

اثر گونه های افراپلت، اقاچیا، صنوبر آمریکایی و زربین بر برخی ویژگیهای

فیزیکوشیمیایی خاک در جنگلکاری شرق هراز

علیرضا علی عرب، سیدمحسن حسینی و سیدغلامعلی جلالی*

چکیده

با آزمایش 13 ویژگی (رنگ، بافت، ضخامت، pH، EC، رطوبت اشباع، املاح محلول، کربن، مواد آلی، نیتروژن کل، نسبت کربن به نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب) در 4 لایه از خاک (افق های O، A، B و 30 سانتی متر اول) تیپ های خالص 16 ساله افرا پلت، اقاچیا، صنوبر آمریکایی، زربین و قطعه بدون درخت مجاور آنها، اثر این گونه ها بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک، بررسی گردید و مشخص شد که گونه های درختی، بویژه اقاچیا، تغییرات مطلوب زیادی در خواص فیزیکوشیمیایی خاک داده اند. به طور کلی تمامی گونه ها کربن، مواد آلی و پتاسیم قابل جذب سی سانتیمتر اول و پتاسیم قابل جذب دو افق A و B را افزایش و پتاسیم قابل جذب افق O و رطوبت اشباع افق A را کاهش داده اند اما هیچکدام از آنها بر بافت و اسیدیته خاک تأثیر نداشته اند. گونه های پهن برگ ضخامت افق O خاک را افزوده اند. اقاچیا کربن، مواد آلی و نیتروژن کل افق O و نیتروژن کل سی سانتیمتر اول خاک را افزایش داده اما باعث کاهش فسفر قابل جذب و نسبت کربن به نیتروژن افق O گردیده است. صنوبر و افرا، فسفر قابل جذب افق A خاک را افزوده اند و زربین نیز باعث افزایش املاح محلول افق O گردیده است. با توجه به نتایج آنالیز خوشه ای اطلاعات کمی مورد مطالعه، در افق A و سی سانتیمتر اول خاک، بیشترین شباهت بین اثر پهن برگان (افرا، صنوبر و اقاچیا) و در افق های O و B، بیشترین شباهت بین اثر صنوبر و اقاچیا بوده است لذا بر این اساس می توان توصیه نمود در مناطق مشابه در جنگلکاریهای وسیع از پهن برگان بویژه اقاچیا و صنوبر استفاده شده و کاشت زربین به لحاظ اثر اندکی که بر بهبود وضعیت خاک منطقه نسبت به پهن برگان دارد به احداث کمربندهای سبز محدود شود.

واژه های کلیدی: افراپلت، اقاچیا، صنوبر آمریکایی، زربین، ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک.

مقدمه

های جنگلی بر این ویژگیها مشخص گردد. البته خاک شناسی جنگل در دنیا سابقه ای طولانی داشته و تا کنون دانشمندان زیادی در زمینه اثر گونه های درختی بر خاک تحقیق نموده اند. به عنوان مثال در قاره اروپا تا سال 2002 تعداد 205 تحقیق در زمینه بررسی اثر مهم ترین گونه های درختی بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک انجام شده است که Augusto و همکاران (2002) در مطالعه خود با جمع بندی کلی آنها به این نتیجه رسیدند که نوع و ترکیب گونه های موجود در آشکوب فوقانی جنگل با توجه به نوع سنگ مادری، اقلیم و مدیریت جنگل می تواند اثرات متفاوتی بر ویژگیهای خاک منطقه داشته باشد. نوع گونه بر نرخ معدنی شدن مواد آلی و فرآیند نیتریفیکاسیون اثر داشته و گونه های سوزنی برگ با

در کشور ایران که برغم دارا بودن اکوسیستمی خشک و شکننده (مجد طاهری و جلیلی، 1375) سرعت تخریب جنگل بیش از احیا و توسعه آن است (World Bank، 2000)، با توجه به مزایای زیاد جنگلها باید سعی شود این منابع با اجرای مدیریتی اصولی هر چه بهتر حفظ و توسعه یابند. شناخت ویژگیهای خاک یکی از پایه های مدیریت اصولی جنگل است که بسیاری از گزینه های جنگل شناسی از جمله انتخاب گونه، تعیین حاصلخیزی رویشگاه، نرخ رویش توده و میزان سطح ذخیره گاه لازم در جنگل، پیش بینی درصد زنده مانی و رشد نهال ها تحت تأثیر آن قرار می گیرند (Daniel و همکاران، 1979). لذا باید به منظور کمک به حفظ و توسعه جنگلها، اطلاعات موجود در رابطه با تأثیر گونه

1- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس، استادیار گروه جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس

*- وصول: 82/12/16 و تصویب: 83/10/24

نوع رسوبات آبرفتی آهکی متعلق به دوران کواترنر می باشد که قسمتی از تراس آبرفتی رودخانه هراز را تشکیل می دهد. متوسط دمای روزانه این منطقه 14 درجه سانتیگراد، متوسط مجموع بارندگی سالیانه آن 895 میلیمتر و رطوبت نسبی آن نیز 50 تا 80 درصد می باشد. توده های موجود در این منطقه در اسفند ماه سال 1366 به صورت لکه های آمیخته و خالص از نهال های یکساله گونه های افرایلت (*Acer velutinum* Boiss)، صنوبر آمریکایی (*Populus deltoides* Marsh.)، افاقیا (*Robinia pseudacacia* L.) و زربین (*horizontalis* (Mill) Gard) در فواصل منظم 2 × 2 متر جنگلکاری شده اند.

روش نمونه برداری و آزمایش نمونه ها

پس از مشخص نمودن وضعیت توده ها و برداشت کروکی تپ های جنگلکاری، توده های خالص از گونه های مورد

مطالعه و قطعه های بدون درخت مجاور آنها شناسایی گردیده و در نهایت به منظور یکسان نمودن شرایط آزمایش و کم کردن عوامل مخدوشگر آزمایش، با در نظر گرفتن فاصله مناسب از جاده و رودخانه، بهترین توده ها برای نمونه برداری خاک انتخاب و در درون هر کدام از آنها به صورت تصادفی در 3 یا 4 نقطه (تکرار) به حفر پروفیل و تفکیک افق های خاک شناسی بر اساس طبقه بندی آمریکایی (غازان شاهی، 1376)، اقدام گردید و پس از ثبت اطلاعات مربوط به ضخامت و رنگ بر اساس دفترچه مانسل خاک، از هر لایه نمونه ای به وزن حدود 500 گرم برداشت شد.

در آزمایشگاه، پس از آماده سازی نمونه ها (خشک نمودن در مجاورت هوای آزاد، از بین بردن ساختمان و گذراندن از الک دو میلیمتری) اقدام به تعیین بافت با روش هیدرومتری بایکاس (زرین کفش، 1372)، اسیدیته با استفاده از مخلوط 1 : 2/5 خاک و آب مقطر، هدایت الکتریکی با استفاده از مخلوط 1 : 5 خاک و آب مقطر، درصد رطوبت گل اشباع (زرین کفش، 1372)، املاح محلول (زرین کفش، 1372)، کربن با روش واکلی بلک (زرین کفش، 1372)، ماده آلی، نیتروژن کل با روش کجدال (زرین کفش، 1372)، فسفر با روش السن (غازان شاهی، 1378) و پتاسیم قابل جذب با روش جذب اتمی (ادریسی و همکاران، 1374) خاک های مورد مطالعه گردید.

روش تجزیه و تحلیل داده ها

برای تجزیه و تحلیل داده های کمی پس از آزمون نرمالیتی Kolmogorov-Smirnov و در صورت

تغییراتی که در ورود و خروج یونهای کلسیم و منیزیم بوجود می آورند باعث اسیدی شدن خاک می شوند.

اما این اثر بندرت باعث به قهقرا رفتن اکوسیستم شده است.

Fisher (1995) اثر یازده گونه درختی را در کشور کاستاریکا بررسی نمود و به این نتیجه رسید که اکثر گونه ها غلظت کاتیونهای اصلی خاک را افزوده اند اما فقط سه گونه کربن آلی خاک را بالا برده اند. در هند، Mathew و همکاران (1997) گزارش کردند که خاک تحت گونه های *Facataria paraseriatha* و *Acacia equisetifolia* بالاترین میزان کربن و مواد آلی و نیتروژن کل را داشته است و گونه *Emblica officinalis* باعث اسیدی شدن خاک می شود. در بلژیک، Neiryck و همکاران (2000) پس از بررسی اثر 5 گونه درختی بر ویژگیهای فیزیکی شیمیایی خاک گزارش کردند که نسبت کربن به نیتروژن در سطح الارض خاک افرا کمتر از سایرین بوده است و گونه های نمودار (*Tilia platyphyllos*) و (*Fraxinus excelsor*) و افرا (*Acer psedoplatanus*) که هوموس تولید می کنند، عموماً pH بالاتری نسبت به گونه های بلوط قرمز (*Quercus robur*) و راش (*Fagus sylvatica*) داشته اند. در ایرن نیز، مجد طاهری و جلیلی (1375) اثر افاقیا (*Robinia pseudacacia*) و کاج (*Pinus eldarica*) را بر ویژگیهای فیزیکی شیمیایی خاک بررسی نمودند و گزارش کردند که افاقیا بیشتر از کاج در افزایش ضخامت خاک روئین موثر بوده است اما نتوانسته است تغییری در میزان نیتروژن کل ایجاد نماید. از سوی دیگر کاج فسفر قابل جذب و خاصیت اسیدی خاک را افزایش داده است.

تحقیق حاضر نیز به منظور شناسایی اثرات دراز مدت جنگلکاریهای مختلف بر خاک، سعی دارد اثر 4 گونه درختی که کاربرد زیادی در جنگلکاری مناطق مختلف شمال کشور داشته اند را بر برخی ویژگی فیزیکی شیمیایی خاک، بررسی نموده و در نهایت گونه های مورد مطالعه را بر این اساس طبقه بندی نماید.

مواد و روشها

مشخصات منطقه و توده ها

منطقه مورد مطالعه در زمینی تقریباً مسطح با وسعت 10 هکتار، در فاصله 15 کیلومتری جنوب شهرستان آمل، در طول و عرض جغرافیایی به ترتیب 22°، 52° شرقی و 17°، 36° شمالی و ارتفاع 300 متر از سطح دریا قرار دارد. خاک این منطقه به لحاظ قرارگرفتن در مجاورت رودخانه هراز پوشیده از رسوبات آبرفتی است و سنگ مادر آن از

ریزی و فعالیت ریشه‌ای بیشتر این گونه در خاک منطقه (زرین کفش، 1380) بستگی دارد.

3- اثر گونه‌ها بر ضخامت لایه‌های خاک

ضخامت افق‌های O، B و کل خاک، تحت جنگلکاری‌های مورد مطالعه و منطقه شاهد، تفاوت معنی‌داری داشته‌اند (جدول شماره 1) به طوری که ضخامت افق O خاک تحت کاشت گونه‌های پهن برگ (افرا پلت، اقاچیا و صنوبر آمریکایی، به ترتیب با مقادیر 4/8، 3/5 و 4/3 سانتیمتر) در مقایسه با این مقدار در خاک منطقه شاهد (0/6 سانتیمتر) افزایش یافته، اما جنگلکاری با گونه زربین (با مقدار 1/2 سانتیمتر) نتوانسته است افزایش معنی‌داری را در ضخامت این لایه از خاک ایجاد نماید (جدول شماره 2). این امر می‌تواند به خزان‌کننده بودن و تجزیه سریع تر لاشبرگ گونه‌های پهن برگ (Johnson و Cross، 2002) و از طرفی همیشه سبز بودن و تجزیه کند تر لاشبرگ زربین مربوط باشد.

ضخامت افق O خاک که منبع اصلی تأمین عناصر غذایی درختان بوده و در نتیجه نقش زیادی در بالا رفتن حاصلخیزی خاک دارد (مجد طاهری و جلیلی، 1375)، تحت تأثیر پهن برگان شرایط مناسب تری را ایجاد نموده است (جدول شماره 2). ضخامت افق B و کل خاک قطعه آزمایش نیز فقط تحت جنگلکاری صنوبر، با بقیه قطعات تفاوت داشته است (جدول شماره 2). بالاتر بودن ضخامت لایه‌های اخیر در جنگلکاری صنوبر را می‌توان به سریع‌الرشد بودن این گونه (ثابتی، 1373) و نیز مقاومت بالای ریشه‌های آن در برخورد با سنگریزه و تکه سنگ‌ها (زرین کفش، 1380) نسبت داد.

4- اثر گونه‌ها بر اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک

خاکهای مورد مطالعه همگی خشتی و کمی قلیایی بوده (زرین کفش، 1380) و برغم وجود برخی تفاوت‌های ظاهری، گونه‌های مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر اسیدیته خاک نداشته‌اند. البته با توجه به کم بودن سن جنگلکاری‌ها و خاصیت بافری خاک، این پدیده چندان دور از انتظار نیست و نتایج تحقیق مجد طاهری و جلیلی (1375) نیز تأیید‌کننده این مطلب است. به لحاظ اثر زیادی که اسیدیته خاک به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر میزان دسترسی گیاهان به عناصر غذایی دارد (Armour و همکاران، 2004) دانشمندان زیادی در مورد اثر گونه‌های درختی بر اسیدیته خاک تحقیق نموده‌اند که یافته‌های آنها بر اساس سن درختان و شرایط منطقه مورد مطالعه آنها متفاوت بوده است (Agusto و همکاران، 2002). به عنوان مثال Tu و Yao (1984) گزارش کردند که درختان خانواده بقولات باعث کم شدن و سوزنی برگان باعث

لرزم نرمال کردن داده‌ها با روش لگاریتمی، از تجزیه واریانس یکطرفه استفاده گردید و در مواردی که اثر جنگلکاری بر ویژگی مورد بررسی معنی‌دار تشخیص داده شد ($\alpha < 0/05$)، با توجه نتیجه آزمون همگنی واریانس داده‌ها (Levene) از آزمون‌های مقایسه چند گانه Duncan و Games Howell برای تفکیک اثر جنگلکاری‌ها بر میانگین ویژگی مورد نظر، استفاده گردید (کینر، 1380) و به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های کیفی از آزمون مربع کای استفاده گردید ($\alpha = 0/05$). برای دسته‌بندی اثر گونه‌ها بر ویژگیهای فیزیکی شیمیایی لایه‌های خاک نیز پس از استاندارد کردن اطلاعات کمی بدست آمده، از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای با روش Ward استفاده شد (جانسون و دین، 1379).

نتایج و بحث

1- اثر گونه‌ها بر بافت خاک

بافت خاک منطقه مورد مطالعه از نوع رس لومی و سیلت رسی لومی بوده و گونه‌های مورد مطالعه با منطقه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند (جدول شماره 2). با توجه به اینکه بافت خاک اثر زیادی بر رژیم‌های رطوبتی و حرارتی، هوا رسانی، شیمی خاک و یکنواختی ذخیره مواد آلی موجود در خاک دارد (Binkley و Fisher، 2000) و در نتیجه تفاوت بافت می‌تواند به عنوان یک عامل مخدوشگر در آزمایش عمل نماید، لذا عدم وجود تفاوت معنی‌دار در بافت خاک می‌تواند تا حدود زیادی نشان‌دهنده وابسته بودن تفاوت‌های بوجود آمده در سایر ویژگیهای مورد بررسی به نوع جنگلکاری باشد. این نتیجه در تحقیق صورت گرفته توسط مجد طاهری و جلیلی (1375) و Muys و Lust (1993) نیز مشاهده گردیده است که ناشی از کنترل شرایط نمونه‌گیری بوده و صحت نتایج حاصل را نشان می‌دهد.

2- اثر گونه‌ها بر رنگ خاک

با توجه به اینکه سطح منطقه مورد مطالعه کوچک و سنگ مادر منطقه نیز یکسان است، تغییرات بوجود آمده در رنگ خاک را می‌توان به اثر گونه‌های کاشته شده بر مقدار و ترکیب هوموس و نیز فعالیت میکروارگانیسم‌ها و ریشه درختان در خاک نسبت داد. نتایج این تحقیق نشان دادند که هیچیک از گونه‌های کاشته شده، بجز صنوبر نتوانسته‌اند در مقایسه با منطقه شاهد، تغییر معنی‌داری را در رنگ خاک ایجاد نمایند (جدول شماره 2). تغییرات بوجود آمده در رنگ خاک تحت گونه صنوبر نیز احتمالاً به سریع‌الرشدتر بودن این گونه نسبت به سایرین (ثابتی، 1373) و در نتیجه حجم بیشتر لاشه

تخریب غلظت شکلهای قابل جذب عناصر غذایی گیاهان از جمله نیتروژن و فسفر را تحت تأثیر قرار داده (Kilham, 1994) و به این صورت نقش زیادی در بالا بردن حاصلخیزی خاک دارند (غازان شاهی، 1376). جنگلکاری با گونه‌های مورد مطالعه، بوژه افاقیا، باعث افزایش حاصلخیزی خاک منطقه گردیده‌اند که این اثر در منطقه پراکنش بیشترین ریشه های ریز درختان (سی سانتیمتر اول) شدید تر بوده است (زرین کفش، 1380).

7- اثر گونه ها بر نیتروژن کل و نسبت کربن به نیتروژن خاک

گونه‌های درختی کاشته شده بر مقادیر نیتروژن کل افق O خاک تأثیر معنی داری داشته اند (جدول شماره 1) به طوری که همواره در این افق از خاک، گونه افاقیا مقادیر نیتروژن بیشتری داشته است، که این پدیده می تواند به دلیل خاصیت همزیستی این گونه با باکتریهای ریزوبیومی تثبیت کننده نیتروژن (جزیره ای، 1379 و رحمانی، 1379) و در نتیجه بالاتر بودن قدرت تثبیت نیتروژن این گونه نسبت به گونه های غیر لگوم مورد مطالعه باشد (Galiana, 2002). در این افق از خاک، قطعه شاهد و قطعه جنگلکاری صنوبر نیز مقدار حد واسطی از نیتروژن داشته‌اند، که این خود می‌تواند به وجود نور فراوان در قطعه شاهد و در نتیجه فعالیت شدید گیاهان علفی نیتروژن دوست در این قطعه و نوع لاشبرگ های گونه صنوبر بستگی داشته باشد. البته همان طوری که قبلاً نیز اشاره گردید، ضخامت این افق در مقایسه با سایر لایه های خاک کمتر بوده و از طرفی مقدار آن در قطعات مختلف متفاوت است. به این لحاظ بهتر است برای قضاوت در مورد اثر گونه‌های درختی بر نیتروژن خاک، بیشتر به سی سانتیمتر اول و در حقیقت منطقه پراکنش بیشترین ریشه‌های ریز درختان توجه شود (زرین کفش، 1380). با توجه به جدول شماره 3، ملاحظه می‌گردد که گونه افاقیا در سی سانتیمتر اول خاک نیز بیشترین مقدار نیتروژن کل را داشته است و سایر جنگلکاری‌ها، در مقایسه با قطعه شاهد تفاوت معنی داری را بوجود نیاورده اند. نتایج حاصل از تحقیق مجد طاهری و جلیلی (1375) نشان می‌دهند که برغم مسن تر بودن توده‌های مورد مطالعه در تحقیق ایشان نسبت به تحقیق حاضر، تأثیر گونه افاقیا در بالا بردن میزان نیتروژن خاک سطح الارض مشخص نشده است و این به دلیل وجود آب و هوای مدیترانه‌ای و خشک در منطقه مورد مطالعه ایشان (تهران) بوده است. نتایج حاصل از تحقیق Khanna و همکاران (1996) حاکی از بالا رفتن مقدار نیتروژن در خاک تحت کاشت گونه آکاسیا، از خانواده بقولات (ثابتی، 1373)، می‌باشد که با توجه به قرار گرفتن

افزایش اسیدیته خاک می شوند. همچنین Norden (1991) گزارش کرد که گونه افرا (*Acer platanoides*)، کمتر از راش (*Fagus sylvatica*) و بلوط (*Quercus robur*) خاک را اسیدی می نماید اما با توجه به اینکه نوع و سن گونه‌ها و مناطق مورد مطالعه ایشان با شرایط تحقیق حاضر متفاوت بوده است، نمی‌توان در مورد پیش بینی تغییرات آتی اسیدیته خاک منطقه مورد مطالعه زیاد روی آنها حساب کرد. از نظر هدایت الکتریکی، خاکهای مورد مطالعه در گروه خاکهای با شوری خیلی کم قرار گرفته و فقط دو گونه صنوبر آمریکایی و زربین توانسته اند در افق A این مقدار را نسبت به قطعه شاهد بالا ببرند. کم بودن میزان هدایت الکتریکی خاک منطقه را می توان به وجود سنگ مادر آبرفتی با زهکشی خوب و همچنین بالا بودن میزان بارندگی در منطقه و نزدیکی آن به رودخانه هراز و در نتیجه آبشویی فراوان در خاک نسبت داد. از طرفی به دلیل اینکه برغم افزایش آماری میزان هدایت الکتریکی خاک تحت گونه های صنوبر آمریکایی و زربین، باز هم این خاک ها در طبقه بندی کلی (زرین کفش، 1368) در گروه خاکهای با شوری خیلی کم قرار می‌گیرند، نمی توان اثر جنگلکاری را بر افزایش هدایت الکتریکی خاک زیاد با اهمیت دانست.

5- اثر گونه ها بر املاح محلول و رطوبت اشباع خاک

گونه های مورد مطالعه فقط توانسته اند بر رطوبت اشباع افق A اثر داشته باشند (جدول شماره 1) که البته این پدیده را می توان به تشدید فرآیند آبشویی با فعالیت ریشه درختان در این افق مربوط دانست. از نظر املاح محلول در خاک نیز فقط گونه صنوبر توانسته است این مقدار را در دو افق فوقانی خاک افزایش دهد (جدول شماره 2). زیاد تر بودن املاح محلول در افق های فوقانی خاک تحت صنوبر آمریکایی خود می تواند به عنوان یک عامل موثر در بالا رفتن تنوع گونه‌های علفی مطرح گردیده و به این جهت امتیاز مثبتی در جنگلکاری با این گونه باشد.

6- اثر گونه ها بر کربن و مواد آلی خاک

به طور کلی تحقیقات انجام گرفته توسط Augusto و همکاران (2002) نشان داده است که مقدار کربن و مواد آلی خاک بستگی به نوع گونه‌های موجود در آشکوب فوقانی جنگل دارد. در تحقیق حاضر نیز مشخص شد که گونه های کاشته شده بر میزان کربن و مواد آلی افق O و سی سانتیمتر اول خاک اثر معنی‌داری داشته اند (جدول شماره 1) به طوری که در افق O، گونه افاقیا و در سی سانتیمتر اول، تمامی گونه ها مقادیر بالاتری کربن و مواد آلی را در مقایسه با قطعه شاهد داشته اند (جدول شماره 3) از آنجایی که مواد آلی پس از طی مراحل مختلف تجزیه و

پتاسیم در افق O، که افق تراکم بیشترین مواد آلی است، باعث بوجود آمدن پرسشهایی می‌گردد که لازم است در تحقیقات آینده به آنها پاسخ داده شود.

9 - مقایسه کلی اثر گونه‌ها بر خاک منطقه

با توجه به حجم زیاد اطلاعات بدست آمده، قضاوت در مورد نحوه اثر گونه‌های مورد مطالعه بر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک تا اندازه‌ای مشکل گردیده است. لذا در این مرحله سعی شده است با استفاده از روشهای آماری چند متغیره، میزان مشابهت لایه‌های مختلف خاک گونه‌های مورد مطالعه با یکدیگر و قطعه شاهد مورد بررسی قرار گیرد (شکل‌های 1 تا 4). نتایج این بررسیها نشان داده است که از نظر تأثیر بر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی افق‌های O و B خاک، دو گونه اقاویا و صنوبر آمریکایی بیشترین شباهت را به یکدیگر و قطعه شاهد داشته‌اند و دو گونه افرا و زربین نیز اثرات تقریباً مشابهی بر این افق‌های خاک گذاشته‌اند (شکل‌های 1 و 3). همچنین از نظر اثر بر ویژگیهای فیزیکی شیمیایی افق A و سی سانتیمتر اول خاک، گونه‌های پهن برگ مورد مطالعه بیشترین شباهت را به یکدیگر و در مرحله بعد با گونه سوزنی برگ زربین داشته‌اند و به طور کلی ویژگیهای کمی این لایه‌های خاک در توده‌های جنگلکاری شده بسیار متمایز از قطعه شاهد بوده است (شکل‌های 2 و 4)، که در اینجا می‌توان به خوبی اثر کلی جنگلکاریها، بویژه پهن برگان را بر افزایش ویژگیهای مطلوب خاک و بویژه منطقه پراکنش بیشترین ریشه‌های ریز درختان (سی سانتیمتر اول) مشاهده نمود.

پیشنهادها

- با توجه به اثر بیشتر گونه‌های پهن برگ مورد مطالعه، بر افزایش خصوصیات مطلوب و تحول خاک، پیشنهاد می‌شود در مناطقی که شرایط برای حضور پهن برگان فراهم است، کاشت گونه‌های سوزنی برگی مثل زربین محدود به ایجاد کمربندهای سبز گردیده و در جنگلکاریهای وسیع از گونه‌های پهن برگ استفاده گردد.

- با توجه به اینکه گونه اقاویا نقش مهمی در افزایش درصد نیتروژن سی سانتیمتر اول خاک دارد، پیشنهاد می‌شود این گونه در مناطق مشابه همراه با گونه‌های سریع‌الرشد و پر نیازی که محدوده پراکنش ریشه‌های ریز آنها در این لایه از خاک است، کاشته شود. البته در این راستا بهتر است قبلاً در تحقیقی دیگر با توجه به نیاز نوری اقاویا و حجم بهینه تولید چوب توسط گونه اصلی، فاصله کاشت و درصد آمیختگی مورد نیاز مشخص گردد.

اقاویا در خانواده بقولات، تا حدود زیادی تأیید کننده نتایج حاصل از تحقیق حاضر است. البته فقط با مشاهده مقدار بالای نیتروژن و یا هر عنصر غذایی دیگر در خاک نمی‌توان در مورد حاصلخیزی خاک بحث نمود، زیرا جذب نیتروژن توسط گیاهان به اسیدیته و نسبت کربن به نیتروژن، که خود شاخصی برای ارزیابی چگونگی فعالیت میکرو ارگانیسم‌ها و جذب مواد غذایی توسط درختان می‌باشد، نیز بستگی دارد (غازان شاهی، 1376). با توجه به اینکه خاک منطقه مورد مطالعه از لحاظ اسیدیته تقریباً خنثی بوده، از این نظر هیچ مشکلی در جذب نیتروژن توسط گیاهان وجود ندارد. بررسیهای به عمل آمده نشان داده است که جنگلکاریهای مختلف فقط توانسته‌اند بر نسبت کربن به نیتروژن افق O اثر بگذارند (جدول شماره 1). به طوری که در این افق، بجز اقاویا که به لحاظ دارا بودن مقدار بیشتر نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن پایین‌تری دارد، سایر جنگلکاریها نیز در مقایسه با قطعه شاهد نسبت کربن به نیتروژن بیشتری داشته‌اند. همان طوری که ملاحظه می‌گردد، باز هم نقش اقاویا در بالا بردن حاصلخیزی خاک قابل ملاحظه است ولی به لحاظ کم بودن سن جنگلکاری خود را بیشتر در سطح خاک نشان داده است و به دلیل مرطوب بودن منطقه (عدم وجود فصل خشک) در آینده پیش بینی می‌شود این اثرات به وسیله فرآیندهای آبشویی، به اعماق بیشتر خاک نیز منتقل شوند.

8 - اثر گونه‌ها بر فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک

گونه‌های کاشته شده فقط توانسته‌اند بر فسفر قابل جذب افق‌های فوقانی خاک اثر بگذارند (جدول شماره 1) که این به دلیل کم بودن سن جنگلکاریها و در نتیجه محدود شدن اثر آنها به افق‌های سطحی خاک می‌باشد. البته تأثیر گونه‌های مختلف بر میزان فسفر قابل جذب یکسان نبوده است. به طوری که در افق O، خاک اقاویا فسفر قابل جذب کمتری داشته است، اما در افق A، خاک اقاویا، زربین و قطعه شاهد کمترین مقدار و خاک افرا و صنوبر بیشترین مقدار فسفر قابل جذب را دارد. از نظر میزان پتاسیم قابل جذب وضع به شکل دیگری است. به طوری که در افق O، تمامی گونه‌ها باعث کاهش و در سایر لایه‌های خاک تمامی گونه‌ها، بویژه افرا، باعث افزایش پتاسیم قابل جذب خاک گردیده‌اند (جدول‌های 1 و 3).

با توجه به اینکه فسفر و پتاسیم نقش مهمی در تنفس، سنتز آنزیم، فراوانی گل و میوه، رویش چوب و مقاومت درخت در مقابل یخبندان و عوامل بیماریزا دارد (ملکوتی و همایی، 1373)، می‌توان گفت جنگلکاری بویژه با پهن برگان نقش زیادی در بالا بردن حاصلخیزی خاک و پایداری اکوسیستم منطقه داشته است. پایین بودن مقادیر

جدول شماره 1 - نتایج تجزیه و تحلیل یکطرفه واریانس داده های کمی مورد مطالعه

ویژگی	لایه	F	P	ویژگی	لایه	F	P	ویژگی	لایه	F	P
ضخامت	افق O	۱۸/۳۰۰	۰/۰۰۰**	نسبت کربن به نیتروژن	افق O	۵/۵۶۳	۰/۰۱۱*	املاح محلول	افق O	۱۸/۳۰۰	۰/۰۰۰**
	افق A	۱/۳۳۰	۰/۳۲۰ ^{ns}		افق A	۳/۴۵۰	۰/۰۴۶*		افق A	۱/۳۳۰	۰/۳۲۰ ^{ns}
	افق B	۵/۵۰۰	۰/۰۱۱*		افق B	۰/۴۴۸	۰/۷۷۲ ^{ns}		افق B	۵/۵۰۰	۰/۰۱۱*
	کل	۶/۷۸۰	۰/۰۰۵**		۳۰c m	۲/۱۸۵	۰/۱۳۸ ^{ns}		کل	۶/۷۸۰	۰/۰۰۵**
	افق O	۰/۴۴۳	۰/۷۷۶ ^{ns}		افق O	۴/۰۳۵	۰/۰۳۰*		افق O	۰/۴۴۳	۰/۷۷۶ ^{ns}
اسیدیته	افق A	۰/۲۹۰	۰/۸۸۰ ^{ns}	فسفر قابل جذب	افق A	۱/۶۴۴	۰/۲۳۲ ^{ns}	کربن آلی	افق A	۰/۲۹۰	۰/۸۸۰ ^{ns}
	افق B	۲/۵۹۰	۰/۱۰۵ ^{ns}		افق B	۱/۵۸۷	۰/۲۵۹ ^{ns}		افق B	۲/۵۹۰	۰/۱۰۵ ^{ns}
	۳۰c m	۰/۷۹۱	۰/۵۵۵ ^{ns}		۳۰c m	۳/۶۷۶	۰/۰۳۹*		۳۰c m	۰/۷۹۱	۰/۵۵۵ ^{ns}
	افق O	۲/۰۵۴	۰/۱۵۶ ^{ns}		افق O	۴/۰۵۶	۰/۰۲۹*		افق O	۲/۰۵۴	۰/۱۵۶ ^{ns}
هدایت الکتریکی	افق A	۱۰/۱۶۰	۰/۰۰۱**	نیاسیم قابل جذب	افق A	۱/۶۵۳	۰/۲۳۰ ^{ns}	مواد آلی	افق A	۱۰/۱۶۰	۰/۰۰۱**
	افق B	۰/۸۴۹	۰/۵۲۹ ^{ns}		افق B	۱/۵۷۹	۰/۲۶۱ ^{ns}		افق B	۰/۸۴۹	۰/۵۲۹ ^{ns}
	۳۰c m	۰/۹۴۶	۰/۴۷۴ ^{ns}		۳۰c m	۳/۶۷۶	۰/۰۳۹*		۳۰c m	۰/۹۴۶	۰/۴۷۴ ^{ns}
	افق O	۲/۰۵۴	۰/۱۵۶ ^{ns}		افق O	۸/۱۳۴	۰/۰۰۳**		افق O	۲/۰۵۴	۰/۱۵۶ ^{ns}
رطوبت اشباع	افق A	۱۲۳/۶۲۰	۰/۰۰۰**	نیترژن کل	افق A	۳/۶۶۰	۰/۰۳۹*	نیترژن کل	افق A	۱۲۳/۶۲۰	۰/۰۰۰**
	افق B	۰/۱۹۶	۰/۹۳۴ ^{ns}		افق B	۳/۳۲۲	۰/۰۶۲ ^{ns}		افق B	۰/۱۹۶	۰/۹۳۴ ^{ns}
	۳۰c m	۲/۷۱۲	۰/۸۰۶ ^{ns}		۳۰c m	۷/۹۰۱	۰/۰۰۳**		۳۰c m	۲/۷۱۲	۰/۸۰۶ ^{ns}

** تفاوت معنی دار در سطح ۹۹ درصد

* تفاوت معنی دار در سطح ۹۵ درصد

^{ns} تفاوت معنی دار نیست.

جدول شماره 2 - نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده های کیفی مورد مطالعه خاک جنگلکاری ها در مقایسه با منطقه شاهد

ویژگی	تیب جنگلکاری	شاخص مربع کای	درجه آزادی	P
رنگ	افرا	16/875	16	0/394 ^{ns}
	اقاقیا	15/750	16	0/471 ^{ns}
	صنوبر	21/375	12	0/045*
	زربین	9/000	8	0/342 ^{ns}
	افرا	3/214	2	0/200 ^{ns}
بافت	اقاقیا	4/041	2	0/133 ^{ns}
	صنوبر	2/250	2	0/325 ^{ns}
	زربین	1/778	2	0/411 ^{ns}

*: تأثیر جنگلکاری در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار بوده است.

^{ns}: تأثیر جنگلکاری در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار نبوده است.

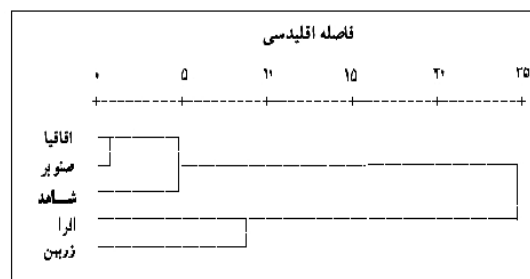
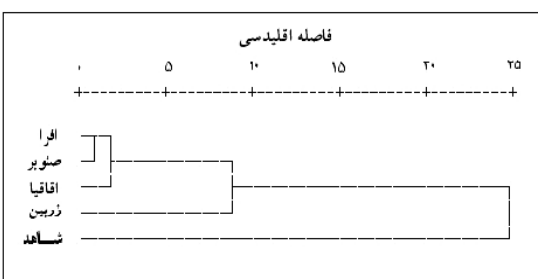
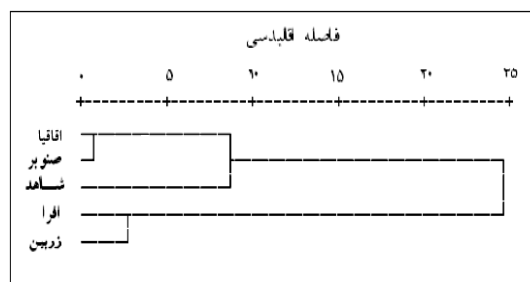
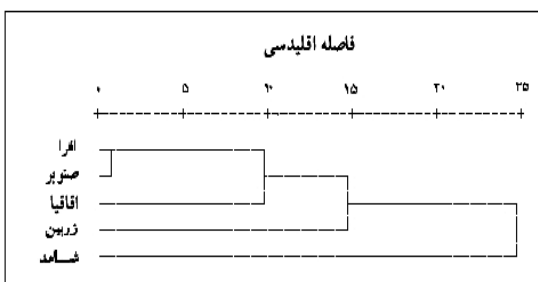
جدول شماره 3 - نتایج مقایسه میانگین داده های کمی مورد مطالعه در خاک جنگلکاری ها و منطقه شاهد

ویژگی	نام لایه	افرا	اقاقیا	صنوبر	زرین	شاهد
ضخامت لایه (سانتیمتر)	افق O	4/83 a	3/50 a	4/33 a	1/19 b	0/58 b
	افق A	11/83 a	13/17 a	13/00 a	19/75 a	3/33 a
	افق B	51/67 b	65/00 b	93/33 a	37/50 b	65/83 ab
اسیدیته	کل افق O	68/33 b	81/67 b	110/67 a	39/69 b	69/75 b
	افق A	6/91 a	7/17 a	7/40 a	7/20 a	7/06 a
	افق B	6/76 a	6/90 a	7/15 a	7/10 a	6/76 a
هدایت الکتریکی (میلی زیمنس بر سانتیمتر)	سی سانتیمتر اول	7/03 a	7/28 a	7/43 a	7/28 a	7/59 a
	افق O	0/70 a	0/84 a	1/01 a	0/98 a	0/91 a
	افق A	0/54 b	0/53 b	0/86 a	0/88 a	0/50 b
رطوبت اشباع (درصد)	افق B	0/83 a	0/93 a	0/96 a	0/77 a	0/91 a
	سی سانتیمتر اول	0/71 a	0/75 a	0/91 a	0/81 a	0/87 a
	افق O	49/97 a	69/37 a	60/46 a	49/43 a	64/40 a
املاح محلول (درصد)	افق A	45/18 c	48/92 b	43/91 c	27/63 d	54/70 a
	افق B	44/66 a	36/60 a	42/39 a	41/20 a	47/73 a
	سی سانتیمتر اول	45/82 a	45/87 a	45/69 a	33/61 a	48/78 a
کربن آلی (درصد)	افق O	2/76 b	4/62 b	4/90 b	3/87 a	4/75 b
	افق A	1/94 b	2/11 b	3/00 b	1/94 a	2/22 b
	افق B	3/01 a	2/65 a	3/20 a	2/51 a	3/50 a
ماده آلی (درصد)	سی سانتیمتر اول	2/61 a	2/66 a	3/33 a	2/15 a	3/39 a
	افق O	3/92 b	5/39 a	4/85 ab	4/14 b	4/79 ab
	افق A	2/21 a	1/60 a	2/07 a	1/78 a	2/63 a
نیتروژن کل (درصد)	افق B	1/04 a	0/85 a	0/74 a	1/15 a	1/00 a
	سی سانتیمتر اول	1/97 a	1/68 ab	1/92 a	1/61 ab	1/25 b
	افق O	6/76 b	9/30 a	8/36 ab	7/14 b	8/25 ab
نیتروژن کل (درصد)	افق A	3/81 a	2/76 a	3/56 a	3/06 a	4/54 a
	افق B	1/79 a	1/46 a	1/27 a	1/98 a	1/72 a
	سی سانتیمتر اول	3/40 a	2/91 ab	3/31 a	2/78 ab	2/16 b
نیتروژن کل (درصد)	افق O	0/36 b	0/54 a	0/46 ab	0/38 b	0/52 ab
	افق A	0/25 b	0/27 b	0/25 b	0/23 b	0/39 a
	افق B	0/15 a	0/13 a	0/11 a	0/19 a	0/14 a
	سی سانتیمتر اول	0/22 b	0/24 a	0/22 b	0/21 b	0/18 b

ادامه جدول شماره 3 - نتایج مقایسه میانگین داده های کمی مورد مطالعه در خاک جنگلکاری ها و منطقه شاهد

ویژگی	نام لایه	افرا	اقاقیا	صنوبر	زربین	شاهد
نسبت کربن به نیتروژن	افق O	10/84 a	9/92 ab	10/45 a	10/99 a	9/24 b
	افق A	8/89 a	6/08 a	8/35 a	7/82 a	6/85 a
	افق B	7/02 a	6/54 a	6/48 a	6/04 a	7/14 a
	سی سانتیمتر اول	8/38 a	6/69 a	7/90 a	7/44 a	7/14 a
فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم)	افق O	8/40 a	2/10 c	4/83 b	9/72 a	7/24 ab
	افق A	18/90 a	3/57 c	13/44 b	3/29 c	9/89 c
	افق B	6/72 a	6/30 a	6/72 a	7/47 a	5/16 a
	سی سانتیمتر اول	11/90 a	4/67 a	9/41 a	5/26 a	5/69 a
پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم)	افق O	42/00 b	36/00 b	33/60 b	49/36 b	88/20 a
	افق A	100/20 b	119/40 a	93/00 c	46/17 d	27/30 e
	افق B	63/00 a	11/40 bc	10/80 bc	12/09 b	8/10 c
	سی سانتیمتر اول	74/06 a	61/95 ab	49/44 ab	31/91 b	11/73 c

توجه: حروف لاتین کوچک و متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف در سطح احتمال ۹۵ درصد می باشند.



شکل ۴ - نتایج آنالیز خوشه ای اثر گونه ها بر ۳۰cm اول خاک

شکل ۳ - نتایج آنالیز خوشه ای اثر گونه ها بر افق B

فهرست منابع :

1. ثابتی، ح. 1373. جنگلها، درختان و درختچه های ایران، انتشارات دانشگاه یزد، 809 صفحه. حبیبی کاسب، ح. 1371. مبانی خاکشناسی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، 424 صفحه.
2. جزیره ای، م. 1379. جنگل کاری در خشکبوم. انتشارات دانشگاه تهران. 450 صفحه.

3. جانسون، ر. و دین، د. 1379. تحلیل آماری چند متغیره کاربردی. ترجمه حسینعلی نیرومند، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. 740 صفحه.
4. رحمانی، ا. 1379. فن آوری تثبیت همزیست نیتروژن، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، 129 صفحه.
5. زرین کفش، م. 1368. حاصلخیزی خاک و تولید. انتشارات دانشگاه تهران، 319 صفحه.
6. زرین کفش، م. 1372. خاک شناسی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران، 236 صفحه.
7. زرین کفش، م. 1380. خاک شناسی جنگل، اثرات متقابل خاک و گیاه در ارتباط با عوامل زیست محیطی اکوسیستمهای جنگلی. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره 292-1380، 360 صفحه.
8. غازان شاهی، ج. 1376. آنالیز خاک و گیاه. انتشارات هما، 311 صفحه.
9. غازان شاهی، ج. 1378. خاک و روابط آن در کشاورزی. انتشارات کارنو، 264 صفحه.
10. فوث، ا.ج. والیس، ب. 1376. حاصلخیزی خاک، ترجمه فرشید نوربخش و مصطفی کریمیان اقبال، انتشارات غزل، 328 صفحه.
11. کینر، پ. 1380. کتاب آموزشی SPSS 10. ترجمه اکبر فتوحی اردکانی، انتشارات چرتکه، 448 صفحه.
12. مجد طاهری، ح. و جلیلی، ع. 1375. بررسی مقایسه ای اثرات جنگل کاری با کاج الداریکا و اقاچیا روی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و پوشش گیاهی زیر آشکوب. پژوهش و سازندگی، انتشارات جهاد سازندگی، ش 32، صفحات 6 تا 15.
13. ملکوتی، م. و همایی، م. 1373. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک، مشکلات و راه حل ها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، 494 صفحه.
14. ادیسی، م.، بیری، م.، درخشی، پ.، ذواریاستین، ف.، رامبد، ر.، سهرابی، م.، شریف، م.، صمیمی، ه. کنوز، ا. و معصومی، ع. 1374. شیمی دستگاهی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، 549 صفحه.
15. Armour, J. ; Cogle, L.; Rasiah, V. and Russel, J. 2004. Sustaining wet tropics: A regional plan for natural resource management, Rain Forest CRC Ltd. 115p.
16. Augusto, L.; Jacques, R.; Binkely, D. and Rothe, A. 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Ann. For. Sci., Vol: 59: 233-253.
17. Daniel, T. W.; Helms, J. A. and Baker, F. B. 1979. Principles of Silviculture. Mc Graw - Hill Book Company, 500 p.
18. Fisher, R. F. 1995. Amelioration of journal rain forest soils by plantation of native trees, Soil Science Society of America, 59(2): 544-549.
19. Fisher R.F. and Binkley D. 2000. Ecology and Management of Forest Soils, John Wiley & Sons, Inc., 489 p.
20. Galiana, A.; Balle, P.; N` Guessan Kanga, A. and Domenach, A. M. 2002. Nitrogen fixation estimated by the ¹⁵N natural abundance method in *Acacia mangium* Wild. Inoculated with *Bradyrhizobium* sp. and growth in silvicultural conditions, Soil Biology and Chemistry, 34: 251-262.
21. Johnston, J. M. and Crossley, D. A. 2002. Forest ecosystem recovery in the southeast US: Soil ecology as an essential component of ecosystem management. Forest Ecology and Management. 155: 187-203.
22. Khanna, P.K.; Nair, P.K.R. and Latt, C. R. 1996. Nutrient cycling under mixed species tree systems in Southeast Asia, Directions in Agro Forestry Research, 38 (1-3): 99-120.
23. Kilham, k. 1994. Soil Ecology. Cambridge University Press. 241p.
24. Mathew, T.; Babu, K. and Kumar, B. M. 1997. Chemical properties, soil moisture status and litter production influenced by the growth of MPTS. Indian Journal of Forestry. 20 (3): 251-258.

25. Muys, B. and Lust, N. 1993. Ecological changes following afforestation with different tree species on a sandy loam soil in Flanders, Belgium, in Watkins, C. (ed.) Ecological Effects of Afforestation, CAB International, 179-189.
26. Neiryck, J. 2000. Impact of *Tilia platyhyllus* Scop, *Fraxinus excelsor* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Quercus rubur* L. and *Fagus sylvatica* L. on earthworm biomass and physico-chemical properties of loamy top soil, Forest Ecology and Management, 133(3): 275-286.
27. Norden U. 1991. Acid deposition and through fall fluxes of elements as related to tree species in deciduous forests of South Sweden, Water Air Soil Pollution. 60: 209-230.
28. Tu, M.Z. and Yao, W. H. 1984. Studies on the influence of soil pH by different plant communities. Tropical and subtropical forest ecosystem, No: 2, 77-91.
29. World Bank, 2000. World resources 2000-2001: people and ecosystems, the fraying web of life. Washington D.C. World Resources Institute, 389 pp.

Effect of *Acer velutinum* Boiss, *Populus deltoides* Marsh., *Robinia pseudoacacia* L., and *Cupressus sempervirens* L. Var. *horizontalis* on Some Physicochemical Soil Properties in East Haraz Plantation (Northern Iran)

A.R. Aliarab, S.M. Hosseini, and S. Jalali¹

Abstract

In order to investigate effects of four tree species (*Acer velutinum* Boiss., *Populus deltoides* Marsh., *Robinia pseudoacacia* L., and *Cupressus sempervirens* L. Var. *horizontalis*) planted in 1987 at northern Iran Hyrcanian forests on some physicochemical soil properties, including: texture, color, thickness, saturation potential (SP), soil solution (SS), pH, EC, organic C (OC), organic matter (OM), total N, C/N ratio, available P and K. a field experiment was conducted on 10-hectare forest region 15 km south of Amol. soil sampling was done by collection 6 four horizons from each soil profile at three to four random sites in each selected stand of tree species plus a control site (without plantation). In each profile, soil was sampled separately from horizons O, A, B plus 30 cm of the first upper layer of the profile. Tree species, especially *R. pseudoacacia*, improved the physicochemical properties of the soil significantly, particularly by increasing K, OC and OM in 30 cm of the upper layer AS well AS available K in A and B horizons, but decreased SS in A horizon. none of the tree species affected soil texture or pH. The hardwood species increased O horizon thickness significantly. *R. pseudoacacia* increased total N, OC and OM in O horizon and total N in 30 cm of the upper layer, but decreased available P in A horizon. *P. deltoides* and *A. Velutinum* increased available P in A horizon and *C. sempervirens* increased SS in O horizon. Additionally, based on cluster analysis, we can infer that hardwood species affected the A horizon and the first 30 cm of upper layer, similarly, whereas *P. deltoides* and *R. pseudoacacia* affected A and B horizons similarly.

Keywords: *Acer Velutinum*, *Populus deltoides*, *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus sempervirens* Var. *horizontalis*, Soil properties, Plantation.

¹ MSc student of Forestry, Tarbiat Modarres University and Assistant Professors, Forestry Department, Tarbiat Modarres University, respectively.