مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و شش، شماره پنج، مردادماه ۱۴۰۳ (۸۴-۷۱)

تاثیر جنگل‌کاری بر خصوصیات خاک پارک جنگلی لویزان- باغ پرندگان

فرحناز رشیدی [1*]

Rashidi@rifr-ac.ir

عادل جلیلی [2]

مهناز خزایی [3]

تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۳ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۱۸**

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به تاثیری که پوشش گیاهی بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دارد و اهمیتی که این اکوسیستم در حفظ و پایداری توده‌های گیاهی بازی می‌کند این مطالعه با هدف بررسی تاثیر جنگل‌کاری درختان سوزنی‌برگ و پهن‌برگ بر روی عناصر تشکیل دهنده خاک انجام گرفت.

روش بررسی: منطقه مورد مطالعه قسمتی از پارک جنگلی لویزان انتخاب شد. ده نمونه خاک از هر ۸۴ پلات موجود در عرصه برداشت (۸۴۰ نمونه) و پارامترهای بافت خاک (درصد ماسه، سیلت و رس)، درصد ماده آلی، مقدار ازت، پتاس، فسفرو همچنین مقدار درصد آهک، اسیدیته و هدایت الکتریکی در دو لایه اول (لایه O) و دوم (۳۰ سانتی متر بعد از لایه اول) جهت مطالعه تاثیر پوشش گیاهی بر خصوصیات خاک مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها با استفاده از روابط همبستگی و آزمون T مستقل و جفتی آنالیز شد.

یافته ها: روابط همبستگی بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در لایه اول و دوم خاک در ۵ تیپ غالب منطقه بیانگر ارتباطات معنادار مثبت و منفی زیادی بین این پارامترها است. نتایج آنالیز T مستقل بین دو لایه اول و دوم خاک تیپ اقاقیا (۱۵۰ نمونه) و کاج (۴۰۰ نمونه) حاکی از آن است که به غیر از درصد آهک، درصد شن و درصد سیلت که تفاوت معناداری از خود نشان نداده‌اند، بقیه خصوصیات بین دو افق خاک دارای تفاوت معنادار می‌باشند.

بحث و نتیجه گیری: نتایج نشان از تفاوت معنادار بین دو فاکتور اسیدیته و درصد شن در افق اولیه بین مناطق با تیپ گیاهی کاج و اقاقیا می‌باشد.میزان پتاسیم، فسفر و نیتروژن در افق اولیه تیپ سوزنی برگ بیشتر از تیپ گونه پهن برگ و در افق دوم به غیر از پتاسیم نیز این افزایش قابل مشاهده است. میزان مواد آلی، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، رس و PH بین دو افق خاک تفاوت معنادار از خود نشان می‌دهند و غیر از PH و رس بقیه در افق دوم با کاهش مواجه شده‌اند. نتایج این مطالعه بیانگر آن است که نوع پوشش گیاهی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تاثیر دارد و تفاوت‌های معنی‌دار در لایه اول خاک نسبت به لایه دوم خاک قابل مشاهده است.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، اقاقیا، درصد نیتروژن، جنگل‌کاری، درصد شن، کاج.

۱- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه تهران، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 26, No. 5, August, 2024

The effect of afforestation on soil properties of Lavizan Forest Park - Bird Garden

Farahnaz Rashidi [1*]
Rashidi@rifr-ac.ir
Adel Jalili [2]
Mahnaz Khazaei [3]

Admission Date: November 9, 2021 Date Received: August 24, 2020

Abstract

Background and Objectives: According to the effect of vegetation cover on physical and chemical characteristics of soil and the importance of that this ecosystem plays in the preservation and stability of plant stands. This study was carried out to investigate the effect of plantation on It was performed on soil constituent elements.

Material and Methodology: The study area was selected as part of Lavizan Forest Park. Ten soil samples from each 84 plots in the area (840 samples) was gathered to measure soil texture parameters (percentage of sand, silt and clay), percentage of organic matter, N, K, P, T.N.T, PH and EC in two layers (the first (layer O) and the second (30 cm after the first layer)). These factors were evaluated with Pearson correlation, two independent and paired sample t test.

Findings: Pearson Correlation between physical and chemical properties in the first and second layers of soil in the 5 vegetation dominant types of the region indicate many significant positive and negative correlation between these parameters. The results of independent T analysis between the first and second layers of Black locust type soil (150 samples) and pine (400 samples) indicate that except for the percentage of lime, sand and silt percentage, which did not show a significant difference, Other characteristics are significantly different between the two soil horizons.

Discussion and Conclusion: PH and Sand percentage were shown significant differences in the first layer between pine and black locust. The amount of potassium, phosphorus and nitrogen in the initial horizon of the leaf needle type is more than the broad leaf type and in the second horizon, except for potassium, this increase is also visible. The amount of organic matter, nitrogen, potassium, phosphorus, clay and pH between the two soil horizons show a significant difference and except for pH and clay, the others in the second horizon have decreased. The results demonstrated the type of plant cover has an effective on physical and chemical elements of soils. Therefore, significant differences is obvious in the first layer to the second layer.

Keywords: Acidity, Black locust, Nitrogen percentage, plantation, sand percentage, pine.

1- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. *(*Corresponding Author*)
2- Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
3- Master's degree in forestry and forest ecology, University of Tehran, Iran.

مقدمه

جنگل های‌شهری به عنوان فضاهای سبز شهری، نقش محوری را به عنوان محیط‌های طبیعی در شهر ایفا می‌کنند و طیف وسیعی از خدمات اکوسیستم، مانند خدمات رفاهی، حفظ تنوع زیستی، افزایش ترسیب کربن، که می‌تواند تغییرات آب و هوایی را تحت تأثیر قرار دهد (۱)، تأمین هوای پاک، خاک، آب و حفاظت در برابر بلایای طبیعی (۲) را پوشش می‌دهد.

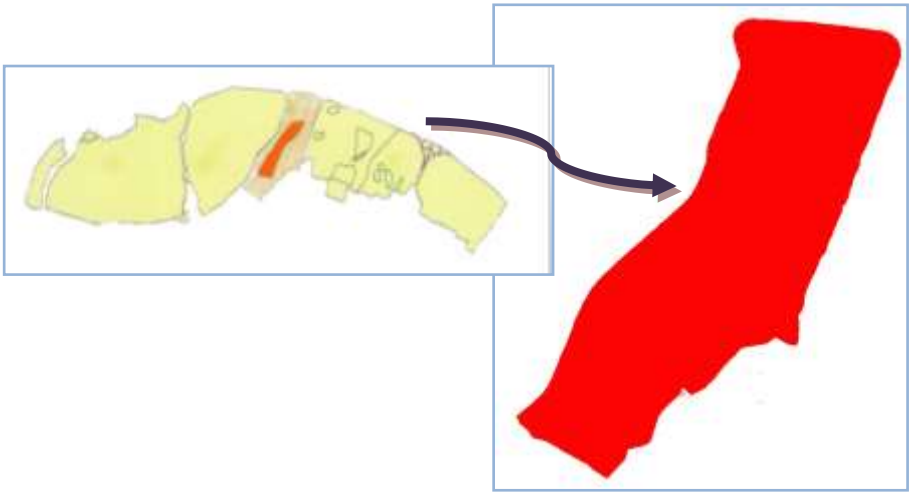
از آنجایکه خاک به‌عنوان بستر اولیه برای استقرار و ادامه حیات موجودات زنده از جمله گیاهان است، اهمیت ویژه‌ای در این اکوسیستم برای ایجاد فضای سبز دارد. جنگل‌کاری در هر منطقه با توجه به گونه، سن، نوع آمیختگی و شرایط رویشگاهی می تواند اثرات متفاوتی بر کیفیت توده و خصوصیات خاک داشته باشد (۳). کیفیت خاک در جنگل تحت تأثیرواکنش متقابل خاک و گیاهان، متفاوت است (۴). جنگل‌های شهری و گونه‌های درختی از طریق ایجاد میکرو اقلیم، لاشبرگ و سیستم ریشه‌ای خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۱). نوع گونه درختی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اثر می‌گذارد (۵). به علت ارتباط متقابل و تنگاتنگ بین خاک و پوشش گیاهی، بررسی ویژگی‌های خاک و تغییرات آن تحت تأثیر پوشش گیاهی امری ضروری به‌نظر می‌رسد (۶). از نظر جنگل-شناسی و اکولوژِیکی، گونه‌های مناسب جنگل کاری باید سبب بهبود وضعیت خاک عرصه شوند (۷). در این راستا آزمون خاک ابزاری جهت تعیین مقدار عناصر غذایی موجود در خاک و پی بردن به مقادیر اضافی عناصر، pH بالا یا پایین، مواد آلی کم و شرایط زهکشی نامناسب است. اگر نتایج آزمون خاک به درستی تفسیر شود می‌تواند ارایه دهنده راهکار مناسب و صحیح برای احداث، توسعه، حفظ و نگهداری فضاهای سبز شهری و پارک‌های جنگلی باشد. از طرف دیگر مطالعات نشان می‌دهد که پوشش گیاهی اعم از درختی، درختچه‌ای و علفی، پهن‌برگ یا سوزنی‌برگ بر محیط اطراف خود تأثیر دارد و این تأثیرها بر اساس نحوه مدیریت پوشش گیاهی، قدمت آن و نوع پوشش گیاهی متفاوت است (۸). خاک‌ها بر اثر فاکتورها و فرآیندهای مختلف پیوسته در حال تغییر بوده و با گذر زمان در یک چرخه مشخص تحوّل پیدا می‌کنند (۹). گیاهان به‌عنوان یکی از فاکتورهای خاکسازی همیشه متغیر مستقل نیستند، به-طوری که خاک و پوشش گیاهی می‌توانند اثر متقابل داشته باشند. بنابراین نوع پوشش گیاهی سبب بروز تغییراتی در انواع خاک‌های کشت شده می‌شود که اثرات آنها در حاصلخیزی، ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکرومرفولوژیک خاک مشاهده می‌شود (۱۰). درختان از طریق تأمین مقادیر مختلفی از مواد آلی با ترکیبات شیمیایی مختلف طی خزان یا ایجاد لاشبرگ روی خاک بر آن تأثیر می‌گذارند. تجزیه و فساد برگ و شاخه-های درختان در زمینه جنگل‌کاری‌های ۳۰ ساله نیز نشان داد که درختان به‌طور مشخص بر خصوصیات مختلف خاک اثر گذارند و این تأثیرها در کف جنگل به ایجاد تغییراتی در اکوسیستم خاک منجر می‌شود (۱۱). بر اساس گزارش دیجکسترا (۱۲) علاوه بر عوامل غیرزنده، درختان و تاج آنها نیز ممکن است بر تحول اکوسیستم کاملاً مؤثر باشند. وی اظهار می‌دارد که درختان از طریق تولید اسیدهای آلی دربرگ یا دیگر ترشحات می‌توانند بر اسیدیته یا قابلیت دسترسی کلسیم خاک اثر زیادی داشته باشند. دیکسون (۱۳) نیز تأثیر گونه‌های گیاهی را بر سرعت هوادیدگی خاک گزارش کرده‌اند و رضایی (۱۴) تغییر نوع ساختمان خاک را نشانه‌ای از نقش پوشش گیاهی و اثر آن بر نوع ساختمان دانسته‌اند. تحقیق هگان-تورن (۱۵) در زمینه جنگل‌کاری های ۳۰ ساله نیز نشان داد که درختان به‌طور مشخص بر خصوصیات مختلف خاک اثرمی‌گذارند و این تأثیرها در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک سطحی مشهودتر است. با توجه به اهمیت بررسی تاثیر جنگل‌کاری بر روی خاک و تفاوتی که گونه‌های سوزنی برگ و پهن برگ بر روی خصوصیات خاک می‌گذارند، این مطالعه با هدف بررسی میزان و نوع تاثیرگذاری پوشش‌های مختلف درختی در کلان شهر تهران بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و تاثیری که سوزنی برگان بر روی خاک مناطق تحت کشت به‌ویژه از نظراسیدیته خاک دارند، در پارک جنگلی لویزان انجام گرفت.

آگاهی از این تفاوت ها می تواند در طراحی و مدیریت جنگل کاری های آتی مورد استفاده قرار بگیرد.

روش بررسی

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در مختصات جغرافیائی طول ´۲۹ °۵۱ الی´۳۴ °۵۱ و عرض جغرافیائی ´۴۴ °۳۵ تا ´۳۴ °۳۵ با مساحت ۸۴ هکتار در قسمتی از مجموعه ۱۱۰۰ هکتاری پارک جنگلی لویزان در شهر تهران واقع شده است (شکل ۱). شیب منطقه مطالعاتی بین صفر تا ۹۰ درصد و محدوده ارتفاعی از ۱۴۸۰ تا ۱۵۷۰ متر متغیر است و جهت غالب منطقه شرقی-غربی می‌باشد. در یک دوره ۲۰ ساله، میانگین متوسط بارندگی سالیانه ۴۰۱/۵ میلی‌متر، میانگین حداکثر دما ۲۱/۵ و حداقل متوسط سالانه ۸/۳ و متوسط دما ۱۵/۴ درجه سانتی‌گراد و اقلیم محدوده مورد نظر بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه آب و هوای نیمه خشک سرد است (۱۶). لازم به ذکر است که آبیاری به-صورت ثقلی توسط لوله اصلی از خط الرأس تپه‌های پارک عبور نموده و از طریق خطوط تراز کشت درختان توزیع شده و درختان به‌صورت غرقابی آبیاری می‌شوند.



شکل۱- نقشه محدوده مورد مطالعه

Figure 1. Map of the study area

روش کار

جهت برداشت اطلاعات تیپ گیاهی و خاکشناسی منطقه به منظور شناخت دقیق از وضعیت موجود شبکه آماربرداری طراحی شد. با برآورد انحراف معیار انبوهی جنگل و تعیین اشتباه آماربرداری ابعاد شبکه به اندازه ۱۰۰ در ۱۰۰ متر به-صورت تصادفی-سیستماتیک تعیین شد. تعداد پلات به‌دست آمده ۸۴ عدد در ۸۴ هکتار منطقه مورد مطالعه است که منجر به دقت آماربرداری ۰/۱ شد. نقاط تلاقی خطوط شبکه به عنوان مرکز پلات در نظرگرفته و آنالیزهای آماری بر روی داده های برداشت شده با استفاده از نرم افزار Minitab انجام گرفت. شرح برداشت‌ها به ترتیب زیر می‌باشد:

تیپ گیاهی

شناسایی تیپ‌های درختی و درختچه‌ای با استفاده از نقشه توپوگرافی با دقت۱ به ۵۰۰۰ و مراجعه مستقیم به محدوده مطالعاتی با عمل پیمایش و مشاهده ظاهری شناسایی و تحدید حدود شده است. سپس نوع گونه در هر پلات ۲۰۰ متر مربعی واقع در تقاطع اضلاع شبکه یادداشت گردید. در تشخیص تیپ-ها، گونه غالب درختی و درختچه‌ای مدنظر قرار گرفت. چنانچه فراوانی گونه ای ۹۰ درصد یا بیشتر بوده تحت عنوان تیپ خالص و در صورت حضور گونه دوم با فراوانی معادل ده درصد یا بیشتر تحت عنوان تیپ آمیخته با حداکثر دو گونه غالب نام گذاری شد (۱۷).

خاک‌شناسی

جهت انجام مطالعات خاک‌شناسی، در قطعات نمونه ۲۰۰ مترمربعی، یک پلات در مرکز قطعه نمونه و چهار پلات در چهار جهت اصلی به فاصله یک متر از مرکز قطعه نمونه در دو لایه نمونه‌برداری (۸۴۰ نمونه) برداشت گردید. لایه سطحی شامل لایهO بوده که بر اساس تفاوت رنگ لایه رویی با زیری، عمق آن اندازه‌گیری و نمونه‌برداری صورت پذیرفت. لایه دوم از انتهای افق O تا سی سانتی‌متر را شامل شد. در هر قطعه نمونه، خاک ۵ نقطه نمونه‌برداری شده در قالب این دو لایه متمایز باهم مخلوط شدند. آزمایش‌های فیزیکی وشیمیایی خاک شامل بافت خاک (درصد ماسه، سیلت و رس) (روش دانسی متری بایکاس، ۱۹۶۵)، اندازه‌گیری درصد ماده آلی، مقدار ازت (کجلدال،۱۹۹۲)، پتاس (جذب اتمی، ۱۹۹۷)، فسفر(اولسن، ۱۹۸۲) و همچنین مقدار[1]T.N.V.%، [2]PH (گل اشباع وpH متر، ۲۰۰۳) و[3]EC انجام گرفت.

آنالیز داده‌ها

آنالیز داده‌ها با استفاده از روابط همبستگی پیرسون و آنالیز آماری T مستقل بین اطلاعات خاکشناسی و تیپ گیاهی انجام پذیرفت.

یافته‌ها

تیپ بندی

به‌منظور بررسی تاثیر پوشش گیاهی بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ۹ تیپ پوشش جنگلی چنار (۱ قطعه) (*Platanus orientalis*)، اقاقیا-زبان‌گنجشک (۲قطعه) (*Pseudoacacia -Fraxinus rotundifolia*)، اقاقیا-آیلان (۱قطعه) (*Ailanthus altissima*)، کاج (۴۰قطعه) (*Pinus eldarica*)، کاج-اقاقیا (۱ قطعه)، سرو (۵قطعه) (*Cupressus arizonica*)، اقاقیا- سرو (۴ قطعه)، اقاقیا، افرا (۱قطعه) (*Acer.sp*)- اقاقیا (۱۵قطعه) تعیین گشت که بر اساس بیشترین مساحت پوشش (متر مربع)، ۵ تیپ کاج (۴۲۱۰۶۲/۷۱)، اقاقیا (۱۴۹۰۶۴/۳۴)، سرو (۵۸۹۸۴/۵۷)، اقاقیا – سرو (۳۴۵۴۱/۲۶) و اقاقیا - زبان گنجشک (۲۴۲۴۱/۱۸) به عنوان تیپ غالب معرفی می‌گردد.

روابط همبستگی

بررسی روابط همبستگی پیرسون بین خصوصیات لایه اول خاک (جدول ۱) حاکی از روابط معنادار و همسوی درصد کربن و با عمق خاک است. بدین مفهوم که با افزایش عمق خاک شاهد افزایش درصد کربن آلی در خاک هستیم. همچنین با افزایش درصد کربن، درصد نیتروژن و پتاسیم هم افزایش می‌یابد که با توجه به جدول ۱ این ارتباط همسو وجود دارد. بقیه پارامترها شامل فسفر، هدایت الکتریکی، اسیدیته، سیلت، رس و شن دارای ارتباطات مثبت و منفی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک هستند. روابط همبستگی در افق دوم خاک (جدول ۱) نشان از آن دارد که به غیر از شن که روابط منفی با همه پارامترهای مورد بررسی دارد، بقیه خصوصیات اندازه‌گیری شده ارتباط همسو و ناهمسو با بقیه پارامترها از خود نشان می‌دهد. به عنوان نمونه افزایش اسیدیته خاک روابط معنادار و مثبتی را با درصد آهک و روابط منفی با درصد کربن و درصد نیتروژن و فسفر دارد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه اول و دوم خاک به تفکیک تیپ‌های غالب جنگل به شرح زیر می‌باشد:

لایه اول خاک

نتایج حاصل از بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه اول خاک (جدول۲) بیانگر بیشترین میزان درصد آهک، نیتروژن، پتاسیم، شن و عمق خاک در تیپ اقاقیا-زبان گنجشک، فسفر، سیلت و رس در تیپ کاج، درصد کربن و درصد نیتروژن در تیپ سرو، اسیدیته در تیپ اقاقیا و هدایت الکتریکی در تیپ اقاقیا-سرو می‌باشد. از طرفی کمترین میزان فسفر، هدایت الکتریکی، اسیدیته، سیلت و رس نیز در تیپ اقاقیا-زبان گنجشک، درصد کربن و پتاسیم در تیپ اقاقیا، اسیدیته و شن در تیپ کاج، عمق خاک و درصد آهک در تیپ سرو و درصد نیتروژن در تیپ اقاقیا-سرو به‌دست آمد.

1- Total neutralizing value
2- Power Hydrogene
3- Electrical Conductivity

جدول ۱- روابط همبستگی بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در لایه اول و دوم خاک

Table 1. Correlation relationships between physical and chemical properties in the first and second soil layers

بافت خاک		عمق خاک	درصد آهک	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	EC (ds/m)	PH	سیلت %	رس %
لایه اول	درصد آهک	-۰/۰۹ ns									
لایه دوم											
لایه اول	درصد کربن آلی	۰/۲۵*	۰/۰۲ ns								
لایه دوم			۰/۳۵ns								
لایه اول	درصد نیتروژن	۰/۲۲ ns	۰/۰۷ ns	۰/۸۸***							
لایه دوم			۰/۱۱ns	۰/۸۱***							
لایه اول	پتاسیم (ppm)	۰/۰۸ ns	۰/۰۱ ns	۰/۲۹*	۰/۲۱ns						
لایه دوم			۰/۲۶ns	۰/۴۱***	۰/۲۸*						
لایه اول	فسفر (ppm)	-۰/۰۴ns	-۰/۲۶ns	۰/۴۹***	۰/۴۹***	۰/۰۱ns					
لایه دوم			-۰/۱۲ns	۰/۴۹***	۰/۵۴***	۰/۰۷ ns					
لایه اول	EC(ds/m)	-۰/۰۱ns	۰/۱۸ns	۰/۴۳***	۰/۲۴*	۰/۰۸ ns	۰/۴۴***				
لایه دوم			۰/۰۲ns	۰/۳۷*	۰/۳۷***	۰/۱۹ns	۰/۲۱ ns				
لایه اول	PH	۰/۰۵ns	۰/۱۱ns	۰/۲۵*	-۰/۳۷***	۰/۰۱***	-۰/۰۸ns	-۰/۰۹ ns			
لایه دوم			۰/۲۷*	۰/۳۲***	۰/۲۴**	۰/۰۴ns	۰/۲۶*	۰/۲۴ ns	-۰/۲۸*		
لایه اول	سیلت %	۰/۱۵ns	۰/۰۴ns	۰/۴۹***	۰/۵۲***	۰/۱۹ns	۰/۰۶ns	۰/۳۱**	۰/۰۲ ns		
لایه دوم			۰/۱ns	۰/۴۹***	۰/۵۲***	۰/۱۹ns	۰/۲۶*	۰/۲۴ ns	-۰/۲۸*		
لایه اول	رس %	۰/۱۶ns	-۰/۲ns	-۰/۲۵ns	-۰/۲۶*	۰/۰۱ ns	-۰/۲۸ ns	۰/۱۲ ns	۰/۲۴*	۰/۱۸ ns	
لایه دوم			-۰/۲۲ns	-۰/۱۸ns	-۰/۲۶*	۰/۰۱ ns	-۰/۲۸ ns	۰/۱۳ ns	۰/۲۴*	۰/۱۸ ns	
لایه اول	شن %	۰/۱۶ns	۰/۲۶ ns	۰/۱۸ns	۰/۲۶*	۰/۰۱ ns	۰/۲۸ ns	۰/۱۳ ns	۰/۲۴*	۰/۱۸ ns	-۰/۹۹***
لایه دوم			۰/۱۹ns	۰/۳۹***	۰/۴۸***	۰/۱۹ns	۰/۲۸ ns	۰/۱۹ ns	۰/۱۲ ns	-۰/۸۷***	-۰/۹۹***

(P<0.05*,P<0.01**,P<0.001***ns, non-significant) (MEAN±SD)

لایه دوم خاک

بیشترین میزان درصد کربن آلی، نیتروژن، فسفر و سیلت در تیپ سرو، درصد کربن آلی، درصد نیتروژن و هدایت الکتریکی در تیپ اقاقیا-سرو، درصد آهک، پتاسیم، رس و شن در تیپ اقاقیا-زبان‌گنجشک، نیتروژن و اسیدیته در تیپ اقاقیا و نیتروین در تیپ کاج (جدول ۲) مشاهده شد. کمترین میزان کربن، نیتروژن، فسفر، اسیدیته و سیلت در تیپ اقاقیا-زبان گنجشک،

هدایت الکتریکی و شن در تیپ سرو و اسیدیته و رس در تیـپ آمد.
اقاقیا-سرو و پتاسیم در تیپ کاج و آهک در تیپ اقاقیا به‌دسـت

جدول ۲- میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در افق اول و دوم خاک به تفکیک تیپ‌های جنگلی

Table 2. Average of physical and chemical properties in the first and second soil horizons by forest types

	تیپ جنگلی	سرو	کاج	اقاقیا	اقاقیا - سرو	اقاقیا – زبان گنجشک
	خصوصیات خاک					
لایه اول	درصد آهک	۹/۴۲	۹/۸۳	۹/۳۳	۱۰/۵۲	۱۰/۸۳
لایه دوم		۹/۸۸	۱۰/۶	۹/۸۵	۱۱/۹۸	۱۷/۹۱
لایه اول	درصد کربن آلی	۲/۷	۲/۰۵	۱/۷۱	۲/۲۶	۲/۴۳
لایه دوم		۰/۸۴	۰/۸۶	۰/۷۴	۱/۲۸	۱/۲۱
لایه اول	درصد نیتروژن	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۳
لایه دوم		۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۳
لایه اول	پتاسیم (ppm)	۲۹۸/۱	۲۹۱/۶	۲۷۲/۵	۲۹۹/۶	۳۷۳/۴
لایه دوم		۱۹۸/۷	۱۸۴/۸	۱۹۳/۴	۳۳۴	۲۱۱/۸
لایه اول	فسفر(ppm)	۱۷	۱۸/۴۵	۱۶/۶۹	۱۶/۴۵	۱۲
لایه دوم		۱۹/۵۶	۱۰/۹۴	۱۱/۱۶	۸	۸
لایه اول	(Ds/m)EC	۰/۳۹	۰/۳	۰/۲۸	۰/۴۳	۰/۲۷
لایه دوم		۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱
لایه اول	PH	۷/۲۸	۷/۲۵	۷/۳۷	۷/۳	۷/۲۵
لایه دوم		۷/۴	۷/۴	۷/۵	۷/۴	۷/۴
لایه اول	سیلت ٪	۲۱/۹۲	۲۲/۲۹	۱۹/۶۷	۱۸/۶۵	۱۷/۴
لایه دوم		۲۴/۷	۱۹/۷۷	۱۸/۴۱	۱۹/۵	۱۳/۴
لایه اول	رس ٪	۱۵	۱۶/۵۶	۱۴/۰۱	۱۱/۳	۹/۴
لایه دوم		۱۹	۱۸/۱	۱۷/۸۸	۱۷/۸	۲۲/۴
لایه اول	شن ٪	۶۳/۰۸	۶۱/۱۵	۶۶/۳۲	۷۰/۰۵	۷۳/۲
لایه دوم		۵۶/۲۸	۶۲/۰۸	۶۳/۷۱	۶۲/۷	۶۴/۲
لایه اول	عمق خاک	۲/۴۲	۲/۸۳	۲/۷۷	۲/۷	۳/۰۵

±۰/۵میانگین

آنالیز T مستقل و جفتی

به منظور بررسی تأثیر پوشش گیاهی برروی خاک، با استفاده از آنالیز T جفتی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در لایه اول و دوم خاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که به غیر از درصد شن و درصد سیلت که تفاوت معناداری از خود نشان نداده‌اند (جدول۳)، بقیه خصوصیات بین دو افق خاک دارای تفاوت معنادار می‌باشند. درصد کربن، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، هدایت الکتریکی در لایه اول به‌طور معناداری بیشتر از لایه دوم و میزان اسیدیته خاک و درصد آهک و رس در لایه اول به‌طور معناداری کمتر از لایه دوم می‌باشد. به دلیل اختصاص یافتن بیشترین مساحت و تعداد نمونه به دو تیپ کاج و اقاقیا و همچنین خالص بودن گونه‌ها که امکان بررسی تغییرات پارامترهای خاک در اثر پوشش گیاهی را آسان‌تر می‌نماید، دو گونه مذکور انتخاب و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمون آماری T مستقل به تفکیک افق‌های خاک (جدول ۴) انجام گرفت. نتایج حاکی از آن است که دو فاکتور اسیدیته و درصد شن تفاوت معناداری را بین مناطقی که تیپ گیاهی کاج و اقاقیا می‌باشد در افق اولیه از خود نشان داده‌اند و میزان PH و درصد شن در زیر پوشش تیپ کاج به‌صورت معناداری کمتر از تیپ اقاقیا می‌باشد و در بقیه پارامترها شامل عمق خاک، درصد کربن، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، EC، درصد رس و سیلت در لایه‌های اول خاک در زیر پوشش تیپ کاج بیشتر از تیپ اقاقیا می‌باشد. نتایج آنالیز T مستقل در افق دوم (جدول ۴) بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار به غیر از PH بین خاک تحت پوشش تیپ‌های کاج و اقاقیا می‌باشد، ولی درصد آهک، درصد کربن، فسفر، هدایت الکتریکی، درصد رس و سیلت در زیر پوشش کاج بیشتر از اقاقیا و میزان پتاسیم، PH و درصد شن کمتر از تیپ اقاقیا است. لازم به ذکر است که میزان نیتروژن در هر دو تیپ کاج و اقاقیا با هم برابر است.

جدول۳- نتایج آنالیز T جفتی بین دوافق خاک برپایه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 3. Results of T-pair analysis between soils two based on physical and chemical properties of soil

خصوصیات خاک	میانگین لایه اول	میانگین لایه دوم	P-value
درصد آهک	۳/۷۸±۹/۷۶	۴/۶۹±۱۰/۶۹	*۰/۰۲
درصد کربن آلی	۰/۹۵±۱/۹۴	۰/۳۳±۰/۷۹	***۰/۰۰
درصد نیتروژن	۰/۰۸±۰/۱۸	۰/۰۲±۰/۰۸	***۰/۰۰
درصدپتاسیم(ppm)	۲۸۹/۶±۱۰۶/۲	۱۷۳/۷±۷۳/۲	***۰/۰۰
فسفر(ppm)	۱۷/۵±۵/۹	۹/۸±۳/۸	***۰/۰۰
EC(ds/m)	۰/۳۱±۰/۱۵	۰/۲۱±۰/۰۹	***۰/۰۰
PH	۷/۳±۰/۱۴	۷/۴±۰/۱	***۰/۰۰
شن ٪	۶۳/۵±۷/۱۶	۶۲/۲±۹/۳۴	ns۰/۲
رس ٪	۱۵/۳±۴/۴۳	۱۸/۲±۵	***۰/۰۰
سیلت ٪	۲۱/۲۵±۵/۳۷	۱۹/۵±۶/۲۲	ns۰/۰۱

(P<0.05*,P<0.01**,P<0.001***ns, non-significant) (MEAN±SD)

جدول ۴ - نتایج آنالیز T مستقل بین دو تیپ گونه کاج و اقاقیا برپایه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه اول و دوم خاک

Table 4. Results of independent T analysis between two types of pine and acacia species based on physical and chemical properties of the first and second layers of soil

خصوصیات خاک		کاج	اقاقیا	P-value
عمق خاک	لایه اول	۲/۸۳±۰/۸	۲/۷۷±۰/۹۵	ns۰/۸۳
درصد آهک	لایه اول	۹/۸±۴/۲۲	۹/۳±۲/۸	ns۰/۶۷
	لایه دوم	۱۰/۶±۴/۷	۹/۸±۴/۸۸	ns۰/۵۹
درصد کربن آلی	لایه اول	۲/۰۵±۰/۸۵	۱/۷±۱/۰	ns۰/۲۲
	لایه دوم	۰/۸۳±۰/۳۵	۰/۶۷±۰/۲۹	ns۰/۱۱
نیتروژن	لایه اول	۰/۱۸±۰/۰۷	۰/۱۶±۰/۰۹	ns۰/۳۴
	لایه دوم	۰/۰۸±۰/۰۲	۰/۰۸±۰/۰۲	ns۰/۸۹
پتاسیم(ppm)	لایه اول	۲۹۱/۶±۶۱۱۰/۵	۲۷۲/۵±۱۰۹/۳	ns۰/۵۸
	لایه دوم	۱۸۴/۸۳±۸۲/۰۷	۱۹۳/۴۵±۱۲۹/۰۷	ns۰/۷۷
فسفر(ppm)	لایه اول	۱۸/۴۵±۵/۳۸	۱۶/۷±۸/۹	ns۰/۳۹
	لایه دوم	۹/۹۹±۳/۴	۹/۴۶±۴/۹	ns۰/۶۷
EC(Ds/m)	لایه اول	۰/۳±۰/۱۳	۰/۲۸±۰/۲	ns۰/۷۲
	لایه دوم	۰/۲۱±۰/۱	۰/۱۸±۰/۱	ns۰/۱۹
PH	لایه اول	۷/۲±۰/۱۱	۷/۴±۰/۱۹	***۰/۰۰
	لایه دوم	۷/۴±۰/۱۱	۷/۵±۰/۱	**۰/۰۱
شن ٪	لایه اول	۶۱/۲±۶/۵۱	۶۶/۳±۷/۶	*۰/۰۲
	لایه دوم	۶۲/۰۸±۱۰/۴	۶۳/۷±۷/۱	ns۰/۶
رس ٪	لایه اول	۱۶/۶±۴/۶	۱۴/۰۱±۳/۳۶	ns۰/۰۶
	لایه دوم	۱۸/۱۵±۵/۲	۱۷/۹±۴/۴۸	ns۰/۸۶
سیلت ٪	لایه اول	۲۲/۲۹±۵/۶	۱۹/۶۷±۵/۳۳	ns۰/۱۳
	لایه دوم	۱۹/۷۷±۶/۸۷	۱۸/۴۱±۴/۳	ns۰/۴۸

(MEAN±SD) (P<0.05*,P<0.01**,P<0.001***ns, non-significant)

بحث و نتیجه گیری

پوشش‌های گیاهی مختلف بر خاک‌های زیر کشت خود اثر متفاوتی می‌گذارند، تجزیه برگ و شاخه‌های درختان در کف جنگل باعث ایجاد تغیرات در اکوسیستم خاک منطقه می‌شود (۱۱). در این مطالعه میزان اسیدیته و درصد شن بین لایه اول خاک دو تیپ کاج و اقاقیا تفاوت معنی‌دار از خود نشان داده‌اند. بدین صورت که مقدار پارامترهای ذکر شده در زیر پوشش گونه کاج کمتر از گونه اقاقیا می‌باشد. پارامترهای عمق خاک، درصد کربن، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، هدایت الکتریکی، درصد رس و

سیلت در لایه اول تیپ کاج بیشتر از اقاقیا بوده، منتها این تفاوت معنادار نیست. کاهش اسیدیته خاک در زیر توده سوزنی برگ نسبت به پهن برگ در بسیاری از مطالعات به آن اشاره شده است (۱۹ ;۱۸ ;۱۵). تولید اسیدهای آلی، جذب آلودگی-های اسیدی توسط تاج پوشش درختان کاج و ذخیره بیشتر کاتیون‌ها در مقابل با آنیون‌ها در توده گیاهی را می‌توان از عوامل مهم در افزایش اسیدیته خاک دانست(۲۰). مکانیزم انباشتگی کاتیون‌ها در زی‌توده درختی توسط دانشمندان مختلف به عنوان عامل اسیدی شدن خاک پس از جنگل کاری به آن تاکید شده است که این مساله ظاهرا در مورد جنگل‌کاری با انواع سوزنی برگ بیش از هر عامل دیگری اهمیت دارد (۱۱). لازم به ذکر است با وجود کاهش اسیدیته در زیر گونه کاج نسبت به اقاقیا، اما خاک هم‌چنان در محدوده قلیایی باقی مانده است که این نتیجه با یافته های مطالعه (۲۱) همراستا می‌باشد. بخشی پور و همکاران (۲۲) نشان دادند که نوع و تراکم پوشش گیاهی ممکن است از فرآیندهای اثرگذار بر مقدار ذرات خاک باشد. درصد شن و رس خاک تحت تاثیر دو توده جنگل‌کاری سوزنی برگ و پهن برگ اختلاف معنی‌داری نشان دادند (۱۹). فخاری راد (۲۳) اثر کاشت کاج تدا بر مقدار رس در خاک توده‌های مورد بررسی در پیلمبرای رضوان شهر را بررسی کردند، نتایج نشان داد که بیشترین میزان درصد شن در پهن-برگان و کمترین مربوط به سوزنی‌برگان بوده است. اما کسکین و مکینیسی (۱۸) در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که میزان شن، رس و ماسه تفاوت مهمی بین تمام عمق‌های خاک گونه‌های اقاقیا و کاج چتری نشان نمی‌دهد. این نتیجه بیانگر آن است که پراکنش ذرات خاک در این مطالعه در زیر اقاقیا و کاج شبیه هم می‌باشد که در مورد رس و سیلت با نتایج این پژوهش همراستا می‌باشد. نتایج مطالعه بخشی پور و همکاران (۲۲) نیز نشان دادند که اثر پوشش گیاهی بر مقدار ذرات رس و شن خاک، اسیدیته خاک، کربن آلی، فسفر، پتاسیم معنادار است. این محققان بیان داشتند که کلاس بافت خاک تیمارهای مختلف پوشش گیاهی یکسان بوده، اما افزایش مقدار رس در خاک‌های زیر کشت کاج تدا معنی‌دارمی‌باشد که می‌تواند به علت تفاوت نوع و تراکم پوشش گیاهی در نظر گرفته شود. لازم به ذکر است که خصوصیات لایه دوم خاک تیپ‌های کاج و اقاقیا تفاوت معناداری از خود نشان نداده‌اند، اما درصد کربن، فسفر، هدایت الکتریکی، درصد رس و سیلت در زیر تیپ کاج نسبت به تیپ اقاقیا افزایش داشته و میزان پتاسیم، اسیدیته و درصد شن در زیر تاج پوشش کاج کاهش نشان داده و میزان نیتروژن در هر دو تیپ برابر است. همان‌طور که ذکر شد میزان کربن آلی خاک در افق اولیه بیشتر از افق دوم خاک در هر یک از تیپ‌های کاج و اقاقیا می‌باشد. نتایج وارامش و همکاران (۲۴) نیز بیانگر آن است که مقدار کربن آلی در لایه اول خاک بیشتر از لایه دوم بوده است. از طرفی پارامتر کربن آلی خاک در دو لایه اول و دوم خاک در زیر پوشش کاج بیشتر از تیپ اقاقیا می‌باشد. بر اساس نظر بلداک و ادس (۲۵) مقدار هوموس، سطح تاج پوشش و نوع گونه‌های موجود بر تجمع کربن آلی در عمق‌های مختلف خاک موثر می‌باشد. بنابراین اگر در یک منطقه پوشش گیاهی به‌خوبی استقرار یابد، به دلیل این‌که تغییرات کربن آلی خاک تدریجی است، افزایش مقدار کربن آلی خاک در بلند مدت اتفاق خواهد افتاد (۲۴). ساری یالدیز و همکاران (۲۶) نشان دادند که خاک زیر توده‌های پهن برگ (-راش)، کربن کمتری نسبت به توده‌های سوزنی برگ دارد. تفاوت در میزان تولید لاشبرگ و مشخصات بیوشیمیایی بین سوزنی‌برگان و پهن‌برگان بر روی میزان پوسیدگی لاشبرگ و در نتیجه بر روی ذخیره کربن خاک اثر می‌گذارد (۲۷). نتایج مطالعه آزادی و همکاران (۲۸) بیانگر بیشترین میزان ذخیره کربن در خاک سوزنی برگان (سرو نقره ای و کاج بروسیا) می-باشد که نتایج نوبخت (۲۹)، عبدی (۳۰)، جندل وهمکاران (۳۱) و آچیلز(۳۲) نیز با این مطالعه هم‌خوانی دارد.

نتایج بیانگر آن است که میزان نیتروژن، پتاسیم، فسفر، رس و PH بین دو افق خاک تفاوت معنادار از خود نشان می‌دهند و غیر از PH و رس بقیه در افق دوم با کاهش مواجه شده‌اند. نتایج مطالعات کسکین و مکینیسی (۱۸) نیز تا عمق ۴۰ سانتی‌متری موید نتایج مطالعه حاضر می‌باشند. مطالعه اسدیان و همکاران (۳۳) نیز در جنگل کاری الندان-ساری نشان دادند که در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متری خاک، بیشترین مقدار ازت،

درصد رطوبت و درصد آهک در توده زبان گنجشک و بیشترین مقدار درصد رس، سیلت در توده کاج سیاه قابل مشاهده است.

روابط همبستگی بیانگر رابطه مثبت و معنادار در افق اول و دوم خاک بین پارامترهای درصد کربن و نیتروژن می‌باشد. بر اساس نتیجه رگرسیون گام به گام تحقیقات وارامش و همکاران (۳۴)، PH، شن و نیتروژن به ترتیب مهم‌ترین اجزاء تأثیرگذار بر مقدار کربن آلی خاک بودند و رابطه بین کربن و نیتروژن نیز در مطالعات آنان مثبت و معنادار بوده است. از آنجا که رابطه مثبت و معناداری بین مقدار کربن و نیتروژن وجود دارد (۳۵)، لذا افزایش نیتروژن زیر گونه کاج تهران در این مطالعه قابل توجیه می‌باشد. نتایج همبستگی افق اولیه و دوم خاک بیانگر آن است که درصد سیلت با درصد کربن آلی خاک رابطه مثبت در افق اول و رابطه متقابل معناداری بین درصد شن و درصد کربن در افق دوم خاک وجود دارد. در حالیکه مطالعات وارامش و همکاران (۳۴) بیانگر افزایش کربن آلی خاک با درصد سنگ و سنگریزه و شن و رابطه منفی با درصد سیلت و رس می‌باشد. مطالعه اسکولبرگ (۳۶)، در بررسی تغییرات PH در لایه‌های تودهای سوزنی برگ نشان داد که PH ارتباط معنی-داری را با کربن آلی خاک نشان می‌دهد. در مطالعه حاضر نیز با افزایش درصد کربن با کاهش اسیدیته خاک در افق اول و دوم خاک مواجه هستیم که نتایج مطالعات وارامش و همکاران (۲۴) نیز موید این مطلب است. در حالی که زاهدی (۳۷)، ارتباط معنی‌داری را بین این دو پارامتر بدست نیاورد. اما ارتباط معنی داری را بین PH با برخی از عناصر خاک مانند N نشان داد. نتایج این مطالعه نیز بیانگر رابطه مثبت و معنادار بین نیتروژن و درصد کربن در افق اول و دوم خاک می‌باشد. کربن آلی خاک متاثر از بافت و تراکم خاک می‌باشد (۳۸). در منطقه مورد مطالعه نیز شاهد تاثیر پذیری کربن آلی خاک از بافت خاک هستیم و با افزایش درصد کربن، درصد سیلت در افق اول و دوم خاک افزایش یافته و با افزایش شن در افق دوم خاک با کاهش میزان درصد کربن مواجه هستیم.

نتایج این مطالعه حاکی از تاثیر پوشش گیاهی بر بهبود خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک (بافت خاک و حاصلخیزی خاک) می باشد که این اثر در لایه اول خاک مشهودتر است. نتایج متفاوتی نسبت به سایر مطالعات در میزان پتاسیم، فسفر و نیتروژن در لایه اول خاک زیر گونه سوزنی برگ نسبت به پهن برگ قابل مشاهده است. به‌نحوی که با افزایش حاصلخیزی خاک زیر گونه سوزنی برگ مواجه هستیم. افزایش این عناصر غیر از پتاسیم در لایه دوم تیپ کاج می‌تواند نشان از تاثیر پوشش گیاهی بر روی لایه دوم نیز باشد. نوع گونه (سوزنی برگ یا پهن برگ) بر بافت خاک موثر است و خاک زیر کاج سنگین‌تر از اقاقیا می‌باشد که نشان دهنده تفاوت تاثیری است که سوزنی برگ و پهن برگ بر روی خاک به‌خصوص لایه اول خاک می‌گذارد. با توجه به این‌که PH در زیر گونه کاج کمتر از اقاقیا است، توجه به این نکته که خاک همچنان در محدوده قلیایی می باشد حایز اهمیت خواهد بود و تاثیری که تحت عنوان اسیدی شدن خاک توسط سوزنی برگان مطرح می‌شود باید با وسواس بیشتری مطرح گردد و کاشت گونه کاج با توجه به افزایش حاصلخیزی و میزان اسیدیته که بعد از گذشت ۵۴ سال همچنان در محدوده قلیایی باقی مانده است، قابل توصیه است.

References

1. Xu, X., Sun, Z., Hao, Z., Bian, Q., Wei, K. and Wang, Ch., 2021. Effects of Urban Forest Types and Traits on Soil Organic Carbon Stock in Beijing. Forests, 12, 1-16.
2. Kolimenakis, A., Solomou, A.D., Proutsos, N., Avramidou, E.V., Korakaki, E., Karetsos, G., Maroulis, G., Papagiannis, E. and Tsagkari, K., 2021. The SocioeconomicWelfare of Urban Green Areas and Parks; A Literature Review of Available Evidence. Sustainability, 13, 7863.
3. Houshmand, A., Moshki, A.R., Mollashahi, M., Amiri, M. and Kianian, Kia., 2019. Soil and silvicultural characteristics in plantations of *Prunus avium* L.and *Acer velutinum* Boiss. in the west forest of Mazandaran. Wood &

Forest Science and Technology, 26 (1), 37-48.

4. Shahsavari, P., Golchin, A., Amiri, B. and Mousavi, C. A., 2016. Comparison of soil nutrients and organic carbon storage under different covers forest in the safrabsteh region of Gilan. Wood & Forest Science and Technology, 23(3): 23-43.
5. Vatani, L., Hosseini, S.M., Alavi, S.J., Raeini Sarjaz, M. and Shamsi, S.S., 2021. Soil physico-chemical properties 20 years after plantation in the Iranian northern forests (Emphasizing on carbon and nitrogen stocks in plantation with broadleaved and coniferous species). Journal of Forest Research and Development, 7(1), 93-105.
6. Jafarian Jeloudar, Z., Arzani, H., Jafari, M., Kelarestaghi, A., Zahedi Amiri, GH. and Azarnivand, H., 2009. The spatial distribution of soil properties of soil properties using geostatistical methods in Rineh rangeland. Journal of Rangeland, 1: 17-31. (In Persian)
7. Eshaghi Rad, J., Gharnejad, P. and Bunj Shafi'i, A.S., 2014. Evaluation of Pinus nigra plantation and its effect on plant diversity and soil chemical properties of rangeland ecosystems. Iranian Journal Forest, 6: 4, 71-482. (In Persian)
8. Haghnia. Gh., Lakzian. A., 1995. Genesis and Soil Classification, Ferdowsi University Press, Mashhad 193, 616p. (In Persian)
9. Mahmoudi. Sh., Hakimian. m., 2003. Foundations of Soil Science (Translation). Tehran University Press. Tehran, 720p. (In Persian)
10. Baiobordi. m., mountainous, A., 1984. Soil: Formation and Classification. Tehran University Press, Tehran, 630 p. (In Persian)
11. Binkley. D., 1995. The influence of tree species on forest soils, processes and patterns. In: Proceedings of the trees and soil workshop9 Mead, D.J., and I.S. Cornforth, Eds. Agronomy Society of New Zealand Special Publication#10, Lincoln University Press, Canterbury, 33p.
12. Dijkstra. F.A., 2001. Effects of trees species on soil properties in a forest of the northeastern United States, Wageningen University, 199p.
13. Dixon. J.B., 1989. Kaolin and Serpentine group minerals, In: Minerals in soil environment, Dixon, J.B and S.B. Weed (eds.), SSSA book series, No.1, Madison, Wisconsin, USA, 89pp.
14. Rezai. H., Jafarzadeh. A., Shahbazi. F., 2013. Effect of vegetation on micro-morphological properties of soil (Case study: Karaj Research Station). Water and Soil Knowledge 23 (1), 83-94. (In Persian)
15. Hagen-Thorn. A., 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantation on former agricultural land, Forest Ecology and Management 195, 373-384.
16. Anonymous, 2007. Meteorological and climate report of Lavizan forest park lavizan forest park. Green jahad Compony, District 4 Municipal Publications, 60P. (In Persian).
17. Gorgi bahri, Y., 2000. Investigation of forestry classification, typology and planning in Vaz research forest. Ph.D. Thesis, Tehran University, 138P.
18. Keskin. T., Makineci. E., 2009. Some soil properties on coal mine spoils reclaimed with black locust (Robinia pceudoacacia L.) M and umbrella pine (Pinus pinea L.) in Agacli-Istanbul.

Environmental Monitoring and assessment 159, 407-414.

19. Shabanian. N., Heydari. M., Zeinivand. M., 2010. Effect of afforestation with broad-leaved and conifer species on herbaceous diversity and some physico-chemical properties of soil (Case study: Dushan afforestation - Sanandaj), Iranian Journal of Forest and Poplar Research 18 (3), 437-446. (In Persian)
20. De Vries. W., J.J.M. van Grinsven. N., van Breemen. E.E.J.M., Leeters & P.C. Jansen. 1995. Impacts of acid deposition on concentrations and fluxes of solutes in acid sandy forest soils in the Netherlands, Geoderma 67, 17-43.
21. Hosseini. S., Hosseini. V., 2014. Effect of Reforestation with Pinus nigra Arnold, Pinus eldarica Medw. And Cupressus arizonica Greene Spices on some Properties of Soil (Case Study: Garan region, Marivan), Ecology of Iranian Forest 2(4), 37 – 44. (In Persian)
22. Bakhshipour. R., Ramezanpour. H., Lashkarboluki. E., 2012. Studying the effect of Pinus taeda L.and Populus sp. plantation on some forest soil properties (Case study: Fidareh of Lahidjan). Iranian Journal of Forest 4, 321-332. (In Persian)
23. Fakhari Rad. M., 2005. Investigating the Effect of Peda Pigeon Plowing On Some Physical and Chemical Properties of Soil West of Gilan Province, M.Sc thesis, Facultyof natural resources, university of Gilan, somesara, 101p. (In Persian)
24. Varamesh. S., Hosseini. S., Abdi. N., Akbarinia. M., 2010. Effects of afforestation to increase carbon sequestration and improved soil properties. Iranian Journal of Forest 2(1), 25-35. (In Persian)
25. Baldock. J.A., Oades. 1992. Aspects of the chemical structure of soil organic materials as revealed by solid-state. Soil biology and biochemistry 16, 1-42.
26. Sariyildiz. T., Savaci. G., Kravkaz. I., 2015. Effects of tree species, stand age and land-use change on soil carbon and nitrogen stock rates in northwestern Turkey. Forest Biogeosciences and Forestry 9, 168-170.
27. Sariyildiz. T., Anderson. JM., 2003. Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study. Soil Biology and Biochemistry 35, 391-399.
28. Azadi, A., Hojati, S.M., Jalilvand, H. Naghavi, H., 2014. Investigation on soil carbon sequestration and understory biodiversity of hard wood and soft wood plantations of Khoramabad city (Makhamalkoh site), Iranian Journal of Forest and Poplar Research 21(4), 702 - 715. (In Persian)
29. Nobakht. A., Pourmajidian. M., Hojjati. M., Fallah. A., 2011. A comparison of soil carbon sequestration in hardwood and softwood monocultures. Iranian Journal of Forest 3(1), 13-23. (In Persian)
30. Abdi, N., Maddah, Arefi, H. and Zahedi Amiri, GH., 2008. Estimation of carbon sequestration in *Astragalus* rangelands of Markazi province (Case study: Malmir rangeland in Shazand region), Iranian journal of Range and Desert Reseach, 15(2), 269-282. (In Persian)
31. Jandl, R., Ledermann, T., Kindermann, G. and Weiss, P., 2021. Soil organic Carbon Stocks in Mixed-Deciduous and Coniferous Forests in Austria. Forest soils, https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.688851 .

32. Achilles, F., Tischer, A., Bernhardt-Römermann, M., Heinze, M., Reinhardt, F., Makeschin, F., and et al., 2020. European beech leads to more bioactive humus forms but stronger mineral soil acidification as Norway spruce and Scots pine-Results of a repeated site assessment after 63 and 82 years of forest conversion in Central Germany. Forest Ecology Management, 48(3), 118769.
33. Asadian, M., Hojati, S.M., Pourmajidian, M.R. and Fallah, A., 2012. The effect of different types of land use on physical, chemical and biological properties of soil in Alandan forest of Sari, Journal of Forests and Wood Products, Iranian Journal of Natural Resources, 66(4):377-388.
34. Varamesh. S., Hosseini. S.M., Abdi. N., 2011. Estimate atmospheric carbon sequestration in urban forest resource. Journal of Ecology 32(57), 113-120. (In Persian)
35. Juo. A.S.R., Manu. A., 1996. Nutrient effects on modification of shifting cultivation in West Africa. Agriculture, Ecosystems and Environment 58, 49-60.
36. Scullberg. U., 1991. Seasonal Variation of PH H2O and PH Cacl2 in centimeter-layers of Moor Humus in a Picea Abies (L.) Karst stand. Sweden University of Agricultural Sciences, Department of Forest Site Research 12.
37. Zahedi. Gh., 1998. Relation between vegetation and soil characteristics in a mixed hard wood stand. Academic press, Ghent University (Belgium), 319p. (In Persian)
38. Chandler. R.F., 1939. Cation exchange properties of certain forest soils in the Adirondack section. Journal of Agricultural Research 59, 491-505.