

Comparison of Biological, Physical, and Chemical Soil Variables in Agricultural and Forest Lands under *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* in Ramian, Golestan Province

Akram Ahmadi^{1*}, Mohammad Matinizadeh², Sepideh Zavar³, Saeed Shabani⁴,
Mohammad Karim Maghsoodlou⁵, Hossein Ghorbani⁶, Malihe Beheshtian⁷, Alireza
Rabiezadeh⁸, Tahereh Alizadeh⁹, Elham Nouri¹⁰, Hassan Faramarzi¹¹ and Maryam Sabti¹²

^{*1, 4} Research Assistant Professor, Natural Resources Research Department, Golestan Province Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran. *Email:

Ahmadi.1870@gmail.com

² Research Associate Professor, Forest Research Department, National Forestry and Pasture Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

^{3, 5, 6} Research expert, Natural Resources Research Department, Golestan Province Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan

^{7, 8, 12} Researchers, Water and Soil Research Department, Golestan Province Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran.

^{9, 10} Research Expert, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

¹¹ PhD in Forestry, Natural Resources and Watershed Organization

«Research Article»

Received: September 23, 2024 and Accepted: March 16, 2025

Abstract


Cupressus sempervirens var. *horizontalis* species, as one of the valuable tree species in the Hyrcanian forests of northern Iran, plays a significant role in maintaining biodiversity and the ecological balance of forest ecosystems. Therefore, investigating soil characteristics in the cypress reserve is essential due to its role in preserving biodiversity and soil quality. Since land use change and land degradation impact soil properties, and given the importance of this issue, the aim of the present project was to examine the biological, physical, and chemical variables of soil in the Ramian cypress stand and adjacent agricultural land. This study was conducted in two one-hectare plots: one in agricultural land and one in the cypress stand. The methodology included recording general information and excavating soil profiles to study soil horizons. Soil samples were collected at a depth of 0–15 cm beneath the tree canopy, and physical, chemical, and biological properties of the soil were measured. Analysis of the biological data using independent t-tests revealed significant differences in basal respiration and nitrification rates between the two soil types. Specifically, basal respiration and nitrification were higher in the cypress stand ($4.33 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{ dm} \cdot 24 \text{ h}^{-1}$ and $1.714 \mu\text{g N} \cdot \text{g}^{-1} \text{ dm} \cdot 5 \text{ h}^{-1}$), respectively than in the agricultural soil ($2.99 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{ dm} \cdot 24 \text{ h}^{-1}$ and $0.454 \mu\text{g N} \cdot \text{g}^{-1} \text{ dm} \cdot 5 \text{ h}^{-1}$, respectively). However, there were no significant differences in microbial biomass and substrate-induced respiration between the two soils. Surface soil samples indicated that the agricultural soil had higher pH (7.96), phosphorus (23.42 mg/kg), potassium (275.2 mg/kg), silt (57.6%), and clay (29%) compared to the cypress stand soil (pH 6.58, phosphorus 10.54 mg/kg, potassium 163.8 mg/kg, silt 41.2%, and clay 4.8%). Conversely, the cypress stand soil exhibited higher electrical conductivity (1.36 dS/m), zinc (1.57 mg/kg), and sand content (54%) compared to the agricultural soil (0.41 dS/m, 1.07 mg/kg, and 13%, respectively). Both soils were classified as Inceptisols. Land use had differential effects on the physical and chemical properties of the soil, mediated by the dominant species, which produce diverse litter and root exudates, thereby regulating the size and activity of soil microbial communities as well as the organic and mineral elements of the soil.

Keywords: *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* reservoir, Land use, Soil management, Inceptisol

* - Corresponding author's email: Ahmadi.1870@gmail.com



مقایسه متغیرهای زیستی، فیزیکی و شیمیایی خاک با دو کاربری زراعی و جنگلی (سرو زربین) در رامیان استان گلستان

اکرم احمدی^{۱*} , محمد متینی زاده^۲، سپیده زوار^۳، سعید شعبانی^۴، محمد کریم مقصدلو^۵، حسین قربانی^۶،
ملیحه بهشتیان^۷، علیرضا ربیع زاده^۸، طاهره علیزاده^۹، الهام نوری^{۱۰}، حسن فرامرزی^{۱۱} و مریم سبطی^{۱۲}

^۴ استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان،

ایران. ایمیل: Ahmadi.1870@gmail.com

^۲ دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

^{۶،۵،۳} محقق، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

^{۱۲،۸،۷} محقق، بخش تحقیقات آب و خاک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

^{۱۰،۹} کارشناس پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

^{۱۱} دکتری جنگلداری، سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور

« مقاله پژوهشی »

دریافت: ۱۴۰۳/۷/۲ و پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶

چکیده

سرو گونه زربین به‌عنوان یکی از گونه‌های درختی با ارزش در جنگل‌های هیرکانی شمال ایران، نقش مهمی در حفظ تنوع زیستی و تعادل اکوسیستم‌های جنگلی ایفا می‌کند. از این رو، بررسی ویژگی‌های خاک در ذخیره‌گاه زربین به‌دلیل نقش آن در حفظ تنوع زیستی و کیفیت خاک ضروری است. از آنجایی که تغییر کاربری و تخریب اراضی اثراتی بر روی ویژگی‌های خاک دارند و با توجه به اهمیت این موضوع، هدف از پروژه حاضر بررسی متغیرهای زیستی و فیزیکی و شیمیایی خاک در توده زربین رامیان و خاک زراعی بود. این پژوهش در دو قطعه یک هکتاری در زمین زراعی و توده زربین انجام شد که شامل ثبت اطلاعات عمومی و حفر پروفیل برای بررسی افق‌های خاک بود. نمونه‌برداری از خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر زیر تاج درختان انجام شد و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک اندازه‌گیری گردید. بررسی داده‌های زیستی خاک توده زربین و خاک زمین زراعی با استفاده از آزمون آماری تی تست مستقل نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در تنفس پایه و نیتریفیکاسیون بین این دو نوع خاک است، به‌طوری‌که میزان تنفس پایه و نیتریفیکاسیون در توده زربین (به ترتیب $4/33 \text{ (mg CO}_2\text{.g}^{-1} \text{ dm.24 h}^{-1})$ و $714/1 \text{ (}\mu\text{g N.g}^{-1}\text{dm.5h}^{-1})$) بیشتر از خاک زراعی (به ترتیب $2/99 \text{ (mg CO}_2\text{.g}^{-1} \text{ dm.24 h}^{-1})$ و $454/35 \text{ (}\mu\text{g N.g}^{-1}\text{dm.5h}^{-1})$) بود. با این حال، تفاوت معنی‌داری در بیوماس میکروبی و تنفس برانگیخته مشاهده نشد. نتایج نمونه‌های جمع‌آوری شده از سطح عرصه نشان داد که در خاک زراعی pH (۷/۹۶)، فسفر (۲۳/۴۲ میلی‌گرم در کیلوگرم)، و پتاسیم (۲۷۵/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم)، سیلت (۵۷/۶٪) و رس (۲۹٪) بیشتر از خاک توده زربین (pH (۶/۵۸)، فسفر (۱۰/۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم، پتاسیم (۱۶۳/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم، سیلت ۴۱/۲٪ و رس ۴/۸٪) است، در حالی که خاک توده زربین دارای هدایت الکتریکی (۱/۳۶ دسی‌زیمنس بر متر)، روی (۱/۵۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و شن (۵۴٪) بیشتری در مقایسه با خاک زراعی (هدایت الکتریکی ۰/۴۱ دسی‌زیمنس بر متر، روی ۱/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم و شن ۱۳٪) بود. هر دو نوع خاک در رده اینسپتی‌سول قرار داشتند. کاربری زمین اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک داشت که این اثرات را توسط گونه‌های غالب که لاشریزه و ترشحات ریشه‌ای متنوع تولید می‌کنند، اعمال کرده و در نتیجه اندازه و فعالیت جوامع میکروبی خاک و همچنین عناصر آلی و معدنی خاک را تنظیم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: ذخیره‌گاه سرو زربین، کاربری اراضی، مدیریت خاک، اینسپتی‌سول

* - آدرس ایمیل نویسنده مسئول: Ahmadi.1870@gmail.com

سرو گونه زربین (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) از جمله گونه‌های درختی با ارزش در جنگل‌های هیرکانی ایران است که با دارا بودن ویژگی‌های اکولوژیکی و اقتصادی، نقش بسزایی در حفظ تنوع زیستی و تعادل اکوسیستم‌های جنگلی ایفا می‌کند. ذخیره‌گاه زربین رامیان به‌عنوان یک منطقه حفاظت‌شده است که به‌منظور حفظ این گونه و اکوسیستم‌های مرتبط با آن به‌عنوان ذخیره‌گاه معرفی شده است. این ذخیره‌گاه به‌دلیل شرایط محیطی خاص و تنوع زیستی بالا، محلی مناسب برای مطالعه ویژگی‌های خاک و تأثیرات آن بر رشد و توسعه زربین به‌شمار می‌آید (Vahedi, 2017). با توجه به اینکه، زربین می‌تواند به بهبود کیفیت خاک و جلوگیری از فرسایش کمک کند، این امر اهمیت حفاظت از چنین ذخیره‌گاه طبیعی را دو چندان می‌کند (Jourgholami et al., 2019).

مطالعات خاک در جنگل برای درک سلامت و پایداری این اکوسیستم منحصر به فرد بسیار مهم است. بررسی ویژگی‌های خاک برای ارزیابی تأثیر عوامل مختلف مانند عوامل اقلیمی و شیوه‌های مدیریت جنگل بر سلامت و بهره‌وری کلی جنگل ضروری است. مطالعات خاک به ارزیابی خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک کمک می‌کند که برای حفظ سلامت خاک و حمایت از رشد گیاه ضروری هستند. همچنین، بررسی ویژگی‌های خاک می‌تواند به ارزیابی تأثیر فعالیت‌های بهره‌برداری چوب از جنگل (مانند لغزش، فشردگی و تخلخل خاک) کمک کند. از این اطلاعات می‌توان برای بهینه‌سازی شیوه‌های بهره‌برداری چوب و به حداقل رساندن اثرات منفی آن بر سلامت خاک استفاده کرد. از طرفی، مطالعه مشخصه‌های خاک می‌تواند به درک تأثیر عوامل محیطی بر ویژگی‌های خاک و شناسایی مناطقی که نیاز به بازسازی دارند کمک کند. علاوه بر این، ارزیابی دقیق ویژگی‌های خاک برای ارزیابی کیفیت خاک و تعیین شیوه‌های مدیریت مناسب برای تولید جنگل‌های پایدار ضروری است. این اطلاعات

می‌تواند به توسعه استراتژی‌های مدیریت جنگل پایدار و کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی کمک کند. علاوه بر این موارد، بررسی خاک می‌تواند به درک نقش جنگل هیرکانی در حفظ خدمات اکوسیستم مانند ترسیب کربن، حفظ آب و چرخه مواد مغذی کمک کند. این اطلاعات می‌تواند برای توسعه استراتژی‌های حفاظت و ارتقای پایداری محیط مورد استفاده قرار گیرد. به‌طورکلی، با درک تأثیر عوامل مختلف و مطالعه آن‌ها بر ویژگی‌های خاک، می‌توانیم استراتژی‌هایی برای کاهش اثرات منفی و ترویج شیوه‌های مدیریت پایدار جنگل ایجاد کنیم (Picchio et al., 2019a & 2019b). روش‌های مطالعه خاک عمدتاً بر برداشت نمونه خاک و بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک و حفر پروفایل متمرکز است (Vahedi, 2017). مطالعات بسیاری بر روی تأثیرات پوشش گیاهی بر خاک انجام گرفته است که از جمله می‌توان به مطالعه Mohr و همکاران (۲۰۰۵) و Chiti و همکاران (2007) اشاره نمود که طبق نتایج ایشان پوشش و حتی ترکیب گونه‌ای بر کیفیت خاک اثر می‌گذارد. همچنین، Allam و همکاران (۲۰۲۳) تغییرات در کیفیت فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک را پس از دو دهه تبدیل خاک جنگلی به زمین کشاورزی مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج ایشان، تبدیل خاک جنگل به کشاورزی موجب تغییر در اکوسیستم می‌شود به‌طوری که تغییر pH و کاهش مواد آلی اتفاق می‌افتد. همچنین موجب کاهش خواص زیستی همچون تنفس پایه و زیست توده میکروبی می‌شود.

درکل، فرض پژوهش این است که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک تحت کاربری‌های مختلف، متفاوت است. شناخت بهتر تأثیر پوشش گیاهی بر خاک و علل ایجاد تغییرات در خاک موجب پیش‌بینی دقیق‌تر اثر پوشش گیاهی بر اکوسیستم و مدیریت بهینه آنها برای مدیران و برنامه‌ریزان می‌شود. لذا، این پژوهش به منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و همچنین زیستی خاک در یک منطقه با دو کاربری متفاوت جنگل و

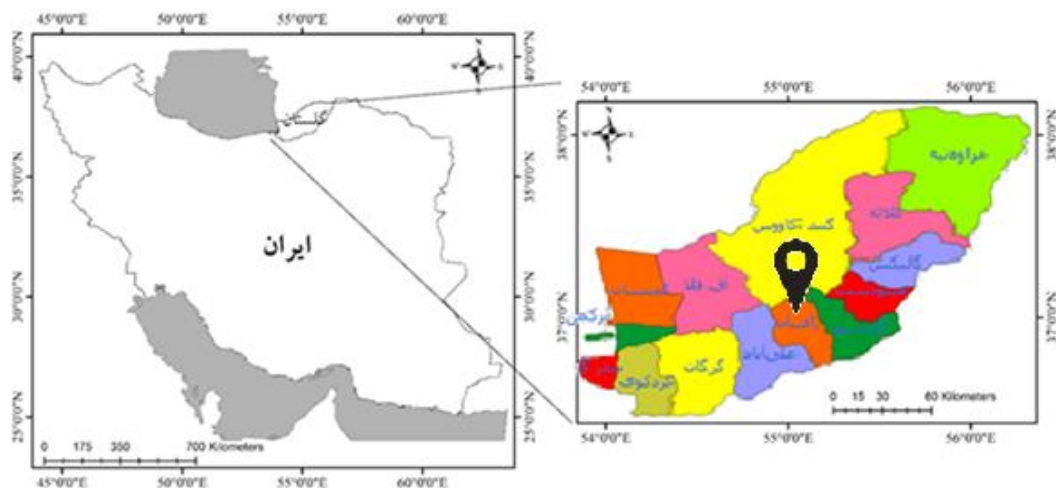
و $36^{\circ}02'$ تا $37^{\circ}01'$ عرض شمالی می‌باشد. در هنگام نمونه‌برداری، آمار عمومی شامل مختصات، شرایط فیزیوگرافی شیب، ارتفاع و جهت برداشت ثبت شد. محدوده ارتفاعی ذخیره‌گاه ۸۵۵-۳۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. میزان دمای متوسط سالانه $17/75$ درجه سانتیگراد و میانگین بارندگی سالانه آن ۶۸۸ میلی‌متر است. طبق طبقه‌بندی آمبرژه اقلیم منطقه نیمه مرطوب گرم تا معتدل می‌باشد. لازم به ذکر است که شیب جنگل زربین در قسمت نمونه‌گیری شده بالای ۱۵ درصد و در زمین زراعی کمتر از ۵ درصد بود.

زمین زراعی طراحی شده است به طوری که هر دو در یک منطقه است و زمین زراعی در اثر تغییر کاربری و تبدیل جنگل به زمین زراعی ایجاد شده است

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه: این پژوهش در یک قطعه

به وسعت یک هکتار (100×100 متر) در جنگل سرو زربین رامیان، و یک زمین زراعی یک هکتاری در مجاورت همان جنگل زربین در رامیان استان گلستان انجام شد (شکل ۱). موقعیت جغرافیایی منطقه $55^{\circ}02'$ تا $55^{\circ}10'$ طول شرقی



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه، ذخیره‌گاه زربین رامیان

حفر پروفیل

به منظور بررسی و نمونه برداری افق‌ها و لایه‌های خاک، در هر یک از قطعات نمونه و در محلی که معرف آن قطعه باشد، اقدام به حفر گودال به ابعاد ۲×۱ و به عمق حدود ۱/۵ تا ۲ متر شد. پروفیل هر یک از گودال‌های حفر شده طبق روش استاندارد (Schoeneberger et al., 2012). بررسی، تشریح و از هر یک از افق‌های خاک نمونه برداری شد. برخی ویژگی‌های بصری (مطابق دستورالعمل اجرایی) و فیزیکی و شیمیایی نیز اندازه‌گیری شد.

ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک نمونه برداری در عمیق عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر در زیر تاج درختان (در فاصله میان تنه تا لبه انتهایی تاج) در جهت شرق درخت برداشت شد. در هر دو قطعه نمونه بصورت کاملا پراکنده نمونه برداری انجام شد، بطوری که کل قطعه نمونه را پوشش دهد. در هر کدام به طور تصادفی ۱۵ نمونه خاک از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر برداشت و هر سه نمونه خاک در هر قطعه نمونه به خوبی مخلوط و به یک نمونه ترکیبی برای هر کدام تبدیل شد (پنج نمونه خاک برای توده زربین و پنج نمونه خاک برای زمین زراعی). مختصات هر نمونه به منظور تهیه نقشه نمونه برداری ثبت شد. بلافاصله پس از نمونه برداری، بخشی از نمونه‌های خاک در کیسه‌های پلاستیکی و بخش دیگر در یخدان نگهداری و برای تجزیه و تحلیل بعدی به آزمایشگاه منتقل و در یخچال پنج درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در خصوص نمونه‌های خاک زراعی نیز به همین ترتیب عمل شد و لازم به ذکر است که مزرعه شخم خورده و بدون محصول و آماده کشت بود.

سنجش ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی

خاک و شاخص کیفیت خاک

پس از جدا کردن کلوخه‌های خاک برای تعیین جرم مخصوص ظاهری خاک و همچنین جدا کردن ریشه‌ها و اجزای دیگر گیاه، بقیه خاک‌ها از الک ۲ میلی‌متر رد شده و به دو زیرنمونه تقسیم شدند. یک نمونه برای اندازه‌گیری فعالیت میکروبی خاک نمونه‌ها بر روی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند و سپس در دمای پنج درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و دومین زیرنمونه برای اندازه‌گیری خواص فیزیکی و شیمیایی خاک هوا خشک شد. آزمایش‌های فیزیکی خاک شامل تعیین درصد رطوبت نسبی تعیین جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه و حقیقی خاک به روش پیکنومتری و بافت به روش هیدرومتری (Gee and Orr, 2002)، هدایت الکتریکی (EC) عصاره اشباع خاک با دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی، کربن آلی خاک به روش اکسایش تر (Walkley and Black, 1934)، نیتروژن کل با روش کج‌لدال (Bremner, 1996)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (Olsen and Sommers, 1982) با دستگاه اسپکتروفتومتری، پتاسیم، کلسیم، سدیم، منیزیم، منگنز، آهن، روی قابل دسترس غذایی به روش استات آمونیوم با دستگاه جذب اتمی (Lindsay and Norvell, 1978)، اندازه‌گیری شد. آزمایش‌های زیستی نیز شامل زی توده میکروبی کربن، تنفس پایه، تنفس برانگیخته و پتانسیل نیتریفیکاسیون بود. برای اندازه‌گیری زی توده میکروبی کربن خاک از روش Fumigation استفاده شد (Sparling and West, 1988). از شاخص‌های زیستی خاک، تنفس میکروبی پایه به روش جمع‌آوری CO₂ آزاد شده در هیدروکسید سدیم و تیتراسیون برگشتی مقدار بتاقیمانده آن با استید کلریدریک (Anderson, 1982) و تنفس برانگیخته به روش (Alef and Nannipieri, 1995) انجام گرفت. اندازه‌گیری

پتانسیل نیتریفیکاسیون از روش ارایه شده توسط (1985) Berg and Rosswall انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کلموگراف-اسمیرنوف تایید و سپس، از آزمون تی مستقل برای مقایسه دو جامعه مورد بررسی استفاده شد. تمامی آنالیزها به وسیله نرم افزار SPSS انجام شد. نمودارهای حاصله در نرم افزار اکسل رسم شدند.

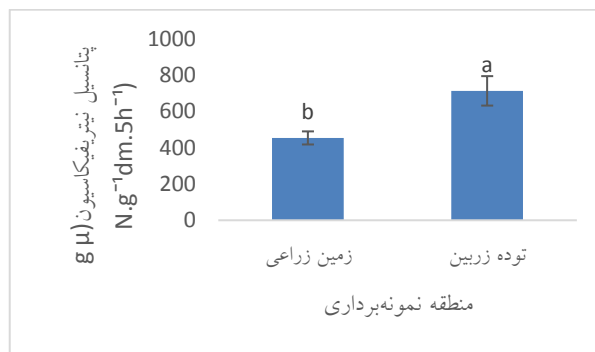
نتایج و بحث

مقایسه متغیرهای زیستی در توده زربین و خاک زراعی

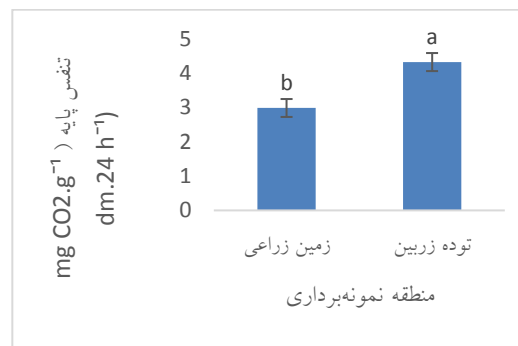
نتایج بررسی نرمالیت داده‌های زیستی (تنفس پایه خاک، تنفس برانگیخته، بیوماس میکروبی و پتانسیل نیتریفیکاسیون خاک) در توده زربین و خاک زراعی حاکی از نرمال بودن داده‌های خاک توده زربین و همچنین زمین زراعی در منطقه رامیان بود ($P \geq 0.05$).

نتایج حاکی از وجود تفاوت معنی دار بین داده‌های تنفس پایه و پتانسیل نیتریفیکاسیون در نمونه‌های خاک توده زربین و خاک مزرعه بود ($P \leq 0.01$) ولی تفاوت معنی داری در دو متغیر بیوماس میکروبی و تنفس برانگیخته مشاهده نشد ($P \geq 0.05$). با توجه به نتایج، میزان تنفس پایه ($P \leq 0.01$) و میزان نیتریفیکاسیون ($P \leq 0.01$) در توده زربین بیشتر از خاک مزرعه بود (شکل ۲ و ۳). تنفس پایه تخمینی از کل فعالیت میکروبی در خاک را ارائه می‌دهد که هم کمیت و هم کیفیت منابع کربن را منعکس می‌کند (Jourgholami et al., 2019).

تنفس پایه بالاتر در توده زربین نشان‌دهنده تجزیه سریع‌تر مواد آلی است و مواد مغذی را برای تحریک میکروارگانیسم‌های هتروتروف در دسترس‌تر می‌سازد (Jourgholami et al., 2019; McKinley & Rice, 2008; Nunes et al., 2018). علاوه بر این، نرخ‌های نیتریفیکاسیون بالاتر مشاهده شده در توده‌های زربین نشان‌دهنده فرآیند چرخه نیتروژن فعال‌تر در مقایسه با زمین زراعی است (Jourgholami et al., 2019; McKinley & Rice, 2008; Nunes et al., 2018). نیتریفیکاسیون یک مرحله مهم در چرخه نیتروژن است، جایی که آمونیوم به نترات تبدیل می‌شود و نیتروژن را برای جذب گیاه بیشتر در دسترس می‌کند (McKinley & Rice, 2008).



شکل ۳- مقایسه داده‌های میزان پتانسیل نیتروبیفیکاسیون در توده زربین و خاک زراعی



شکل ۲- مقایسه داده‌های میزان تنفس پایه در توده زربین و خاک زراعی

همچنین، توده زربین دارای رسانایی الکتریکی بالاتر و سطوح روی بالاتری در مقایسه با خاک زراعی بودند. در خصوص بافت خاک، نتایج حاکی از آن است که خاک زمین‌های کشاورزی دارای محتوای سیلت و رس بالاتری هستند، در حالی که توده‌های زربین دارای محتوای شن بالاتری هستند اگرچه در پژوهش حاضر قطعه مورد مطالعه، زمین تغییر کاربری یافته به زمین زراعی است این نتیجه مشاهده شد. بافت ریزتر خاک تحت پوشش توده‌های گیاهی ممکن است به اثر تثبیت‌کنندگی ریشه درختان و تجمع مواد آلی مرتبط باشد که می‌تواند تجمع ذرات خاک، مواد آلی و میکروارگانیسم‌ها در خاک را بهبود بخشد و فرسایش را کاهش دهد (Idris & Osman, 1994; Jourgholami et al., 2019). ریشه‌های درختان با ایجاد کانال‌هایی در خاک و تولید مواد آلی، به تثبیت ساختار خاک کمک کرده و باعث می‌شوند که ذرات خاک بهتر کنار هم قرار گیرند. همچنین، مواد آلی حاصل از تجزیه بقایای گیاهی به عنوان سوسترا برای میکروارگانیسم‌ها عمل کرده و فعالیت‌های بیولوژیکی را افزایش می‌دهند. این فرایند نه تنها کیفیت خاک را بهبود می‌بخشد بلکه ظرفیت آن برای نگهداری آب و مواد مغذی را افزایش داده و در نهایت منجر به کاهش فرسایش می‌شود. در مقابل، خاک‌های

مقایسه متغیرهای فیزیکی و شیمیایی خاک در توده زربین و خاک زراعی

بررسی متغیرهای فیزیکی و شیمیایی خاک توده زربین در مقایسه با خاک زراعی با استفاده از آزمون تی مستقل انجام گرفت. نتایج (جدول ۱ و ۲) حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین داده‌های pH، هدایت الکتریکی، عناصر فسفر، پتاسیم، روی، میزان شن، سیلت و رس در نمونه‌های خاک توده زربین و خاک مزرعه بود ($P \leq 0.01$) ولی تفاوت معنی‌داری در متغیرهای نیتروژن، کربن آلی، درصد آهک، درصد ماده آلی، عناصر منگنز و مس مشاهده نشد ($P \geq 0.05$). باتوجه به نتایج (شکل ۴ تا ۱۱)، میزان pH ($P \leq 0.01$) و میزان فسفر ($P \leq 0.05$)، پتاسیم ($P \leq 0.01$) سیلت ($P \leq 0.01$) و درصد رس ($P \leq 0.01$) در خاک زمین زراعی بیشتر از توده زربین بود ولی میزان هدایت الکتریکی ($P \leq 0.01$)، عنصر روی ($P \leq 0.05$) و شن ($P \leq 0.01$) در توده زربین بیشتر از زمین زراعی بود (شکل ۴ تا ۱۱). pH ممکن است به تجزیه لاشبرگ و بستر نسبت داده شود که اسیدهای آلی می‌توانند pH خاک را تحت تاثیر قرار دهند (Jourgholami et al., 2019; Nunes et al., 2018).

و نیتروژن می‌تواند به دلیل اثرات متعادل‌کننده عوامل مختلف باشد، مانند ورودی مواد آلی از لاشریزه درختان زربین و از دست دادن بالقوه مواد آلی در زمین‌های کشاورزی به دلیل روش‌های خاک‌ورزی و کشت (Idris & Osman, 1994; Jourgholami et al., 2019). به‌طورکلی، تحقیقات بیشتری برای روشن شدن کامل این موضوع مورد نیاز است. به منظور درک مکانیسم‌هایی که تفاوت‌های مشاهده شده در خواص خاک بین توده زربین و زمین زراعی را هدایت می‌کنند، لازم است عواملی مانند شیوه‌های مدیریت زمین، مواد اولیه خاک و شرایط آب و هوایی با جزئیات بیشتری بررسی شوند تا درک جامعی از الگوهای مشاهده شده حاصل شود.

اراضی تغییر کاربری یافته همچون زمین‌های کشاورزی ممکن است اختلالات بیشتری را تجربه کرده باشند، مانند خاک‌ورزی که می‌تواند دانه‌های خاک را تجزیه کند و منجر به بافت ریزتر شود (Idris & Osman, 1994; Jourgholami et al., 2019).

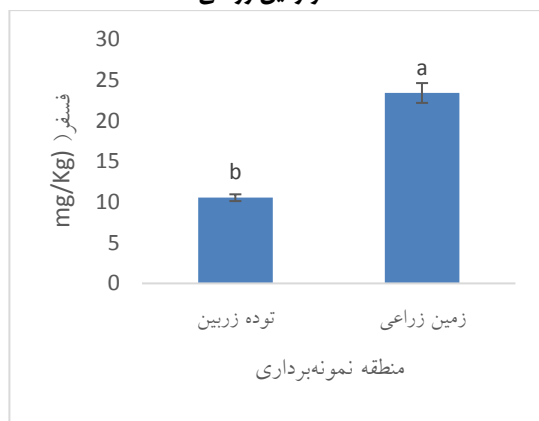
بررسی مواد آلی خاک و نیتروژن نشان داد که تفاوت معنی‌داری در ماده آلی و نیتروژن خاک بین توده زربین و زمین زراعی وجود ندارد (Idris & Osman, 1994; Jourgholami et al., 2019). این نشان می‌دهد که سطوح کلی کربن آلی و نیتروژن علی‌رغم تفاوت‌ها در سایر خصوصیات خاک ممکن است در دو نوع کاربری اراضی مشابه باشد. عدم وجود تفاوت معنی‌دار در ماده آلی



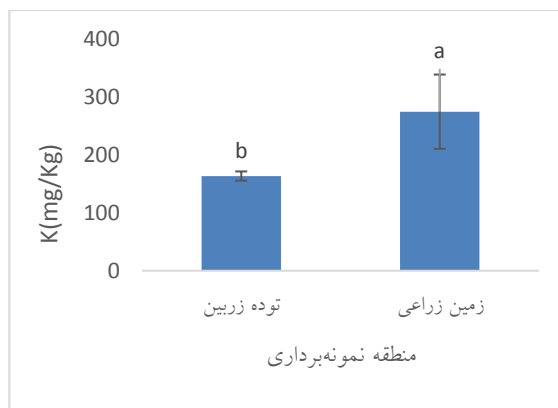
شکل ۵- مقایسه داده‌های هدایت الکتریکی در خاک توده زربین و زمین زراعی



شکل ۴- مقایسه داده‌های pH در خاک توده زربین و زمین زراعی



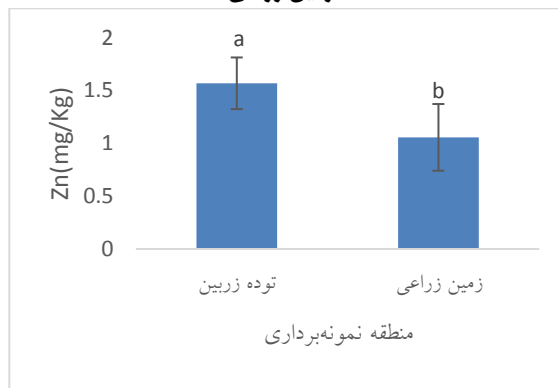
شکل ۷- مقایسه داده‌های میزان فسفر در خاک توده زربین و زمین زراعی



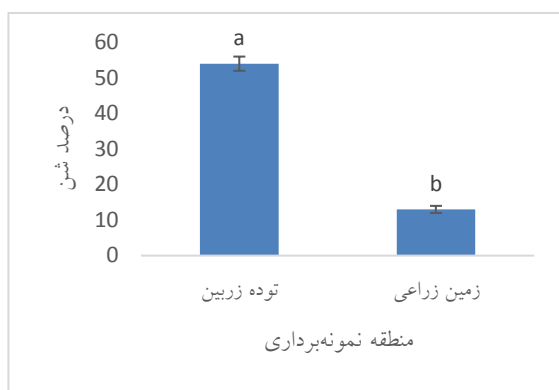
شکل ۶- مقایسه داده‌های میزان پتاسیم در خاک توده زربین و زمین زراعی



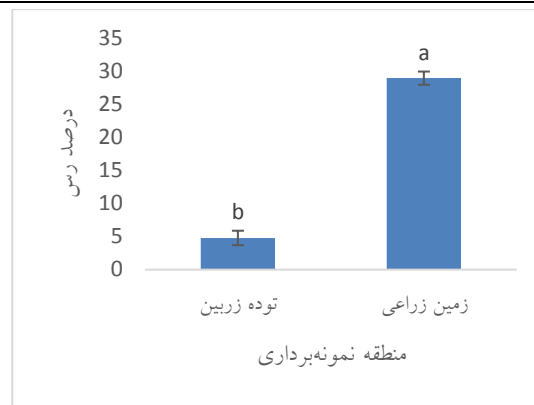
شکل ۹- مقایسه داده‌های میزان سیلت در خاک توده زربین و زمین زراعی



شکل ۸- مقایسه داده‌های میزان روی در خاک توده زربین و زمین زراعی



شکل ۱۱- مقایسه داده‌های درصد شن در خاک توده زربین و زمین زراعی



شکل ۱۰- مقایسه داده‌های درصد رس در خاک توده زربین و زمین زراعی

هستند، اما هنوز فاقد ویژگی‌های مشخصه سایر راسته‌های خاک هستند (Buol et al., 2011).

خاک توده زربین به عنوان Calcixerepts

معمولی طبقه‌بندی شدند، در حالی که خاک‌های مزرعه به عنوان Calcixerepts طبقه‌بندی شدند (Schoeneberger et al., 2014). کلسیکسرپت‌ها، اینسپتی سول‌هایی هستند که دارای افق کلسیمی (انباشت کربنات کلسیم) یا افق پتروکلسیک (سیمان شده توسط کربنات کلسیم) در ۱۰۰ سانتی‌متر از سطح خاک هستند (Schoeneberger et al., 2014). این خاک‌ها معمولاً دارای رژیم رطوبتی خاک زریک هستند، به طوری که رطوبت برای رشد گیاه در طول فصل سردتر سال و خشک‌تر در فصل گرمتر در دسترس است (Schoeneberger et al., 2014).

شبهات‌های طبقه‌بندی خاک بین توده زربین و زمین‌های کشاورزی نشان می‌دهد که مواد اولیه و عوامل محیطی، مانند آب و هوا و توپوگرافی، در این دو نوع کاربری زمین قابل مقایسه هستند (Buol et al., 2011; Schoeneberger et al., 2014). با این حال، تفاوت در خواص خاک، مانند آنچه در نتایج قبلی گزارش شده است، ممکن است همچنان به دلیل تأثیر پوشش گیاهی و شیوه‌های مدیریت زمین وجود داشته باشد (جورغلامی و هم‌کاران، ۲۰۱۹؛ Nunes و هم‌کاران، ۲۰۱۸). مدیران

آنالیز داده‌های پروفیل خاک در توده زربین و زمین زراعی

نتایج تشریح پروفیل خاک در دو کاربری جنگلی و خاک زراعی نشان داد که رده بندی خاک زراعی Calcixerepts و توده زربین Typic Calcixerepts بود و هر دو رده Inceptisol بودند. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی افق‌های دو پروفیل نشان داد که بافت خاک زربین لوم شنی و خاک زراعی لوم رسی سیلتی می‌باشد. نتایج آزمایش خاک پروفیل نشان داد میزان درصد آهک در کاربری زراعی بالاتر از کاربری جنگل سوزنی برگ (توده زربین) می‌باشد. همچنین، درصد کربن آلی خاک زمین زراعی بیشتر از توده زربین می‌باشد اگر چه این میزان در نمونه‌های مختلف که از عرصه گرفته شده و بصورت میانگین بیان شده است غیرمعنی دار است. میزان ازت کل، پتاسیم، منگنز قابل جذب، قابل جذب، مس قابل جذب و آهن در خاک با کاربری زراعی بیشتر از کاربری جنگلی زربین است لازم به ذکر است که در خصوص فسفر در پروفیل زراعی نتایج کمتری نسبت به زربین نشان داد که احتمالاً بدلیل یکنواخت نبودن ترکیب خاک در زمین تغییر کاربری یافته است (جدول ۱ و ۲). Inceptisols خاک‌های نسبتاً جوانی هستند که درجه هوازگی و توسعه متوسطی دارند و حداقل توسعه افق را نشان می‌دهند و از طرفی توسعه یافته تر از Entisols

ریزش بستر، ترشحات ریشه و برهمکنش با بیوتای خاک بر خواص خاک تأثیر بگذارد (Augusto, et al., 2002). در مقابل، خاک‌های کشاورزی اغلب تحت اعمال مدیریت شدیدی مانند خاک‌ورزی، کاربرد کود و حذف محصول قرار می‌گیرند که می‌تواند به طور قابل توجهی خواص خاک را تغییر دهد. کربن آلی، مواد مغذی و خاک رس بالاتر در خاک کشاورزی ممکن است نتیجه این شیوه‌های مدیریتی باشد، اما همچنین ممکن است نشان‌دهنده مشخصات خاک توسعه‌یافته‌تر در مقایسه با Inceptisol نسبتاً جوان در زیر درخت زرین باشد (Lal, 2015).

این یافته‌ها اهمیت در نظر گرفتن ویژگی‌های خاص خاک سیستم‌های مختلف کاربری زمین را هنگام مدیریت و حفظ این محیط‌ها برجسته می‌کند. سطوح بالاتر مواد مغذی در خاک کشاورزی ممکن است به بهره‌وری کلی آن کمک کند، اما در صورت عدم مدیریت پایدار ممکن است مستعد کاهش مواد مغذی و فرسایش باشد.

زمین هنگام تصمیم‌گیری در مورد انتخاب محصول، آبیاری و اصلاح خاک باید این ویژگی‌های خاک را در نظر بگیرند. لازم به ذکر است که تحقیقات بیشتری برای درک کامل مفاهیم طبقه‌بندی خاک و ویژگی‌های آن برای استفاده و مدیریت زمین در توده‌های چوب درخت و زمین‌های کشاورزی مورد نیاز است. عواملی مانند عمق خاک، ظرفیت نگهداری آب و وضعیت عناصر غذایی باید با جزئیات بیشتری بررسی شوند تا ارزیابی جامعی از مناسب بودن خاک برای کاربری‌های مختلف زمین ارائه شود.

به‌طور کلی می‌توان اذعان داشت که تفاوت در خواص خاک بین دو سیستم کاربری اراضی را می‌توان به عوامل متعددی از جمله تأثیر پوشش گیاهی غالب، شیوه‌های مدیریت و زمان پس از اختلال بویژه در زمین کشاورزی همچون شخم زدن و غیره نسبت داد. زرین یک گونه درخت همیشه سبز است که می‌تواند از طریق

جدول ۱- نتایج آنالیز فیزیکی و شیمیایی حفر پروفیل در منطقه جنگلی زربین رامیان

بافت	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹	درصد آهک	درصد کربن آلی	ازت کل %	هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)	pH	ساختمان	عمق (Cm)	رنگ	افق
Si-L	42	56	2	0.66	2.34	10.84	12.32	127	14.3	27.5	2.09	0.20	0.81	6.7	2abk	0-25	10YR4/3	A
Si-L	46	50	4	0.75	2.02	11.25	10.50	142	10.5	28	2.31	0.23	0.86	6.7	1abk	25-45	10YR6/4	BK1
Si-L	44	52	4	0.68	1.86	12.04	9.12	156	9.2	28.5	2.44	0.24	0.92	6.8	1abk	45-75	10YR6/4	BK2
Si-L	42	52	6	0.62	1.44	12.6	8.16	168	7.4	29.5	2.15	0.22	0.96	6.8	1abk	75-140	10YR6/4	BCK

جدول ۲- نتایج آنالیز فیزیکی و شیمیایی حفر پروفیل در منطقه زراعی رامیان

بافت	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	K mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹	درصد آهک	درصد کربن آلی	هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)	pH	S.P %	عمق (Cm)	افق	CEC (cmol kg ⁻¹)	BD (gr/cm ³)
Si-C-L	14	58	28	154	5.3	1.5	2.40	0.7	7.6	51.2	0-24	Ap	29.0	1.60
Si-C-L	12	58	30	141	4.6	1.0	1.26	0.7	7.5	57.6	24-32	ABb, t	29.4	1.78
L	24	50	26	78	2.2	19.3	0.67	0.5	7.8	54.4	32-55	Bk1	23.0	1.38
Si-L	24	54	22	84	2.7	21.8	0.55	0.4	7.9	54.7	55-82	Bk2	22.0	1.47
Si-L	24	54	22	78	2.4	22.8	0.50	0.3	8.1	54.2	82-110	Bk3	21.0	1.40
Si-L	24	56	20	72	2.6	22.3	0.50	0.5	8.0	53.0	110-150	Ck	20.4	1.48

نتیجه گیری

مقایسه خاک توده زربین و زمین زراعی: نتایج
این مطالعه نشان می‌دهد که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک توده زربین و خاک زمین زراعی به طور قابل توجهی متفاوت است. خاک زراعی دارای مقادیر بیشتری از pH، فسفر، پتاسیم، سیلت و درصد رس نسبت به خاک زربین است، در حالی که توده زربین هدایت الکتریکی، مقادیر روی و شن بیشتری را دارا می‌باشد. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تأثیرات پوشش گیاهی و شیوه‌های مدیریت زمین باشد. هر دو نوع خاک در رده اینسپتی سول قرار دارند، که نشان‌دهنده جوان بودن آنها و درجه هوازدگی متوسط است. این یافته‌ها بر اهمیت توجه به ویژگی‌های خاک در مدیریت تأکید می‌کند. علاوه بر این، وجود سطوح بالاتر مواد مغذی در خاک زراعی، در صورت عدم مدیریت پایدار، ممکن است منجر به کاهش

مواد مغذی و فرسایش خاک شود. بنابراین، برای بهبود بهره‌وری و حفظ منابع خاک، ضروری است که مدیران زمین به این ویژگی‌ها توجه کنند و تحقیقات بیشتری در زمینه مدیریت پایدار، تأثیرات پوشش گیاهی، آموزش کشاورزان و توسعه فناوری‌های نوین تحقیقات بیشتری انجام دهند.

تشکر و قدردانی

از زحمات جناب آقای مهندس پارسایی معاونت محترم مالی و پشتیبانی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان و آقای مهندس پارسامهر ریاست محترم بخش منابع طبیعی و آبخیزداری مرکز گلستان به جهت کمک‌ها، هماهنگی‌ها و راهنمایی‌های ایشان، تشکر و قدردانی گردد. همچنین، از زحمات جناب آقای مهندس علیرضا احمدی که در مراحل اجرای این پروژه همکاری داشتند، قدردانی می‌گردد.

References

1. Alef, K., & Nannipieri, P. (1995). *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press.
2. Allam, A., Zouidi, M., Kefifa, A., Borsali, H., Aouadj, S. A., Negrichi, S., Farnet da Silva, A. M., & Rébufa, C. (2023). Changes in soil physico-chemical and biological quality after two decades of forest soil conversion to agricultural land. *Zemdirbyste-agriculture*. <https://doi.org/10.13080/z-a.2023.110.001>
3. Anderson, J. P. E. (1982). Soil respiration. In A. L. Page & R. H. Miller (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2: Chemical and microbiological properties*. American Society of Agronomy, 831-871.
4. Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D. & Rothe, A. (2002) 'Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility', *Annals of Forest Science*, 59(3), pp. 233-253.
5. Berg, P., & Rosswall, T. (1985). Ammonium oxidizer number, potential and actual oxidation rates in two Swedish arable soils. *Biology and Fertility of Soils*, 1, 131-140.
6. Bremner, J.M. 1996. Nitrogen Total. P 1085-1122, In: D.L. Sparks et al. (eds.), *Methods of Soil Analysis. Part III, 3rd ed.*, ASA and SSSA, Madison, WI.
7. Buol, S.W., Southard, R.J., Graham, R.C. & McDaniel, P.A. (2011) 'Soil genesis and classification', 6th edn. Wiley-Blackwell.
8. Chiti, T. A., Certini, A., Puglisi, A., Sanesi, C., Capperucci, C., & Forte, C. (2007). Effects of associating a N-fixer species to monotypic oak plantations on the quantity and quality of organic matter in minesoils. *Geoderma*, 138, 162-169.
9. Gee, G. W., & Orr, D. (2002). Particle-size analysis. In *Soil science society of America. Madison*, 255-293.
10. Idris, M. & Osman, A.H. (1994) 'The natural environment of *Cupressus sempervirens* in Greece as a basis for its use in the Mediterranean region', *Forest Ecology and Management*, 68(2-3), pp. 227-232. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)90048-5](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)90048-5)
11. Jourgholami, M., Ghassemi, T. & Labelle, E.R. (2019) 'Soil physio-chemical and biological indicators to evaluate the restoration of compacted soil following reforestation', *Ecological Indicators*, 101, pp. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.01.003>
12. Lal, R. (2015) 'Restoring soil quality to mitigate soil degradation', *Sustainability*, 7(5), pp. 5875-5895.
13. Lindsay, W.L., & Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA test for zinc, Iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42(3), 421-428.
14. McKinley, D.C. & Rice, C.W. (2008) 'Conversion of grassland to coniferous woodland has limited effects on soil nitrogen cycle processes', *Soil Biology and Biochemistry*, 40(10), pp. 2627-2633. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2008.07.006>
15. Mohr, D., Simon, M., & Topp, W. (2005). Stand composition affects soil quality in oak stands on reclaimed and natural sites. *Geoderma*, 129, 45-53.
16. Nunes, M.R., van Es, H.M., Schindelbeck, R., Ristow, A.J. & Ryan, M. (2018) 'No-till and cropping system diversification improve soil health and crop yield', *Geoderma*, 328, pp. 30-43. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.04.031>
17. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. & Dean, L.A. (1954) 'Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate', *United States Department of Agriculture Cir.*
18. Picchio, R., Tavankar, F., Nikooy, M., Pignatti, G., Venanzi, R. & Lo Monaco, A. (2019b) 'Morphology, growth and architecture response of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and maple tree (*Acer velutinum* Boiss.) seedlings to soil compaction stress caused by mechanized logging operations', *Forests*.
19. Picchio, R., Venanzi, R., Tavankar, F., Luchenti, I., Iranparast Bodaghi, A., Latterini, F., Nikooy, M., Di Marzio, N. & Naghdi, R. (2019a) 'Changes in soil parameters of forests after windstorms and timber extraction', *European Journal of Forest Research*, pp. 1-14.

20. Schinner, F., Ohlinger, R., Kandeler, E. & Margasin, R. (1996) 'Methods in soil biology'. Berlin: Springer.
21. Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A. & Benham, E.C. (2012) Field book for describing and sampling soils. Lincoln: Natural Resources Conservation Service-National Soil Survey Center.
22. Sparling, G. P., & West, A. W. (1988). A direct extraction method to estimate soil microbial C: Calibration in situ using microbial respiration and ¹⁴C labelled cells. *Soil Biology and Biochemistry*, 20(3), 337-343.
23. Vahedi, A.A. (2017) 'Monitoring soil carbon pool in the Hyrcanian coastal plain forest of Iran: Artificial neural network application in comparison with developing traditional models', *Catena*, 152, pp. 182-189.
24. 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, pp. 29-38.