگاه را معلوم می‌کند.

روش تحلیل

ابتدا فرضیه‌های تجزیه واریانس توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (برای آزمون نرمال بودن داده‌ها) و لون (همگنی واریانس‌ها) بررسی شد. سپس آنالیز واریانس دوطرفه به منظور بررسی اثرهای متقابل تأثیرگذار بر مشخصات خاک انجام گرفت. همچنین، برای مقایسه هر عامل در شرایط سالم و خشکیده، از آزمون مقایسه میانگین چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. همه داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری R تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج

نتایج تشریح نیمرخ خاک

با توجه به رژیم رطوبتی و حرارتی سراب‌تاوه استان کهگیلویه و بویراحمد در منطقه زاگرس با رژیم رطوبتی و حرارتی زیریک قرار دارد که تیپیک مناطق مدیترانه‌ای است. کاربری اراضی جنگل بلوط آمیخته با دیمزار و گیاهان بومی شامل خانواده‌های گندمیان (*Poaceae*)، نیام‌داران (*Fabaceae*) و شقایق (*Papaveraceae*) است که بیشتر گیاهان یکساله‌اند. تکامل نیمرخ این خاک‌ها به نسبت عمیق تا خیلی عمیق است و دارای مقدار مناسبی مواد آلی در سطح و نیمرخ هستند. عمق خاک در این واحد اراضی

در هر یک از قطعه نمونه‌های زوال و شاهد و در محلی که معرف آن قطعه‌ها بود، گودالی به ابعاد 2×1 متر و به عمق حدود $1/5$ تا ۲ متر حفر شد. نیمرخ هر یک از گودال‌های حفرشده طبق روش استاندارد (Schoeneberger et al., 2012) بررسی و تشریح شد و نمونه‌برداری از خاک هر یک از افق‌ها و لایه‌های خاک انجام گرفت. مشخصات اراضی قطعه نمونه از جمله شیب، مقدار فرسایش، نوع و پراکنش آهک و گچ، ساختمان و پایداری طبق روش استاندارد مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور یادداشت‌برداری شد. سپس در قطعه نمونه زوال، پنج درخت سالم و پنج درخت خشکیده (بین ۵۰ تا ۹۰ درصد تاج دارای علائم خشکیدگی) و در قطعه نمونه شاهد فقط پنج درخت سالم گزینش شدند. نمونه‌های خاک از محل سایه‌انداز و زیر تاج درختان هدف از دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری جمع‌آوری شد (Owliaie et al., 2011). با جمع‌آوری دو نمونه خاک از هر دو عمق از زیر تاج هر کدام از درختان تحت بررسی، ۳۰ نمونه خاک به دست آمد. آزمایش‌های فیزیکی شامل بافت خاک به روش هیدرومتری (Houba, 1995) و وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه (Gazan Shahi, 1997) و آزمایش‌های شیمیایی شامل اندازه‌گیری هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع با دستگاه هدایت‌سنج آلی خاک به روش اکسایش تر (Walkley & Black, 1934)، کربنات کلسیم معادل (آهک) به روش تیتراسیون (Nelson, 1982)، نیتروژن کل به روش کج‌دال، فسفر قابل جذب به روش اولسن (Olsen, 1954) با دستگاه اسپکتروفتومتری، پتاسیم تبادل‌پذیر به روش استات آمونیوم با فلیم‌فتومتر و کلسیم و منیزیم محلول با دستگاه جذب اتمی (Pratt, 1965) بود.

براساس اطلاعات کارت تشریح هر نیمرخ و نتایج آزمایشگاهی، طبق کلید تاکسونومی خاک آمریکایی (Soil Survey Staff, 2014)، خاک‌ها تا سطح گروه

جدول ۲- نحوه امتیازدهی به ویژگی‌های تحت بررسی براساس شیوه‌نامه لادا
Table 2. Scoring to the studied characteristics based on the Lada method

شاخص‌های خاک Soil indicators	نحوه امتیازدهی Scoring method	وزن هر متغیر The weight of each parameter
شاخص‌های کیفی خاک Quality indicators of Soil		وزن هر متغیر The weight of each parameter
اثر کشت و کار و شخم The effect of cultivation and plowing		x 3
توزیع دانه‌های خاک Distribution of soil grains	امتیاز Score: خوب Good (2)	x 3
پوسته‌پوسته شدن خاک Peeling of the soil	متوسط Average (1)	x 2
حضور کرم‌های خاکی The presence of earthworms	ضعیف Weak (0)	x 2
تعداد ریشه Number of roots		x 3
شاخص‌های کمی خاک Quantitative indicators of soil	امتیاز Score: خوب Good (2)	
	متوسط Average (1)	
	ضعیف Weak (0)	
پراکندگی و پایداری خاک در آب Dispersion and stability of soil in water		x 1.5
pH اسیدیته	No score بدون امتیاز	No weight بدون وزن
نفوذ آب Water penetration	مثبت: دیگر خاک‌ها Positive: Other soils	منفی: خاک شنی Negative: Sandy soil
	سریع Fast (2)	سریع Fast (0)
	متوسط Average (1)	متوسط Average (1)
	آهسته Slow (0)	آهسته Slow (2)
کربن آلی Organic carbon		x 2
هدایت الکتریکی EC		x 3
مجموع امتیازات Total scores	ویژگی‌های بصری خاک Visual characteristics of soil	
< 7	ضعیف Weak	
7-14	متوسط Average	
15-22	خوب Good	
مجموع امتیازات Total scores	مجموع امتیاز مراحل اول و دوم The total scores of the first and second stage	
< 14	ضعیف Weak	
28-14	متوسط Average	
48-28	خوب Good	
مجموع امتیازات Total scores	مجموع امتیاز مراحل اول و دوم The total scores of the first and second stage	
< 14	ضعیف Weak	
28-14	متوسط Average	
48-28	خوب Good	

خوب است. بافت این گونه خاک‌ها به‌طور معمول متوسط تا سنگین و میزان سنگریزه آنها کمتر از ۵ درصد و روند خاک‌سازی از بالا به پایین رو به بهبود است. خلاصه‌ای از ویژگی‌های آن در جدول‌های ۳ و ۴ آمده است.

قطعه نمونه) ارتباط مستقیمی با موقعیت واحد اراضی و درصد شیب محل حفر نیمرخ دارد که در این پژوهش حفر نیمرخ خاک در واحد کوهستان و جهتی که روند خاک‌سازی به‌خوبی طی شده بود، انجام گرفت و نتیجه آن دریافت ماده و انرژی و شرایط

جدول ۳- تشریح نیمرخ خاک قطعه نمونه زوال در شیب شمالی

Table 3. Description of the soil profile of the decline sample plot in the northern slope

شرح Description	افق Horizon
۳۰-۰ سانتی‌متر، رنگ خاک در حالت مرطوب قهوه‌ای متمایل به قرمز تیره (10YR 5/6)، بافت خاک متوسط (Loam)، ساختمان دانه‌ای ضعیف که به ریز شکسته می‌شود. پایداری ذرات در حالت خشک سفت و در حالت مرطوب هم سفت است. دارای خلل و فرج ریز و ریشه‌های مویی و ریز به مقدار متوسط است. بیش از ۱۵ درصد واحد سنگریزه ریز داشت. اسیدیته ۷/۸ و هدایت الکتریکی ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر است. حد فاصل این افق با افق زیری موج و واضح است.	A
0-30 cm, the color of the soil in the wet state is dark brown- red (10YR 5/6), the texture of the soil is medium (Loam), weak granular structure that breaks into small pieces, the stability of the particles in the dry state is firm and in the wet state is firm. It has fine pores and medium amount of very small roots. It has small porosity and very small to medium size roots. More than 15% of the unit had fine gravel. pH=7.8, EC=0.5 ds/m. Distance between this horizon and the lower horizon is clear and wavy.	
۶۵-۳۵ سانتی‌متر، رنگ خاک در حالت مرطوب قهوه‌ای (10YR 5/8)، بافت خاک متوسط (Loam)، ساختمان توده‌ای، پایداری ذرات در حالت خشک سفت و در حالت مرطوب هم سفت است. بیش از ۵۰ درصد سنگ و سنگریزه داشت. دارای حفرات بسیار ریز و ریشه مویی به مقدار کم است. دارای ۳۰ درصد آهک بود. اسیدیته ۷/۹ و هدایت الکتریکی ۰/۵۵ دسی‌زیمنس بر متر است.	Ck
35-65 cm, the color of the soil in the wet state is brown (10YR 5/8), the texture of the soil is medium (Loam), massive structure, the stability of the particles in the dry state is firm and in the wet state is firm. More than 50% of the unit had fine gravel. It has fine pores and medium amount of very small roots. pH=7.9, EC=0.55 ds/m.	

جدول ۴- تشریح نیمرخ خاک قطعه نمونه شاهد در شیب شمالی

Table 4. Description of the soil profile of the control sample plot in the northern slope

شرح Description	افق Horizon
۳۵-۰ سانتی‌متر، رنگ خاک در حالت مرطوب قهوه‌ای متمایل به قرمز تیره (7.5YR 5/4)، بافت خاک به نسبت سنگین (Clay Loam)، ساختمان مکعبی گوشه‌دار قوی که به متوسط شکسته می‌شود. پایداری ذرات در حالت خشک خیلی سفت و در حالت مرطوب firm.e دارای خلل و فرج ریز و ریشه‌های مویی و ریز به مقدار متوسط. کمتر از ۵ درصد واحد سنگریزه ریز داشت. در این افق درز و ترک‌های محدود و کمی تخته‌سنگ مشاهده شد. اسیدیته ۷/۷ و هدایت الکتریکی ۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر است. حد فاصل این افق با افق زیرین موج و واضح است.	AB
0-35 cm, the color of the soil in the wet state is dark brown- red (7.5YR 5/4), the texture of the soil is relatively heavy (Clay Loam), the strong cornered cube structure that breaks into a medium piece, the stability of the particles in the dry state is very firm and in the wet state is firm. It has fine pores and medium amount of very small roots. Less than 5% of the unit had fine gravel. In this horizon, limited seams and cracks and a little slate were observed. pH=7.7, EC=0.4 ds/m. Distance between this horizon and the lower horizon is clear and wavy.	
۶۵-۳۵ سانتی‌متر، رنگ خاک در حالت مرطوب قهوه‌ای تیره (7.5YR 5/6)، بافت خاک سنگین (Silty Clay)، ساختمان مکعبی گوشه‌دار با اندازه بزرگ که به متوسط شکسته می‌شود. پایداری ذرات در حالت خشک خیلی سفت و در حالت مرطوب firm.e است. دارای حفره‌های بسیار ریز و ریشه مویی به مقدار کم. دارای ۱۰ درصد آهک. اسیدیته ۷/۸۵ و هدایت الکتریکی ۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر.	Bk1
35-65 cm, the color of the soil in the wet state is dark brown (7.5YR 5/6), the texture of the soil is heavy (Silty Clay), a large-sized cornered cube structure that breaks into a medium pieces, the stability of the particles in the dry state is very firm and in the wet state is firm. It has fine pores and small amount of very small roots. CaCO ₃ =10%, pH=7.85, EC=0.4 ds/m.	
۱۱۰-۶۵ سانتی‌متر، رنگ خاک در حالت مرطوب قهوه‌ای تیره متمایل به قرمز (7.5YR 5/8)، بافت خاک سنگین (Silty Clay)، ساختمان مکعبی گوشه‌دار با اندازه بزرگ که به متوسط شکسته می‌شود. پایداری ذرات در حالت خشک خیلی سفت و در حالت مرطوب firm.e است. دارای حفرات بسیار ریز و ریشه مویی به مقدار متوسط است. حدود ۱۵ درصد رگه‌های گچ در این افق دیده شد، دارای ۱۲ درصد آهک. اسیدیته ۷/۸ و هدایت الکتریکی ۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر.	Bk2
65-110 cm, the color of the soil in the wet state is dark reddish brown (7.5YR 5/8), the texture of the soil is heavy (Clay Silty), a large-sized cornered cube structure (r,d) that breaks into a medium pieces, the stability of the particles in the dry state is very firm and in the wet state is firm. It has fine pores and medium amount of very small roots. Chalk streaks =about 15%, pH=7.8, EC=0.4 dS/m.	

این افق روی لایه‌ای با حجم بیش از ۷۰ درصد سنگ و سنگریزه قرار دارد.

This horizon is located on a layer with a volume of more than 70% of stones and gravel.

نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

بافت خاک برای توده‌های شاهد و زوال به‌طور متفاوتی به‌ترتیب رسی و لومی-رسی تعیین شد (جدول ۵). همچنین مشاهده شد که در قطعه نمونه زوال، در هر دو عمق خاک، بین خاک درختان سالم و خشکیده بلوط ایرانی اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. براساس نتایج تجزیه واریانس با توجه به ویژگی‌های خاک، مشاهده شد که هدایت الکتریکی، وزن مخصوص ظاهری، نیتروژن کل، پتاسیم تبادلی، کربنات کلسیم و

منیزیم محلول در توده‌های زوال و شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند و کربنات کلسیم، پتاسیم تبادلی و کلسیم محلول در زیر تاج درختان سالم و خشکیده بلوط ایرانی اختلاف معنی‌دار نشان دادند. در ارتباط با عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متر خاک همه متغیرها، جز وزن مخصوص ظاهری، کلسیم و منیزیم محلول اختلاف معنی‌دار داشتند. همچنین در اثر تعامل عوامل، وزن مخصوص ظاهری، اسیدیته، پتاسیم تبادلی، کلسیم و منیزیم محلول اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۶).

جدول ۵- بافت خاک در زیر تاج درختان سالم و خشکیده بلوط ایرانی متأثر از زوال و شاهد در دو عمق خاک

Table 5. Soil texture under healthy and declined *Q. brantii* trees in the affected by decline and control stands in two soil depths

بافت خاک Soil texture	درصد شن Sand (%)	درصد سیلت Silt (%)	درصد رس Clay (%)	عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	تیمار Treatment
loam - clay لومرسی	41.04	28	30.96	0-30	زوال - درخت سالم Decline plot-healthy tree
loam - clay لومرسی	47.6	25.44	26.96	30-60	زوال - درخت سالم Decline plot-healthy tree
loam - clay لومرسی	37.04	28	34.96	0-30	زوال - درخت خشکیده Decline plot-declined tree
loam - clay لومرسی	39.04	28	32.96	30-60	زوال - درخت خشکیده Decline plot-declined tree
clay رسی	20.32	36	43.68	0-30	شاهد - درخت سالم Control plot -healthy tree
clay رسی	21.6	28.72	49.68	30-60	شاهد - درخت سالم Control plot -healthy tree

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس دوطرفه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در توده‌های متأثر از زوال و شاهد بلوط ایرانی

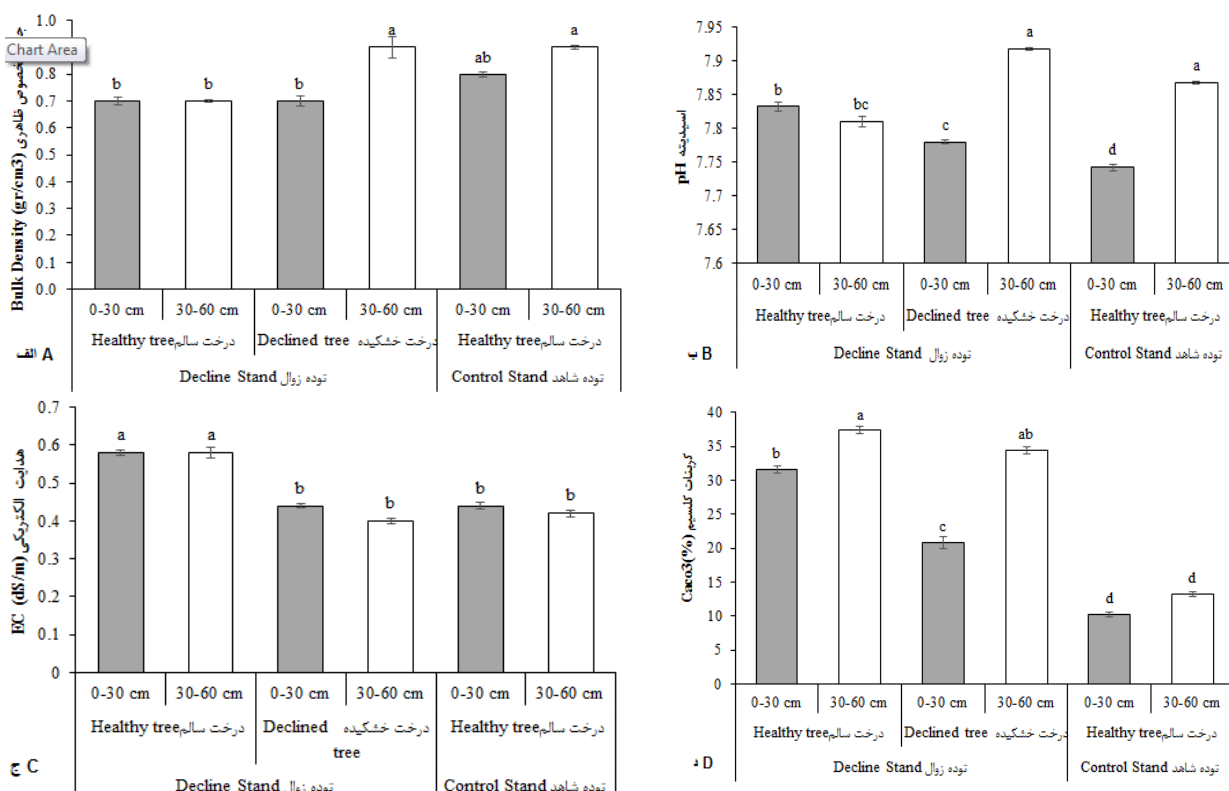
Table 6. The results of two-way variance analysis of physical and chemical soil characteristics of in the affected by decline and control stands of *Q. brantii*

تفاعل عوامل Interaction of factors	عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متر Depth 0-30 & 30-60 cm		درختان سالم و خشکیده healthy and declined trees		توده‌های متأثر از زوال و شاهد Affected by decline and control stands		ویژگی‌های خاک Soil characteristics
	آماره F Fvalue	معنی‌داری Pvalue	آماره F Fvalue	معنی‌داری Pvalue	آماره F Fvalue	معنی‌داری Pvalue	
	4.19	0.71 ^{ns}	1.84	0.14 ^{ns}	2.18	0.005*	وزن مخصوص ظاهری Bulk density
	10.33	0.00**	75.81	0.14 ^{ns}	2.2	0.34 ^{ns}	pH اسیدیته
	1.58	0.007**	7.66	0.85 ^{ns}	0.32	0.002**	هدایت الکتریکی EC
	2.08	0.00**	30.79	0.03*	4.66	0.00**	کربنات کلسیم Calcium carbonate
	0.82	0.00**	24.74	0.48 ^{ns}	0.48	0.11 ^{ns}	کربن آلی Organic carbon
	1.92	0.00**	205.80	0.53 ^{ns}	0.38	0.003**	نیتروژن کل Total nitrogen
	38.34	0.00**	53.1	0.00**	24.56	0.00**	پتاسیم تبادلی Exchangeable potassium
	1.92	0.00**	46.86	0.15 ^{ns}	2.07	0.11 ^{ns}	فسفر قابل جذب Available phosphorus
	25.51	0.39 ^{ns}	0.72	0.00**	14.93	0.17 ^{ns}	کلسیم محلول Dissolved calcium
	7.98	0.83 ^{ns}	0.04	0.05 ^{ns}	0.41	0.00**	منیزیم محلول Dissolved magnesium

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

توده شاهد بود (شکل ۲-ب). مقدار هدایت الکتریکی به طور کلی در دو توده دامنه نرمالی داشت و بیشترین مقدار مربوط به درختان سالم توده متأثر از زوال هر دو عمق بود (شکل ۲-ج). مقدار کربنات کلسیم در هر دو توده متأثر از زوال و شاهد در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر بیشتر از عمق ۰-۳۰ سانتی متر بود. مقدار کربنات کلسیم در توده متأثر از زوال حدود ۳۰ درصد و در توده شاهد حدود ۱۲ درصد بود (شکل ۲-د).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک در درختان خشکیده توده متأثر از زوال و درختان سالم توده شاهد به طور معنی دار بیشترین مقدار را در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر داشت (شکل ۲-الف). به طور معنی دار بیشترین مقدار اسیدیته در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر خاک درختان خشکیده توده متأثر از زوال و سالم توده شاهد و کمترین مقدار در عمق ۰-۳۰ سانتی متر درختان سالم



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های وزن مخصوص ظاهری (الف)، اسیدیته (ب)، هدایت الکتریکی (ج) و کربنات کلسیم (د) در زیر تاج درختان سالم و خشکیده بلوط در توده‌های متأثر از زوال و شاهد در عمق‌های مختلف خاک. حرف‌های متفاوت لاتین

بیانگر اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن هستند. نوارهای خطا اشتباه معیار هستند

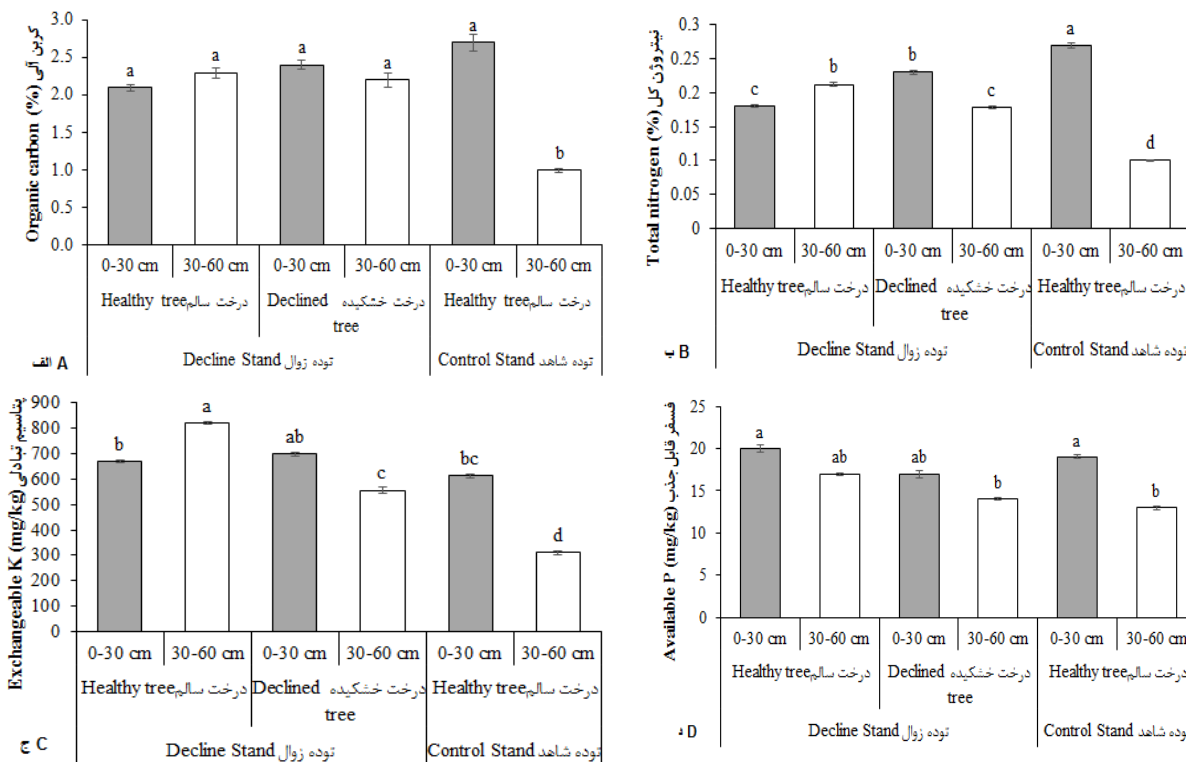
Figure 1. Mean comparison of B.d (A), pH (B), EC (C) and CaCO₃ (D) under the canopy of healthy and declined oak trees in the affected by decline and control stands in different soil depths. Different letters indicate a significant difference ($P < 0.05$) using Duncan's test. Error bars are standard errors

بیشترین و کمترین مقدار کربن آلی و نیتروژن کل خاک و به ترتیب در عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر خاک بود. در توده‌های متأثر از زوال و شاهد مقدار فسفر قابل جذب خاک (شکل ۳-د) در زیر تاج درختان سالم بیشترین مقدار را داشت و در عمق ۰-۳۰ سانتی متر به طور معنی داری بیشتر از عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر بود.

در توده متأثر از زوال، مقدار کربن آلی (شکل ۳-الف)، نیتروژن کل (شکل ۳-ب) و پتاسیم تبادل‌پذیر (شکل ۳-ج) در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر بیشتر از عمق ۰-۳۰ سانتی متر بود، اما در توده شاهد به طور معنی داری در عمق ۰-۳۰ سانتی متر بیشتر از عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر بود. در زیر تاج درختان سالم توده شاهد

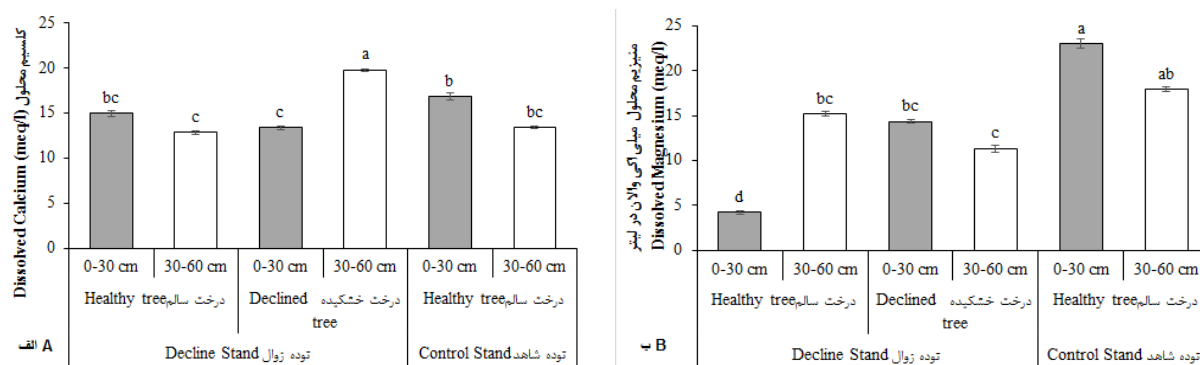
۳۰-۴۰ سانتی‌متر درختان سالم در توده شاهد وجود داشت (شکل ۴-ب).

همچنین، بیشترین مقدار کلسیم محلول در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر درختان خشکیده در توده متأثر از زوال (شکل ۴-الف) و بیشترین مقدار منیزیم محلول در عمق



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های کربن آلی (الف)، نیتروژن کل (ب)، پتاسیم تبدالی (ج) و فسفر قابل جذب (د) در زیر تاج درختان سالم و خشکیده بلوط در توده‌های متأثر از زوال و شاهد در عمق‌های مختلف خاک. حرف‌های متفاوت لاتین بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن هستند. نوارهای خطا اشتباه معیار هستند

Figure 2. Mean comparison of O_c (A), N_T (B), K (C) and P (D) under the canopy of healthy and declined oak trees in the affected by decline and control stands in different soil depths. Different letters indicate a significant difference ($P < 0.05$) using Duncan's test. Error bars are standard errors



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های کلسیم (الف) و منیزیم محلول (ب) در زیر تاج درختان سالم و خشکیده بلوط در توده‌های متأثر از زوال و شاهد در عمق‌های مختلف خاک. حرف‌های متفاوت لاتین بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن هستند. نوارهای خطا اشتباه معیار هستند

Figure 3. Mean comparison of Ca (A) and Mg (B) under the canopy of healthy and declined oak trees in affected by decline and control stands in different soil depths. Different letters indicate a significant difference ($P < 0.05$) using Duncan's test. Error bars are standard errors

زوال و شاهد در وضعیت خوب و براساس امتیازهای آزمایشگاهی در وضعیت متوسطی قرار گرفتند. به‌طور کلی، این دو توده براساس تلفیق نتایج بصری و آزمایشگاهی از شرایط مناسب و خوبی برخوردار بودند.

همان‌طور که پیشتر در قسمت روش کار لادا شرح داده شد، براساس جدول ۲، ویژگی‌های دیگر امتیاز و وزن داده شدند که نتایج آن در جدول ۷ مشاهده می‌شود. براساس ویژگی‌های بصری دو توده متأثر از

جدول ۷- مقایسه امتیازهای بصری، آزمایشگاهی و مجموع آنها براساس روش لادا در توده‌های متأثر از زوال و شاهد در شیب شمالی
Table 7. Comparison of visual, laboratory and total scores based on the Lada method in the affected by decline and control stands in the northern slope

Kohgiluyeh and Boyerahmad	Affected by decline stand	توده شاهد Control stand
ویژگی‌های بصری خاک Visual characteristics of soil	شیب شمالی Northern slope	شیب شمالی Northern slope
بافت خاک Soil texture	لومی، رسی - شنی sandy clay loam	رسی clay
اثر کشت‌وکار و شخم The effect of cultivation and plowing	ضعیف (0) Weak	خوب (2) Good
Distribution of soil grains توزیع دانه‌های خاک	خوب (2) Good	متوسط (1) Average
Peeling of the soil پوسته‌پوسته شدن خاک	خوب (2) Good	خوب (2) Good
The presence of earthworms حضور کرم‌های خاکی	خوب (2) Good	خوب (2) Good
تعداد ریشه گیاهان دائمی و وضعیت آن Number of roots of permanent plants and its condition	ضعیف (0) Weak	متوسط (1) Average
ویژگی‌های بصری خاک Visual characteristics of soil	17	20
وضعیت Condition	خوب Good	خوب Good
وضعیت متغیرهای آزمایش‌شده خاک The condition of soil test factors	زوال شمالی Northern decline	شاهد شمالی Northern control
Soil stability in water پایداری خاک در آب	ضعیف (0) Weak	متوسط (2) Average
pH اسیدیته	7.83	7.74
Water penetration into the soil نفوذ آب در خاک	خوب (2) Good	متوسط (1) Average
Organic matter کربن آلی	متوسط ۱	متوسط (1) Average
EC هدایت الکتریکی	خوب (2) Good	خوب (2) Good
The condition of soil test factors وضعیت متغیرهای آزمایش‌شده خاک	14	14
وضعیت Condition	متوسط Average	متوسط Average
Total visual and laboratory scores مجموع امتیازهای بصری و آزمایشگاهی	31	34
وضعیت Condition	خوب Good	خوب Good

مقدار اسیدیته خاک در زیر تاج درختان توده‌های تحت بررسی تغییر زیادی نشان نداد و بین ۷/۷ تا ۷/۹ متغیر بود که نشان‌دهنده قلیایی بودن خاک است. خاک محیط ریشه درختان بلوط با شدت‌های مختلف خشکیدگی تاج از نظر اسیدیته شرایط یکسانی داشت که با یافته‌های (Hosseini & Jafari, 2021) مطابقت دارد. می‌توان گفت تغییرات اسیدیته با خشکیدگی درختان بلوط ایرانی ارتباطی ندارد (Shahrezaei et

بحث

تجزیه نیمرخ خاک نشان داد که در قطعه نمونه شاهد، افزایش هدایت الکتریکی، تغییر جزئی اسیدیته، تغییر بافت خاک از لوم-رسی به رسی در افق‌های ژنتیکی شکل گرفته است. تغییرات بافت خاک را می‌توان از جمله عوامل مؤثر بر تغییرات غلظت عناصر غذایی قابل جذب دانست. بافت رسی خاک می‌تواند به حفظ رطوبت و مواد غذایی بیشتر کمک کند.

ورود لاشبرگ به دلیل خشکیدگی درختان، تفاوت بین توده‌های شاهد و زوال مشهود خواهد شد. مقدار نیتروژن کل خاک نیز همانند مقدار کربن آلی روند مشابهی داشت که با توجه به ارتباط نزدیک کربن آلی و نیتروژن کل خاک توجیه‌پذیر است. مقادیر نیتروژن کل، فسفر قابل جذب و پتاسیم تبادلی خاک در درختان سالم نسبت به درختان خشکیده بیشتر بود. این اتفاق ممکن است به دلیل توانایی بیشتر درختان سالم در جذب عناصر غذایی از خاک و برگشت آنها توسط لاشبرگ باشد و به بیان دیگر درختان سالم در برقراری جریان پیوسته چرخه عناصر غذایی موفق‌تر از درختان خشکیده عمل می‌کنند. با توجه به اینکه متغیرهای کیفی خاک به‌طور عمده به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به کمیت و کیفیت مواد آلی خاک و چرخه عناصر غذایی وابسته‌اند، خشکیدگی درختان بلوط در توده زوال ممکن است سبب کاهش عناصر غذایی و ورود مواد آلی به خاک شود (Dahlgren et al., 2011; Salehi et al., 2003). افزون‌بر این، نبود تاج‌پوشش یا درصد کمتر تاج‌پوشش در توده زوال می‌تواند با تأثیر بر مقدار آبشویی و فرسایش آبی، سبب هدررفت عناصر غذایی مانند پتاسیم شود (Foth & Ellis, 1988). در این پژوهش، مقدار منیزیم محلول خاک توده شاهد در مقایسه با توده زوال به‌طور معنی‌داری بیشتر بود، اما مقدار منیزیم دارای اختلاف چشمگیری نبود. همسو با این نتایج، محققان بیان کردند که مقدار کلسیم و منیزیم در خاک اطراف درختان خشکیده بلوط قرمز اروپایی (*Quercus robur*) کمتر از درختان سالم این گونه است (Rozas & Samperdo, 2013). وجود لاشبرگ و ماده آلی می‌تواند مقدار زیادی از کلسیم و منیزیم را وارد خاک کند (Dahlgren & Singer, 1994). از این‌رو، در خاک توده شاهد و زیر تاج درختان سالم با تاج متراکم‌تر مقدار این عناصر بیشتر بود. کمبود عناصر غذایی خاک مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم، عامل محدودکننده‌ای برای درختان بلوط ایرانی است.

(al., 2020). همچنین با توجه به دامنه تغییرات هدایت الکتریکی در منطقه (۰/۴ تا ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر) می‌توان گفت شوری خاک برای درختان بلوط، عامل محدودکننده نیست. همچنین براساس یافته‌های (Shahrezaei et al., 2020)، بین سلامت درختان بلوط ایرانی و هدایت الکتریکی خاک ارتباطی وجود ندارد. در این پژوهش، مقدار کربنات کلسیم در عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متر نسبت به عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر خاک و به‌خصوص در توده زوال بیشتر بود (Shahrezaei et al., 2020; Soleimani et al., 2020). فرایند انحلال در توده زوال با تاج‌پوشش کمتر، سبب حل شدن بیشتر خرده‌سنگ‌های موجود در سطح عرصه و در نهایت افزایش بیشتر کربنات کلسیم می‌شود که این افزایش در عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متر خاک چشمگیر بود، به‌طوری که در توده زوال مقدار کربنات کلسیم حتی به سه‌برابر بیشتر از توده شاهد رسیده بود. بسیاری از پژوهشگران معتقدند که بین درصد کربنات کلسیم و مقدار جذب عناصر غذایی خاک رابطه معکوس وجود دارد (Barrow, 1986). بنابراین اختلال در چرخه عناصر غذایی توده زوال دور از انتظار نیست. به‌طور چشمگیری مقدار کربن آلی در زیر تاج درختان سالم توده شاهد و عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر خاک بیشتر از بقیه تیمارها و کمترین مقدار آن هم مربوط به همین توده و در عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متر خاک بود. گزارش شده که مقدار ماده آلی خاک به پوشش گیاهی منطقه، نوع کاربری اراضی، رطوبت خاک، نوع گونه گیاهی، مقدار لاشبرگ و بقایای گیاهی وابسته است (Singh et al., 2003). تحقیق شاهرضایی و همکاران در سال ۲۰۲۰ مشخص شد که مقدار کربن آلی خاک در زیر تاج درختان خشک و نیمه‌خشک بلوط ایرانی در جنگل‌های میان‌بند شهرستان ملک‌شاه ایلام بیشتر از زیر تاج درختان سالم است، در حالی که در مناطق پایین‌بند و بالابند نتایج برعکس بود. از سوی دیگر، به نظر می‌رسد با تداوم پدیده زوال در بلندمدت و کاهش

شیمیایی خاک در آن در مقایسه با توده سالم کمتر بوده است. اما هر دو قطعه نمونه براساس نتایج تلفیقی بصری و آزمایشگاهی لادا در شرایط مناسبی برخوردارند.

که با نتایج پژوهش Zarafshar et al., 2021 مطابقت دارد. نتایج کلی نشان داد که در توده‌های تحت تأثیر زوال لاشبرگ ورودی به خاک کم بوده و در نتیجه مقادیر اغلب پارامترهای اندازه‌گیری‌شده فیزیکی و

References

- Barrow, N.J., & Ellis, A.S. (1986). Testing a mechanistic model. III. The effects of pH on fluoride retention by a soil. *Journal of Soil Science*, 37(2), 287-293. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1986.tb00030.x>
- Bréda, N., Huc, R., Granier, A., & Dreyer, E. (2006). Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Science*, 63(6), 625-644.
- Dahlgren, R., Horwath, W., Tate, K.W., & Camping, T. (2003). Blue oak enhance soil quality in California oak woodlands. *California Agriculture*, 57(2), 42-47.
- Foth, H.D., & Ellis, B.G. (1988). Soil fertility John Wiley & Sons. New York, USA.
- Ghazan Shahi, J. (1997). Analysis of soil and plants, Motarjem Publications. 111 p. (In Persian)
- Haidari, M., Matinizadeh, M., Pourhashemi, M., Nouri, E., & Bagheri Delijani, N. (2024). Investigating changes in the physical and chemical characteristics of soil in control and dieback stands in Marivan county, Kurdistan province in Iran. *Forest Research and Development*, 10(1), 95-111. <https://doi.org/10.30466/jfrd.2024.55002.1703> (In Persian)
- Hosseini, A., & Hossieni, M. (2016). The role of topographic and edaphic factors in mortality of trees in middle Zagros Persian Oak (*Quercus brantii*) forests. *Journal of Forest Ecosystems Researches*, 3(1), 47-58. (In Persian)
- Hosseini, A., & Jafari, M. (2021). The effect of altitude and nurse type on the success rate of Brants oak and wild Pistachio seeding in Dalab, Ilam forests. *Forest and Wood Products*, 74(2), 159-169. <https://doi.org/10.22059/jfwp.2020.308234.1127> (In Persian)
- Hosseinzadeh, J., & Pourhashmi, M. (2014). Investigating the crown indices of Iranian oak trees in relation to the drying phenomenon in the forests of Ilam. *Iranian Journal of Forest*, 7(1), 57-66. (In Persian)
- Houba, V.J.G., Van Der Lee, J.J., & Novozamsky, I. (1995). Soil and plant analysis - a series of syllabi. Part 5b: Soil analysis procedures, other procedures. Department of Soil Science and Plant Nutrition. Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands. 262 p.
- Kabrick, J. M., Dey, D. C., Jensen, R. G., & Wallendorf, M. (2008). The role of environmental factors in oak decline and mortality in the Ozark Highlands. *Forest Ecology and management*, 255(5-6), 1409-1417. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.10.054>
- Kellner, K., Risoli, C., & Metz, M. (2011). Terminal evaluation of the UNEP/FAO/GEF project "Land Degradation Assessment in Drylands (LADA)". United Nation Environment Programme.
- Moshki, A., Nouri, E., & Soleyman Dehkordi, N. (2017). The pattern of soil carbon sequestration changes regarding physico-chemical soil properties (Case study: Semnan Sokan forest park). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(2), 244-253. <https://doi.org/10.22092/ijfpr.2017.111759> (In Persian)
- Nelson, R.E. (1982). Carbonate and gypsum.--p. 181-197 (No. Colección general/631.41 M592m v. 2). En: Methods of soil analysis: part 2; chemical and microbiological properties.--Winsconsin, US: American Society of Agronomy, 1986. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c11>

- Nouri, E., Matinizadeh, M., Moshki, A., Ensafi Moghaddam, T., & Rahimi, M. (2016). Evaluating the amount of heavy metals in dusts and their absorption by Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.) (Case study: Meleh Siah, Ilam). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(4), 605-616. <https://doi.org/10.22092/ijfpr.2015.106582> (In Persian)
- Olsen, S. R. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. Circular 939. US Department of Agriculture.
- Ostakh, E., Soosani, J., Abdolkhani, A., & Naghavi, H. (2019). Impact of decline on the concentration of chemical elements in the wood of declined and healthy Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 27(4), 413-424. <https://doi.org/10.22092/ijfpr.2020.128116.1870> (In Persian)
- Owliaie, H.R., Adhami, E., Faraji, H., & Fayyaz, P. (2011). Influence of Oak (*Quercus brantii* Lindl.) on selected soil properties of oak forests in Yasouj Region. *JWSS-Isfahan University of Technology*, 15(56), 193-207. (In Persian)
- Parvaneh, E., Etemad, V., Mohajer, M.M., Amiri, G.Z., & 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. (In Persian)
- Pratt, P.F. (1965). Potassium. Methods of soil analysis: Part 2 chemical and microbiological properties, 9, 1022-1030. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.c20>
- Rozas, V., & Sampedro, L. (2013). Soil chemical properties and dieback of *Quercus robur* in Atlantic wet forests after a weather extreme. *Plant and soil*, 373(1), 673-685.
- Salehi, A., Mohammadi, A., & 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)
- Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., & Benham, E.C., & Soil Survey Staff. (2012). Field book for describing and sampling soils. Government Printing Office.
- Shahrezaei, H., Faramarzi, M., Heydari, M., & Poorreza, M. (2020). Comparison of some soil physico-chemical and microbial characteristics in relation to oak decline in different elevation classes in Southern Zagros forest. *Ecology of Iranian Forest*, 8(16), 136-147. <http://dx.doi.org/10.52547/ifej.8.16.136> (In Persian)
- Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Sodhi, N.S., & Gill, B.S. (2003). Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food chemistry*, 81(2), 219-231. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00416-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00416-8)
- Soil Survey Staff. (2014). Keys to soil taxonomy. Washington: Natural Resources Conservation Service and Agriculture Department.
- Soleimani, R., & Najafifar, A. (2020). Variability of soil chemical characteristics in Oak stands with different dieback. *Journal of Plant Ecosystem Conservation*, 8(16), 265-283. (In Persian)
- Walkley, A., & Black, I.A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37(1), 29-38.
- Zarafshar, M., Matinizadeh, M., Negahdarsaber, M.R., Pourhashemi, M., Bordbar, S.K., & Ziaecian, M.R. (2021). Soil characteristics and leaf nutrients of healthy and declined Brants oak (*Quercus brantii* Lindl.). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 29(2), 152-140. <https://doi.org/10.22092/ijfpr.2021.352613.1967> (In Persian)



Assessing soil physicochemical characteristics of stands affected by declining Iranian oak in Kohgilouye and Boyerahmad forests

M. Matinizadeh^{1*}, E. Nouri², T. Alizadeh², M. Pourhashemi³, F. Faraji⁴, and F. Khaksarian²

¹Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

²Senior Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

³Prof, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

⁴Ph.D. Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

(Received: 03 February 2024; Accepted: 18 April 2024)

Abstract

Introduction: Oak decline in Zagros has been evaluated from different aspects and this event is the most important challenge for Zagros forest ecosystems in the last decade. Several factors cause decline, among the most important of which we can mention climatic factors and human interventions, which provide the basis for a decline in these trees and lead to changes in soil characteristics which is one of the most important bases of ecosystems. In this study, an attempt was made to set up and implement a standard framework related to this issue in Zagros forests using standard methods in global soil monitoring in arid and semi-arid regions.

Material and Methods: Two sites were determined in the northern slope of Sisakht and Sarab-Taveh in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad provinces. The species of *Quercus brantii* Lindl., in the affected by decline stand five healthy and five declined trees, and in the control stand five healthy trees were selected. A profile was dug in each sample plot and on the south side and under a canopy of each tree a composite sample was prepared from two soil depths of 0-30 and 30-60 cm. The soil samples were then taken to laboratory to measure physical and chemical characteristics.

Results: The amount of clay particles in the control sample was greater than in the degraded sample (46.68% and 31.46%, respectively), and the soil textures for the control and degraded samples were clay and loam-clay, respectively. According to the results on the north slope in Zagros forest, soil values such as electrical conductivity parameters (0.58 ds/m), available phosphorus, and exchangeable potassium (20 and 820 ppm respectively) and CaCO_3 (37.34%) increased significantly in the affected by decline stand and dissolved calcium and magnesium (16.84 and 23 ppm, respectively) organic carbon and total nitrogen (2.7 and 0.27% respectively) were higher in control stand. Also, in the affected by decline stand, the amount of organic carbon, exchangeable potassium, and total nitrogen in the soil at the depth of 30-60 cm was higher than at the depth of 0-30 cm. But, in the control stand and at a depth of 0-30 cm, it was significantly more than at a depth of 30-60 cm. Finally, based on the standard scoring table by the LADA method, the visual characteristics of the two affected by decline stand and control were in good condition, and according to the laboratory scores, they were in an average condition.

Conclusion: In the control sample, more moisture and nutrients can be retained in the soil with a clay texture. In addition, the input of forest litter into the soil is lower in the degraded plots and, as a result, most of the measured physical and chemical parameters of the soil, especially in the first depth, were lower compared to the healthy stand. In general, in the affected by decline and control stands of *Q.brantii* in the northern slope of the Zagros forests, Kohgiluyeh and Boyer Ahmad, were in good condition.

Keywords: Declined and healthy tree, LADA method, Soil nutrient elements, Soil profile, Zagros.