

حسین سردابی^{۱*}، احمد رحمانی^۲، بهنام حمزه^۳، محمدحسن عصاره^۴ و محمود قرآنی^۵

*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. پست الکترونیک: sardabi@rifr.ac.ir

۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

۳- مربی پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

۴- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

۵- کارشناس ارشد، شرکت سهامی جنگل شفارود، گیلان.

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۰/۱۲

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی اثرات مثبت و منفی کاشت شش گونه اکالیپتوس بر خصوصیات مختلف خاک عرصه جنگل کاری می باشد. بدین منظور این تحقیق در ایستگاه شیخ نشین شرکت شفارود استان گیلان که شش گونه اکالیپتوس شامل: *E. camaldulensis*، *E. macarthurii*، *E. maidenii*، *E. rubida*، *E. saligna* و *E. viminalis* در قالب طرح آزمایشی بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار، با فاصله کاشت ۲×۲ متر و به تعداد ۱۰۰ اصله در هر کرت آزمایشی در سال ۱۳۶۲ کاشته شده بودند، انجام شد. در هر واحد آزمایشی (از جمله تیمار شاهد) بررسی خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک انجام گردید. بررسی های خاک شناسی با تهیه یک نمونه خاک در هر واحد آزمایشی به وسیله اوگر تا عمق ۶۰ سانتی متری (۲۸ نمونه با در نظر گرفتن چهار نمونه برای چهار واحد آزمایشی شاهد) انجام شد. مطالعه مورفولوژی خاک با حفر سه نیمرخ به عمق ۱/۵ متر در سه قطعه اکالیپتوس، صنوبر و جنگل مخروطه بلوط و نمونه برداری چهار نمونه از چهار افق هر نیمرخ (در مجموع ۱۲ نمونه) انجام شد. نتایج نشان داد که میان شش گونه اکالیپتوس از نظر خصوصیات خاک شامل درصد لای، وزن خشک لاشبرگها، وزن مخصوص ظاهری، مقاومت به فروروی، اسیدیته و فسفر، اختلاف معنی دار وجود دارد. نیمرخ خاک در سه قطعه اکالیپتوس، صنوبر و جنگل مخروطه از چهار افق A، AC، B و C تشکیل شده بود. عمق ریشه دوانی در قطعات اکالیپتوس، صنوبر و جنگل مخروطه بلوط به ترتیب ۱۰۰، ۸۵ و ۱۵۰ سانتی متر بود. به طور کلی، جنگل کاری اکالیپتوس قادر بوده است که نقش مثبتی در بهبود ساختمان و تخلخل خاک، به ویژه در سطح خاک داشته باشد، زیرا فشردگی خاک واحدهای آزمایشی مربوط به گونه های مورد آزمایش به میزان بسیار معنی داری کمتر از واحدهای شاهد بوده است، به نحوی که از نظر مقاومت به فروروی که شاخصی دقیقتر از وزن مخصوص ظاهریست، میان گونه ها از این نظر اختلاف معنی داری دیده نمی شود ولی فشردگی قسمت شاهد در حد زیاد است. همچنین اسیدیته خاک پس از ۲۲ سال کاهش یافته، اما مقدار آن کمتر از یک واحد بوده است.

واژه های کلیدی: اکالیپتوس، خاک، حاصلخیزی، فشردگی.

مقدمه

فرسایش آنها خیلی زیاد است. علل اصلی تخریب خاک عبارتند از: رسوم نادرست کشاورزی، تخریب جنگلها، چرای بیش از حد مجاز و همچنین جنگل کاری درختان سریع الرشد که در مورد اخیر چنانچه برنامه ریزی و

تخریب خاک یک مشکل جدی در حال افزایش است، به ویژه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری، جایی که خاکها اجباراً از نظر مواد غذایی فقیر هستند و خطر

توده، کاهش بیشتری پیدا کرد. همچنین جنگل کاری گونه *Araucaria cunninghamii* Aito ex A. Cunn. (نام انگلیسی: Hoop pine) در قالب نخستین و دومین دوره بهره‌برداری، با افزایش تعداد دوره برداشت موجب سیر نزولی برخی از مهمترین خصوصیات خاک در منطقه نیمه‌گرمسیری استرالیا گردید (Chen et al., 2004). مقدار کربن خاک در نخستین دوره بهره‌برداری به صورت معنی‌داری بیشتر از دومین دوره بهره‌برداری بود. Sheng et al. (2004) گزارش نموده‌اند که افزایش دوره‌های بهره‌برداری جنگل کاری گونه درختی *Cunninghamia lanceolata* (Lambert) Hooks (نام فارسی: Chinese fir)، موجب کاهش کمی و کیفی برخی خصوصیات خاک مانند فعالیت موجودات ذره‌بینی، ساختمان خاک و ذخیره و دسترسی به مواد غذایی گردید. همچنین Turner & Lambert (1983) به هنگام مقایسه جنگل کاری اکالیپتوس با جنگل بومی همجوار آن در جنوب شرق برزیل، کاهش مواد آلی خاک را ملاحظه کردند. (Zewide 2008) اثر جنگل کاری *E. globulus* را که به صورت شاخه‌زاد و با دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت در سرزمینهای مرتفع اتیوپی مدیریت می‌شد، بر حاصل‌خیزی خاک بررسی کرد. مقدار عناصر غذایی خاک (ازت، کلسیم و منیزیم) با افزایش تعداد دوره‌های بهره‌برداری به صورت معنی‌داری کاهش می‌یافت و ذخیره عناصر غذایی خاک (کیلوگرم در هکتار) در دوره برداشت دهم نسبت به دوره‌های برداشت قبلی در تمام توده‌های جنگل کاری در کمترین حد بود. به نظر می‌رسد که کاهش ذخیره عناصر غذایی خاک در دوره‌های بهره‌برداری متوالی به چند عامل شامل: استمرار دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت، برداشت کامل درخت و هدررفت عناصر غذایی به علت برداشت کامل لاشبرگ‌های جنگل بستگی داشته باشد.

پژوهش‌های متعددی بر وجود اختلاف معنی‌دار میان جنگل کاری‌ها و جنگل طبیعی مجاور آن در اتیوپی و آفریقا از لحاظ حاصل‌خیزی خاک تأکید دارند. به نحوی

مدیریت نادرست باشد، منجر به کاهش کیفیت خاک می‌گردد. با وجود این، مسئله فشار جنگل کاری‌ها بر روی منابع خاک به میزان زیادی مورد بحث قرار گرفته و اظهارنظر محکم و مستدلی در این راستا با توجه به این حقیقت که این فشار بیش از اندازه به تغییرات عرصه و جنگل بستگی دارد، وجود ندارد. تعدادی از مطالعات بر تغییرات خصوصیات خاک تحت تأثیر گونه‌های درختی تأکید دارند (Leminh, 2004; Lemma, 2006). این تغییرات به عوامل متفاوتی مانند سن توده (Binkley et al., 2004; Zhang et al., 2004)، عوامل زیستی (Burgess et al., 1993) و شدت مدیریت جنگل (Mendham et al., 2002; Zhang et al., 2007) بستگی دارد.

گونه‌های درختی از نظر نیاز غذایی و استفاده از آن به صورت گسترده با هم متفاوتند (Cole & Rapp, 1981). گونه‌های درختی تُندرشد مانند اکالیپتوس در مقایسه با درختان کُندرشد به دلیل جذب زیاد مواد غذایی از خاک به داخل اندام‌های خود، مشهور هستند. به علاوه، اغلب نظرات ارائه شده در ارتباط با مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مدیریت جنگل به صورت دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت و تخلیه عناصر غذایی خاک بر اثر برداشت محصول، متمرکز است (Heilman & Norby, 1997). این افراد چنین به بحث خود ادامه می‌دهند که برداشت کامل درختان در قالب دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت نسبت به روش سنتی برداشت جنگل، به مراتب موجب تهی شدن بیشتر خاک از مواد غذایی می‌شود. مقایسه میان جنگل کاری‌های یک تا هشت‌ساله اکالیپتوس (دورگه *E. tereticornis*) و جنگل مخلوط گونه‌های پهن‌برگ در مرکز هیمالیا، نشان‌دهنده اُفت کیفیت خاک است (Baragali et al., 1993). خصوصیات متنوع فیزیکی خاک با افزایش سن توده کاهش یافته و خصوصیات شیمیایی خاک، به‌ویژه کربن آلی، ازت کل، فسفر و پتاسیم در نتیجه احیای جنگل با اکالیپتوس، کاهش و با افزایش سن این

پدیده‌های میکروبیولوژی در خاک از قبیل تثبیت ازت و فعالیت میکروریزها، اصلاح کند (Evans, 1992).

به‌طور کلی، ممکن است جنگل کاری خالص تک‌گونه‌ای خصوصیات شیمیایی خاک را از دو راه تحت تأثیر قرار دهد. یکی وجود پدیده تخلیه عناصر غذایی خاک و انتقال آنها به بخش هوایی درخت (برگها، ترکه‌ها، شاخه‌ها و تنه). دوم این که تغییرات در وضعیت شیمیایی خاک سطحی ممکن است بر اثر غالب شدن لایه لاشبرگ و مواد آلی خاک توسط یک گونه، بوجود آید. عملیات مدیریت جنگل نیز ممکن است اثر شدیدی بر وضعیت عناصر غذایی خاک به‌جا گذارد. Pennington *et al.* (2001) دریافتند که قطع یک‌سره و آتش‌سوزی شدید جنگل کاری اکالیپتوس در استرالیا موجب تغییر معنی‌دار کیفیت خاک شده است. وزن مخصوص ظاهری خاک از ۰/۵۸ به ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب افزایش یافت، در حالی که کربن و ازت به‌ترتیب به میزان ۳۸۵۰ و ۱۰۷ کیلوگرم در هکتار کاهش یافتند. Ghosh *et al.* (1978) پس از مقایسه جنگل کاری اکالیپتوس با جنگل طبیعی، تأکید داشتند که اکالیپتوس موجب افزایش رطوبت و اسیدیته خاک شده، در حالی که جنگل طبیعی Sal موجب کاهش اسیدیته گردیده و فسفر قابل دسترسی و ازت کل را کاهش داده است. آنها نتیجه گرفتند که کاشت خالص اکالیپتوس در محدوده جنگل طبیعی Sal هیچ گونه اثر منفی بر حاصل‌خیزی خاک نداشته و نسبت به جنگل خالص Sal ارجحیت دارد.

با توجه به مطالب یادشده، هدف این تحقیق بررسی اثرات مثبت و منفی کاشت شش گونه اکالیپتوس بر خصوصیات مختلف خاک عرصه جنگل کاری است.

مواد و روشها

مواد

در ایستگاه شیخ‌نشین شرکت سهامی جنگل سفارود که در شمال رضوان‌شهر استان گیلان قرار دارد، آزمایش کمی

که بروز تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک بر اثر جنگل کاری احتمال داده شده، ولی گزارشهای متفاوتی در این باره ارائه شده است (Cornforth, 1970; Lundgren, 1978; Hase & Folster, 1983; Kadeba & Aduayi, 1985; Yirdaw, 2002; Lemnieh, 2004; Lemma, 2006). به استناد (Lemnieh, 2004)، اسیدیته خاک به اضافه رطوبت اشباع پایه جنگل کاری اکالیپتوس در مقایسه با جنگل طبیعی همجوار و سایر گونه‌های غیربومی، به‌صورت چشمگیری کاهش نشان داد. همچنین (Lundgren, 1978) شرایط خاک و مقدار مواد غذایی آن را در جنگل کاری سوزنی‌برگ و جنگل طبیعی تانزانیا، ارزیابی کرده است. دو عنصر پتاسیم و کلسیم جنگل کاری سوزنی‌برگ در مقایسه با جنگل طبیعی پس از گذشت یک دوره بهره‌برداری ۳۰ ساله، به میزان قابل‌توجهی کاهش یافتند. او به‌صورت کلی بحث کرده که کاهش مواد غذایی خاک به‌علت اُفت آنها بر اثر برداشت محصول بوده است. تخمین میانگین سالانه مواد غذایی برداشت شده برای ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به‌ترتیب شامل ۴۰، ۴، ۲۳، ۲۵ و ۶ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. (Jorgensen & Well, 1986), Hase & Folster (1983) و (Pennington *et al.*, 2001) داده‌های فراوانی از سراسر مناطق استوایی در ارتباط با کاج، اکالیپتوس و لوسینا جمع‌آوری و خلاصه کرده‌اند. آنها گزارش کردند که مقادیر برداشت مواد غذایی از خاک توسط گونه‌ها زیاد است، به‌جز لوسینا که موجب افزایش حاصل‌خیزی خاک شده است. همچنین (Aborisode & Aweto, 1990) دریافتند که در مناطق مرطوب که Teak و Gmelina کاشته شده بودند، میزان کل عناصر غذایی پایه قابل‌تبادل در لایه سطحی خاک نسبت به جنگل بارانی طبیعی همجوار، کاهش روشنی را نشان دادند. به‌هرحال، اکثریت قریب به اتفاق عقیده داشتند که جنگل کاری می‌تواند خصوصیات فیزیکی- شیمیایی عرصه‌های تخریب یافته قبلی را از راه افزودن لاشبرگ به خاک، تجزیه برگها و

پسدوگلی همراه با لکه‌های هیدرومورفی، بافت رسی سنگین، واکنش اسیدی (اسیدیته حدود ۵/۵ تا ۶)، ازت کل در سطح خاک در حد مطلوب، فسفر ضعیف، پتاس در حد متوسط، زهکشی ناقص و فعالیت بیولوژیک ضعیف است (قرانی، ۱۳۸۲).

پوشش گیاهی همراه

گونه‌های درختی و درختچه‌ای

این گونه‌ها شامل موارد زیر می‌باشند:

Crataegus microphylla, *Smilax excelsa*, *Parrotia persica*, *Quercus castaneifolia*, *Ulmus glabra*, *U. carpinifolia*, *Prunus divaricata*, *Punica granatum*, *Carpinus betulus*.

گونه‌های علفی

این گونه‌ها شامل موارد زیر می‌باشند:

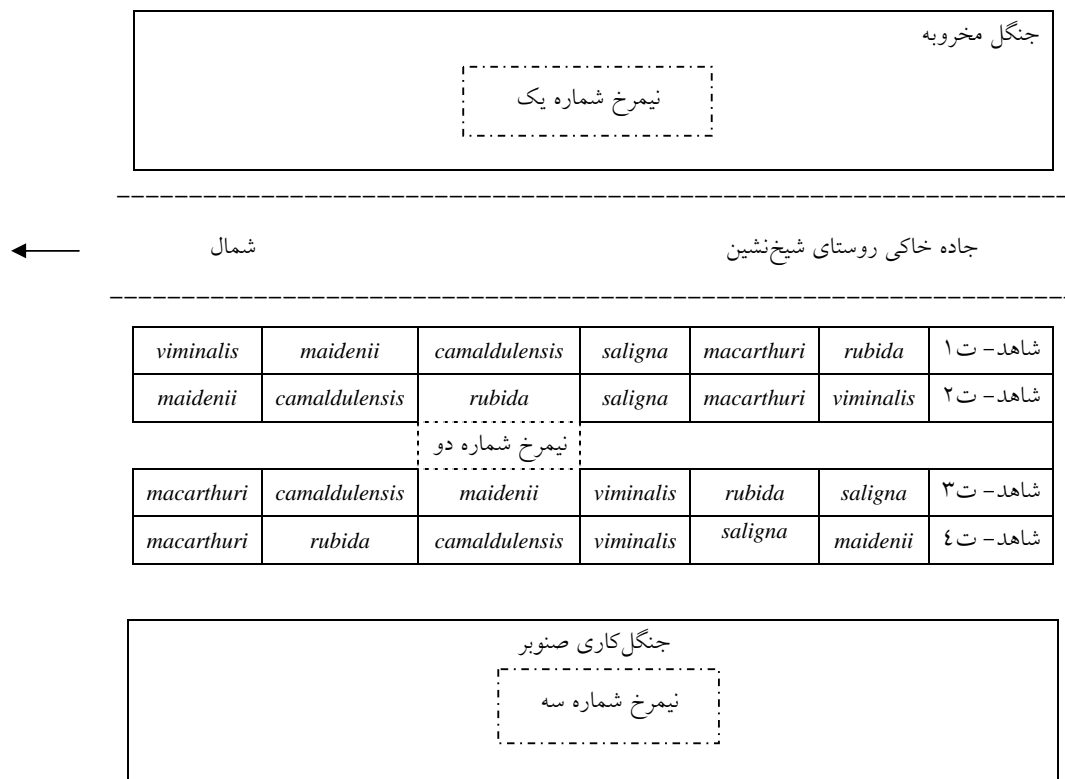
Carex sp., *Trifolium repens*, *Potentilla sp.*, *Geum urbanum*, *Geranium robertianum*, *Medicago lupulina*, *Mentha aquatica*, *Hypericum sp.*, *Euphorbia sp.*, *Viola seihiana*, *Stellaria media*, *Briza media*, *Cardamine impatiens*, *Vicia sp.*, *Conyza Canadensis*.

و کیفی شش گونه اکالیپتوس شامل: *E. camaldulensis*, *E. saligna*, *E. rubida*, *E. maidenii*, *E. macarthurii* و *E. viminalis* با توجه به نتایج سازگاری هفت‌ساله ۴۵ گونه اکالیپتوس در نهالستان شاندرمن، انجام شد. نهال‌ها در سال ۱۳۶۲ در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در چهار تکرار کاشته شدند. به طوری که تعداد نهال‌ها در هر کرت ۱۰۰ اصله و فاصله کاشت آنها ۲×۲ متر می‌باشد (شکل ۱). با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده از لحاظ درصد زنده‌مانی و رشد قطری و طولی، سه گونه زیر موفق‌تر بوده‌اند (قرانی، ۱۳۸۲):

E. camaldulensis, *E. macarthurii*, *E. viminalis*.

شرایط آب و هوایی و خاک ایستگاه

میانگین بارندگی سالیانه ۱۰۳۴ میلی‌متر (حداقل ۴۰ میلی‌متر در تیرماه و حداکثر ۱۸۵ میلی‌متر در مهرماه)، میانگین درجه حرارت سالیانه هوا و کمینه و بیشینه مطلق آن به ترتیب ۱۶، ۳/۶- و ۳۹ درجه سانتی‌گراد، روزهای یخبندان در سال ۱۴ روز، طول دوره خشکی ۶۰ روز (نیمه خرداد تا نیمه مرداد) و نوع اقلیم براساس شاخص خشکی دومارتن خیلی مرطوب است. تیپ خاک



شکل ۱- کروکی محل اجرای آزمایش شش گونه اکالیپتوس در ایستگاه شیخ‌نشین و محل حفر سه نیمرخ خاک

(ت= تکرار، *Eucalyptus rubida* = *rubida*)

روشها

شناسایی و تفکیک واحدهای آزمایشی

با توجه به تشابه بیشتر گونه‌های اکالیپتوس از نظر شکل ظاهری و امکان بروز اشتباه در زمان انجام برداشتهای مختلف با اتکا به نقشه کاشت، ابتدا با استفاده از این نقشه و با توجه به فاصله کاشت درختان اکالیپتوس و فاصله بین واحدهای آزمایشی و تکرارها یا بلوکها، محل کاشت گونه‌های اکالیپتوس روی عرصه جنگل کاری شناسایی شدند و واحدهای آزمایشی با بکارگیری رنگ و علامت‌گذاری چهار گوشه آنها، از هم تفکیک شدند. همچنین در خارج مرز جنوبی عرصه جنگل کاری و به موازات چهار تکرار آزمایشی، چهار واحد آزمایشی فاقد پوشش درختی به‌عنوان شاهد، انتخاب شدند (شکل ۱).

مطالعات خاک‌شناسی

نمونه‌برداری خاک از پروفیل‌ها

به‌منظور بررسی تحول خاک و فعالیت بیولوژیک آن، سه پروفیل خاک در سه نقطه مجزا به عرض یک، طول ۱/۵ و عمق ۱/۵ متر توسط شرکت سفارود حفر گردید. پروفیل اول در داخل جنگل کاری اکالیپتوس، پروفیل دوم در جنگل کاری صنوبر یا غرب جنگل کاری اکالیپتوس و پروفیل سوم در جنگل مخروبه (بلوطستان) با سابقه جنگل کاری ناموفق صنوبر یا شرق جنگل کاری اکالیپتوس قرار داشت (شکل ۱). پس از بررسی نیمرخ خاک، از افق‌های مختلف خاک به‌منظور انجام آزمایشهای مختلف فیزیکی و شیمیایی نمونه‌برداری گردید (در مجموع ۱۲

بررسی میزان لاشبرگ در سطح خاک: از آن جا که میزان و کیفیت لاشبرگ تولید شده توسط گونه‌های مختلف اکالیپتوس متغیر است که به نوبه خود موجب تأثیر متفاوتی در خاک می‌گردد، در تمام واحدهای آزمایشی، میزان لاشبرگ تولید شده در سه قطعه نمونه مجزا به مساحت ۹۰۰ سانتی‌متر مربع جمع‌آوری گردید و پس از انتقال به آزمایشگاه و خشک کردن در آن با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت سه روز، وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد (Sardabi, 1997).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

از روش تجزیه واریانس برای آزمون معنی‌دار بودن اثر تیمارها بر خصوصیات مختلف خاک و آزمون دانکن برای معنی‌دار بودن تفاوت میان تیمارها یا گونه‌های اکالیپتوس از نظر خصوصیات خاک با استفاده از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

نتایج

خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در واحدهای آزمایشی

نتایج خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در واحدهای آزمایشی شش گونه اکالیپتوس در چهار تکرار در ایستگاه شیخ‌نشین در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین نتایج تجزیه و تحلیل کل داده‌های خاک در جدولهای ۲ و ۳ به نمایش گذاشته شده است.

با توجه به جدول ۲، بین تکرارها از نظر خصوصیات مختلف به‌جز وزن مخصوص ظاهری و مقاومت به فروری، اختلاف معنی‌داری (در سطح ۹۵ درصد) مشاهده نمی‌شود. میان تیمارها یا شش گونه اکالیپتوس فقط از نظر اسیدیت، فسفر، درصد لای، وزن خشک لاشبرگها، وزن مخصوص ظاهری و مقاومت به فروری اختلاف معنی‌داری (در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد) دیده می‌شود. بیشترین اسیدیت به تیمار شاهد (۶/۷۷) تعلق

نمونه). خصوصیات مورد آزمایش عبارتند از: درصد ذرات تشکیل‌دهنده (روش هیدرومتری یا بایکاس)، درصد رطوبت اشباع، اسیدیت (روش الکتریکی)، درصد آهک کل (روش کالسیمتری)، درصد ازت کل (کجدال)، مقدار فسفر (روش اولسون) و پتاسیم قابل جذب (روش سولفات آمونیم)، درصد کربن آلی (روش Anne)، درصد مواد آلی (روش Anne یا حاصل‌ضرب درصد کربن آلی در ضریب ۱/۷۲). رابطه C/N نیز محاسبه شد (حبیبی، ۱۳۶۱)

نمونه‌برداری خاک در واحدهای آزمایشی

نظر به این که حفر پروفیل در تمام واحدهای آزمایشی و نمونه‌برداری از چهار افق آنها (در مجموع ۹۶ نمونه)، با توجه به زیاد بودن هزینه‌های خاک‌شناسی و محدودیت اعتبارات امکان‌پذیر نبود و از طرف دیگر اثر جنگل‌کاری بیشتر در لایه فوقانی خاک برجا می‌ماند، بنابراین در هر واحد آزمایشی با بکارگیری اوگر، نمونه‌برداری تا عمق ۶۰ سانتی‌متری سطح خاک صورت گرفت. خصوصیات مورد بررسی خاک شامل موارد زیر بود: درصد ذرات تشکیل‌دهنده، درصد رطوبت اشباع، اسیدیت، درصد مواد آلی، درصد آهک کل، درصد کربن آلی، درصد مواد آلی، رابطه C/N، درصد ازت کل و مقدار فسفر و پتاسیم قابل جذب.

بررسی فشردگی خاک: در این مورد از دو روش استفاده شد: الف- مقاومت به فروری خاک (مقاومت مکانیکی خاک در برابر نفوذ اشیاء مانند ریشه) با بکارگیری دستگاه فروسنج (Handpenetrometer) و ب- تعیین وزن مخصوص ظاهری با نمونه‌برداری خاک به‌وسیله سیلندرها فلزی با حجم معین و تعیین وزن خشک خاک در آزمایشگاه در ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد (Hillel, 1980).

ppm) تعلق داشت. سه تیمار باقی‌مانده از این لحاظ در حد واسط بوده و مقدار فسفر آنها از ۷/۴۹ تا ۷/۷۶ ppm متغیر بود.

بیشترین و کمترین درصد لای به ترتیب به تیمارهای *E. macarthurii* (۲۴/۵ درصد) و شاهد (۱۶ درصد) تعلق داشته و میان سایر گونه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

داشت و کمترین مقدار آن نیز مربوط به دو تیمار *E. saligna* و *E. maidenii* (هر دو ۵/۷) بود. تیمار *E. rubida* نیز دارای اسیدیته کمتر از تیمار شاهد (۶/۰۵) بود. سه گونه دیگر از این نظر در حد متوسط بودند و اسیدیته آنها از ۵/۷۵ تا ۵/۸۲ متغیر بود. بیشترین مقدار فسفر به دو تیمار *E. camaldulensis* و *E. rubida* (به ترتیب ۹/۳۸ و ۸/۷۷ ppm) و کمترین آن به تیمار *E. macarthurii* و شاهد (به ترتیب ۵/۶۶ و ۵/۹۲

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک واحدهای آزمایشی اکالیپتوس در ایستگاه شیخ‌نشین شرکت سفارود

پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نسبت کربن به ازت	درصد ازت	درصد مواد آلی	درصد کربن	اسیدیته (pH)	تیمار
۱۰۵	۳/۸	۹۱/۰	۰/۰۵	۷/۸۲	۴/۵۵	۶/۰	<i>E. macarthurii</i>
۱۱۰	۹/۷۵	۳۳/۸	۰/۱	۵/۸۱	۳/۳۸	۵/۸	<i>E. camaldulensis</i>
۱۳۵	۶/۹۱	۲۳/۴۵	۰/۱۱	۴/۴۳	۲/۵۸	۵/۹	<i>E. viminalis</i>
۱۸۰	۴/۱۲	۲۹/۳۳	۰/۱۳۴	۶/۷۵	۳/۹۳	۵/۷	<i>E. saligna</i>
۱۶۰	۹/۳۳	۲۸/۸۳	۰/۱۲۸	۶/۳۴	۳/۶۹	۵/۸	<i>E. rubida</i>
۱۲۵	۶/۷۳	۴۹/۲	۰/۰۵	۴/۲۳	۲/۴۶	۵/۸	<i>E. maidenii</i>
۱۱۰	۶/۱۱	۲۰/۸	۰/۱۱۲	۴/۰	۲/۳۳	۶/۷	شاهد
۱۱۵	۷/۲۱	۲۸/۸۸	۰/۱۳۴	۶/۶۵	۳/۸۷	۵/۸	<i>E. macarthurii</i>
۱۲۰	۹/۴۳	۳۱/۸۹	۰/۱۰۶	۵/۸۱	۳/۳۸	۵/۷	<i>E. camaldulensis</i>
۹۵	۸/۰۱	۲۳/۹۸	۰/۱۲۸	۵/۲۸	۳/۰۷	۵/۶	<i>E. viminalis</i>
۱۶۰	۱۰/۰۱	۲۵/۶	۰/۰۸۴	۳/۶۹	۲/۱۵	۵/۷	<i>E. saligna</i>
۱۲۵	۷/۸۲	۴۹/۲۹	۰/۰۵۶	۴/۷۴	۲/۷۶	۵/۹	<i>E. rubida</i>
۱۸۵	۱۰/۰	۳۶/۲۱	۰/۰۹۵	۵/۹۱	۳/۴۴	۵/۹	<i>E. maidenii</i>
۱۴۵	۸/۶۸	۴۲/۷۳	۰/۰۳۳	۲/۴۲	۱/۴۱	۶/۹	شاهد
۱۹۰	۶/۹۱	۴۳/۱۳	۰/۰۶۷	۴/۹۷	۲/۸۹	۵/۷	<i>E. macarthurii</i>
۸۵	۹/۱۶	۲۱/۰۷	۰/۱۴	۵/۰۷	۲/۹۵	۵/۷	<i>E. camaldulensis</i>
۷۰	۸/۲۱	۳۶/۴۲	۰/۱۵۱	۶/۸۶	۳/۹۹	۵/۸	<i>E. viminalis</i>
۸۵	۶/۴	۲۹/۰۳	۰/۰۷۲	۳/۵۹	۲/۰۹	۵/۷	<i>E. saligna</i>
۱۰۰	۹/۶۱	۸۳/۶۴	۰/۰۲۲	۳/۱۶	۱/۸۴	۶/۰	<i>E. rubida</i>
۱۹۰	۷/۳	۲۲/۹۱	۰/۱۳۴	۵/۲۸	۳/۰۷	۵/۷	<i>E. maidenii</i>
۱۲۵	۵/۰	۲۷/۸۳	۰/۱۰۶	۵/۰۷	۲/۹۵	۷/۰	شاهد
۱۱۵	۴/۷۲	۲۳/۴۸	۰/۰۸۹	۳/۵۹	۲/۰۹	۵/۸	<i>E. macarthurii</i>
۸۰	۹/۲	۴۰/۱۴	۰/۰۷۲	۴/۹۷	۲/۸۹	۵/۸	<i>E. camaldulensis</i>
۱۴۵	۷/۸۱	۲۹/۸۶	۰/۱۴	۷/۱۸	۴/۱۸	۵/۷	<i>E. viminalis</i>
۷۵	۱۰/۵۱	۲۳/۹۸	۰/۱۲۸	۵/۲۸	۳/۰۷	۵/۷	<i>E. saligna</i>
۷۵	۸/۳۲	۲۹/۵	۰/۱	۵/۰۷	۲/۹۵	۶/۵	<i>E. rubida</i>
۸۵	۵/۹۳	۳۳/۸	۰/۱	۵/۸۱	۳/۳۸	۵/۴	<i>E. maidenii</i>
۱۶۰	۳/۹	۳۵/۳۸	۰/۰۷۸	۴/۷۴	۲/۷۶	۶/۵	شاهد

ادامه جدول ۱

مقاومت به فروری (مگا پاسکال)	وزن مخصوص ظاهری (گرم/سانتی متر مکعب)	وزن خشک لاشبرگ (گرم)*	درصد رطوبت اشباع	بافت	درصد رس	درصد لای	درصد شن	تیما
۱/۰۸	۱/۲۲	۱۸۱/۳۳	۶۴	لوم رسی	۳۶	۲۲	۴۲	<i>E. macarthurii</i>
۱/۰۲	۱/۲۴	۸۹/۱۲	۶۲	رسی	۴۰	۲۰	۴۰	<i>E. camaldulensis</i>
۰/۷۲	۱/۱۰	۱۵۲/۴۷	۶۰	لوم رسی	۳۲	۲۲	۴۶	<i>E. viminalis</i>
۰/۶۰	۱/۱۶	۱۹۱/۷۷	۶۰	لوم رسی	۳۴	۲۴	۴۲	<i>E. saligna</i>
۰/۹۶	۰/۹۸	۱۱۹/۱۵	۶۰	لوم رسی	۳۲	۲۲	۴۶	<i>E. rubida</i>
۰/۶۰	۱/۱۰	۱۶۷/۱۹	۵۷	لوم رسی	۳۴	۲۰	۴۶	<i>E. maidenii</i>
۱/۳۰	۱/۴۰	۹/۵۰	۶۲	رسی	۴۰	۱۴	۴۶	شاهد
۰/۹۶	۱/۱۵	۱۵۲/۴۲	۶۴	لوم رسی	۳۰	۲۴	۴۶	<i>E. macarthurii</i>
۰/۷۲	۱/۴۶	۱۰۰/۲۰	۶۵	لوم شنی رسی	۳۰	۲۲	۴۸	<i>E. camaldulensis</i>
۰/۸۴	۱/۳۳	۱۲۷/۵۹	۵۲	لوم رسی	۳۴	۲۲	۴۴	<i>E. viminalis</i>
۱/۱۴	۱/۴۳	۱۵۳/۴۶	۵۳	لوم شنی رسی	۳۲	۲۲	۴۶	<i>E. saligna</i>
۱/۰۲	۱/۲۶	۹۳/۸۱	۵۸	لوم رسی	۳۶	۲۲	۴۲	<i>E. rubida</i>
۰/۸۷	۱/۲۶	۱۵۵/۴۶	۵۸	لوم رسی	۳۶	۲۲	۴۲	<i>E. maidenii</i>
۱/۳۳	۱/۴۶	۸/۰	۶۰	رسی	۴۲	۱۲	۴۶	شاهد
۰/۷۸	۱/۲۷	۱۰۳/۷۵	۶۷	لوم رسی	۳۰	۲۴	۴۶	<i>E. macarthurii</i>
۰/۸۴	۱/۲۴	۱۲۲/۶۶	۵۴	لوم شنی رسی	۳۲	۲۲	۴۶	<i>E. camaldulensis</i>
۰/۶۰	۱/۲۶	۱۹۷/۶۱	۶۰	لوم شنی رسی	۳۲	۲۲	۴۶	<i>E. viminalis</i>
۰/۶۰	۱/۴۸	۱۰۸/۲۸	۵۱	لوم رسی	۳۸	۱۸	۴۴	<i>E. saligna</i>
۰/۷۸	۱/۱۵	۱۶۴/۳۷	۵۰	لوم شنی رسی	۳۰	۲۰	۴۶	<i>E. rubida</i>
۰/۹۰	۱/۱۵	۱۷۰/۸۱	۷۲	لوم رسی	۳۰	۲۴	۴۶	<i>E. maidenii</i>
۱/۲۹	۱/۵۱	۱۲/۰	۵۶	لوم رسی	۳۴	۲۰	۴۶	شاهد
۱/۱۱	۱/۳۶	۱۰۲/۴۰	۵۳	لوم رسی	۳۰	۲۸	۴۲	<i>E. macarthurii</i>
۰/۹۰	۱/۲۴	۱۲۰/۴۷	۵۷	رس شنی	۳۶	۱۸	۴۶	<i>E. camaldulensis</i>
۰/۹۰	۱/۳۰	۱۱۶/۵۶	۶۲	لوم شنی رسی	۳۲	۲۰	۴۸	<i>E. viminalis</i>
۰/۹۶	۱/۲۳	۱۰۱/۶۷	۵۹	لوم شنی رسی	۳۰	۲۲	۴۸	<i>E. saligna</i>
۱/۰۲	۱/۲۸	۶۵/۹۹	۵۹	لوم رسی	۳۴	۲۰	۴۶	<i>E. rubida</i>
۱/۲۶	۱/۲۳	۱۳۰/۷۸	۵۹	لوم رسی	۳۲	۲۴	۴۴	<i>E. maidenii</i>
۱/۳۸	۱/۵۳	۱۰/۵۰	۵۵	لوم رسی	۳۴	۱۸	۴۸	شاهد

* در سطح ۹۰۰ سانتی متر مربع

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس داده‌های خاک جمع‌آوری شده از قطعه آزمایشی اکالیپتوس در ایستگاه شیخ‌نشین شرکت سفارود

MS								منبع تغییرات
پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نسبت کربن به ازت	درصد ازت	درصد مواد آلی	درصد کربن	اسیدیته	درجه آزادی	
ns ۱۲۹۸/۸۱	ns ۵/۳۴۸	ns ۹۲/۱۷	ns ۰/۰۰۰۱۳	ns ۰/۰۸۵۸	ns ۰/۲۹۱۱	ns ۰/۰۰۲۴	۳	تکرار
ns ۱۰۳۰/۹۵	* ۷/۴۳۷	ns ۳۱۱/۷۴	ns ۰/۰۰۱۴۳	ns ۱/۶۵۶	ns ۰/۵۵۹	** ۰/۶۰۶۵	۶	تیمار
۱۴۹۶/۰۳	۲/۵۱۴	۲۹۹/۴۷	۰/۰۰۱۳۲	۱/۷۴۱	۰/۵۸۹	۰/۰۳۷	۱۸	خطا
۳۱/۳۹۱	۲۱/۰۵۰	۴۹/۱۸	۳۷/۴۳۳	۲۵/۵۶۴	۲۵/۵۵۳	۳/۲۶۹		ضریب تغییرات

MS								منبع تغییرات
مقاومت به فروری	وزن مخصوص ظاهری (گرم/سانتی متر مکعب)	وزن خشک لاشبرگ (گرم)	درصد رطوبت اشباع	درصد رس	درصد لای	درصد شن	درجه آزادی	
* ۰/۰۸۴۸	* ۰/۰۳۶۷	ns ۲۲۹۴/۹۶	ns ۱۱/۴۶۴	ns ۱۵/۳۸۱	ns ۱/۲۸۶	ns ۵/۷۱۴	۳	تکرار
** ۰/۲۵۴	** ۰/۰۱۴۸	** ۱۵۳۷/۶۸۳	ns ۲۱/۲۳۸	ns ۱۴/۹۰۵	** ۲۶/۸۰۹	ns ۲/۹۰۵	۶	تیمار
۰/۰۲۲۶	۰/۰۰۷۴۲	۸۲۲/۴۹۲	۲۸/۶۰۳	۹/۳۸۱	۵/۷۳۰	۴/۹۳۶	۱۸	خطا
۱۵/۹۷	۶/۷۳۹	۲۴/۸۶۶	۹/۰۸۱	۹/۱۰۴	۱۱/۳۶۰	۴/۹۲۲		ضریب تغییرات

*، معنی‌دار در سطح ۵٪، **، معنی‌دار در سطح ۱٪، ns، معنی‌دار نیست

جدول ۳- نتایج آزمون معنی‌دار بودن تفاوت میانگین خصوصیات خاک شش گونه اکالیپتوس در ایستگاه شیخ‌نشین شرکت سفارود

پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	درصد ازت	نسبت کربن به ازت	درصد مواد آلی	درصد کربن	اسیدیته	تیمار
۱۳۵A	۵/۹۲B	۰/۰۸۲۲A	۳۱/۶۹A	۴/۰۶A	۲/۳۶A	۶/۷۷A	شاهد
۹۸/۷A	۹/۳۸A	۰/۱۰۴A	۳۱/۷۳A	۵/۴۱A	۳/۱۵A	۵/۷۵BC	<i>E. camaldulensis</i>
۱۳۱/۲A	۵/۶۶B	۰/۰۸۵A	۴۶/۶۲A	۵/۷۶A	۳/۳۵A	۵/۸۲BC	<i>E. macarthurii</i>
۱۶۴/۲۵A	۷/۴۹ AB	۰/۰۸۳A	۳۵/۵۳A	۵/۳۱A	۳/۰۹A	۵/۷C	<i>E. maidenii</i>
۱۱۵۰/۰A	۸/۷۷A	۰/۰۷۶A	۴۷/۸۲A	۴/۸۳A	۲/۸۱A	۶/۰۵B	<i>E. rubida</i>
۱۲۵/۰A	۷/۷۶AB	۰/۱۰۴A	۲۶/۹۹A	۴/۸۳A	۲/۸۱A	۵/۷C	<i>E. saligna</i>
۱۱۱/۲۵A	۷/۷۳AB	۰/۱۳۲A	۲۵/۹۳A	۵/۹۴A	۳/۴۵A	۵/۷۵BC	<i>E. viminalis</i>

مقاومت به فروری (مگا پاسکال)	وزن مخصوص ظاهری (گرم/سانتی متر مکعب)	وزن خشک لاشبرگ (گرم)	درصد رطوبت اشباع	بافت	درصد رس	درصد لای	درصد شن	تیمار
۱/۳۲A	۱/۴۸A	۱۰C	۵۸/۲A	۱/۵B	۳۷/۵A	۱۶C	۴۶/۵A	شاهد
۰/۸۷B	۱/۲۹CB	۱۰۸/۱۱B	۵۹/۵A	۳A	۳۴/۵AB	۲۰/۵B	۴۵A	<i>E. camaldulensis</i>
۰/۹۸B	۱/۲۵CB	۱۳۴/۹۸AB	۶۲A	۲AB	۳۱/۵B	۲۴/۵A	۴۴A	<i>E. macarthurii</i>
۰/۹۱B	۱/۱۸CB	۱۵۶/۰۶A	۶۱/۵A	۲AB	۳۳AB	۲۲/۵AB	۴۴/۵A	<i>E. maidenii</i>
۰/۹۴B	۱/۱۷C	۱۱۰/۸۳AB	۵۶/۷A	۲/۵AB	۳۳AB	۲۱AB	۴۵A	<i>E. rubida</i>
۰/۸۲B	۱/۳۲B	۱۳۸/۸AB	۵۵/۷A	۳A	۳۳/۵AB	۲۱/۵AB	۴۵A	<i>E. saligna</i>
۰/۷۶B	۱/۲۵CB	۱۴۸/۵۶AB	۵۸/۵A	۳A	۳۲/۵AB	۲۱/۵AB	۴۶A	<i>E. viminalis</i>

معنی داری نداشتند و فشردگی آنها از ۰/۷۶ تا ۰/۹۸ مگاپاسکال متغیر بود.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نیمرخ خاک

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سه نیمرخ حفر شده در قطعه آزمایشی اکالیپتوس و دو قطعه همجوار آن شامل جنگل مخروطی و صنوبر در ایستگاه شیخ نشین در جدول ۴ ارائه شده است. براساس جدول ۴ و یادداشت برداری های صحرائی، نیمرخ خاک در سه قطعه اکالیپتوس، صنوبر و جنگل مخروطی از چهار افق A، AC، B و C تشکیل شده است. در افق A نیمرخ قطعه اکالیپتوس، ریشه های موئین دارای حداکثر تراکم بودند و در افق B قطر ریشه ها نسبت به افق A افزایش یافت، اما ریشه دوانی در همین افق و تا عمق ۱۰۰ سانتی متری متوقف گردید و به افق C نمی رسید، در حالی که در قطعه صنوبر ریشه دوانی تا عمق ۸۵ سانتی متری گسترش می یافت و باز از افق B تجاوز نکرد. در جنگل مخروطی بلوط، ریشه تا عمق ۱۵۰ سانتی متری یا در افق C نفوذ کرده بود. البته ریشه های قطور فقط تا عمق ۶۰ سانتی متری یا افق B قابل مشاهده بودند.

بیشترین و کمترین مقدار لاشبرگ به ترتیب به تیمارهای *E. maidenii* (۱۵۶ گرم) و شاهد (۱۰ گرم) تعلق داشت. به جز تیمار *E. camaldulensis* که از واحد شاهد دارای لاشبرگ بیشتری (۱۰۸/۱۱ گرم) بود، چهار تیمار باقی مانده از این نظر به طور معنی داری با هم اختلاف نداشتند و مقادیر لاشبرگ آنها از ۱۱۰/۸۳ تا ۱۴۸/۵۶ گرم متغیر بود.

بیشترین و کمترین میزان فشردگی خاک با استفاده از شاخص وزن مخصوص ظاهری به تیمارهای شاهد و *E. rubida* (به ترتیب ۱/۴۸ و ۱/۱۷ گرم بر سانتی متر مکعب) تعلق داشت. به جز تیمار *E. saligna* که فشردگی آن کمی بیش از تیمار قبلی بود (۱/۳۲ گرم بر سانتی متر مکعب)، بقیه تیمارها در حد واسط قرار داشتند و فشردگی خاک آنها از ۱/۱۸ تا ۱/۲۹ گرم بر سانتی متر مکعب متغیر بود.

بیشترین میزان فشردگی خاک با بکارگیری شاخص مقاومت به فروروی به تیمار شاهد (۱/۳۲ مگاپاسکال) تعلق داشت و بقیه تیمارها از این نظر تفاوت

جدول ۴- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در سه نیمرخ حفر شده در ایستگاه شیخ نشین شرکت شفاورد

درصد رطوبت اشباع	بافت	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	C/N	درصد ازت	درصد کربن آلی	درصد ماده آلی	درصد آهک کل	اسیدیته	عمق لایه (سانتی متر)	محل نیمرخ
۶۲	لوم رسی	۳۰	۳۰	۴۰	۱۱۵	۸/۸	۳۷/۴۸	۰/۱۲۳	۴/۶۱	۷/۹۲	۰	۵/۷	۱۰-۰	اکالیپتوس
۴۸	لوم رسی	۳۶	۲۴	۴۰	۵۰	۸/۶۱	۱۱۱/۲۵	۰/۱۰۶	۱/۷۸	۳/۰۶	۰	۶/۰	۳۰-۱۰	
۶۳	رسی	۴۸	۱۲	۴۰	۱۰۰	۵/۸	۱۰۵/۴۵	۰/۱۰۱	۱/۱۶	۱/۹۹	۰	۶/۲	۱۱۰-۳۰	
۵۵	رسی	۴۴	۲۰	۳۶	۱۳۵	۴/۳۱	۱۲/۲	۰/۱۰۵	۰/۶۱	۱/۰۴	۰	۶/۷	۱۵۰-۱۱۰	میانگین
۵۷	---	۳۹/۵	۲۱/۵	۳۹	۱۰۰	۶/۰۸	۶۶/۶	۰/۱۰۵	۲/۰۴	۳/۵	۰	۶/۱	---	
۶۳	لوم رسی	۳۸	۲۶	۳۶	۲۱۵	۹/۷۹	۳۰/۱۸	۰/۱۱۲	۳/۳۸	۵/۸۱	۰	۶/۰	۱۱-۰	صنوبر
۵۵	رسی	۴۲	۲۶	۳۲	۱۵۰	۹/۶۴	۵۰/۳۶	۰/۰۲۸	۱/۴۱	۲/۴۲	۰	۵/۷	۱۷-۱۱	
۵۸	رسی	۴۸	۱۶	۳۶	۱۱۵	۶/۳۱	۶۱/۲۵	۰/۱۰۶	۰/۹۸	۱/۶۸	۰	۶/۱	۸۷-۱۷	
۵۳	رسی	۴۴	۲۰	۳۶	۸۵	۳/۹۲	۱۱۱/۸۲	۰/۱۰۱	۱/۲۳	۲/۱۱	۰	۶/۷	۱۵۰-۸۷	میانگین
۵۶/۵	---	۴۴/۵	۲۲	۳۵	۱۴۱/۲	۷/۴۱	۶۳/۴	۰/۰۴۲	۱/۷۵	۲/۴	۰	۶/۱	---	
۷۹	لوم رسی	۳۶	۲۴	۴۰	۲۶۰	۹/۵۴	۲۷/۵۲	۰/۱۴۵	۳/۹۹	۶/۸۶	۰	۶/۱	۷-۰	جنگل مخروطی
۶۲	رسی	۴۰	۲۰	۴۰	۱۱۰	۹/۳	۸۹/۰۹	۰/۱۰۱	۰/۹۸	۱/۶۸	۰	۵/۸	۲۷-۷	
۸۰	رسی	۵۰	۱۰	۴۰	۱۵۰	۸/۲۲	۲۵/۶۷	۰/۰۶۷	۱/۷۲	۲/۹۵	۰	۶/۲	۱۰۲-۲۷	
۵۹	رسی	۴۸	۱۴	۳۸	۱۹۵	۶/۰۸	۵۵/۴۵	۰/۱۰۱	۰/۶۱	۱/۰۴	۲/۵	۷/۳	۱۵۰-۱۰۲	
۷۰	---	۴۳/۵	۱۷/۵	۳۹/۵	۱۷۸/۷۵	۸/۲۸	۴۹/۴۳	۰/۰۵۸	۱/۸۲	۳/۱۳	۰/۸۳	۶/۳	---	میانگین

میانگین درصد رطوبت اشباع در قطعه اکالیپتوس کمترین (۵۶ درصد) و در جنگل مخروطه بیشترین مقدار بود (۷۰ درصد)، ولی به‌طور کلی مقدار آن در افق‌های مختلف سه نیمرخ مورد بررسی متغیر بوده و روند منظمی نداشت.

بحث

عدم وجود اختلاف معنی‌دار میان تکرارها یا بلوک‌ها در قطعه اکالیپتوس از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، به‌جز فشردگی خاک که ممکن است بیشتر ناشی از تردد دام و انسان باشد، نشان‌دهنده یکنواختی بستر جنگل کاری و دقت علمی این تحقیق است.

در ارتباط با اثر جنگل کاری اکالیپتوس بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، ابتدا باید به‌کمک مقایسه سه نیمرخ حفر شده در سه قطعه اکالیپتوس، صنوبر و جنگل مخروطه، اثرات کلی کاشت اکالیپتوس بر خاک مشخص شود، بعد اختلاف میان گونه‌های اکالیپتوس از این نظر روشن گردد. قدر مسلم بافت خاک در ایستگاه شیخ‌نشین سفارود قبل از جنگل کاری سنگین و هیدرومورف و واکنش آن اسیدی بوده است، زیرا قرانی (۱۳۸۲) پیش از این گزارش کرده بود که خاک عرصه از نظر بافت رسی سنگین، از نظر تیپ پسدوگلی همراه با لکه‌های هیدرومورفی، از نظر واکنش اسیدی (اسیدیته حدود ۵/۵ تا ۶)، از نظر زهکشی ناقص و از نظر فعالیت بیولوژیکی ضعیف است. میانگین اسیدیته قطعات صنوبر و جنگل مخروطه در این تحقیق نیز به‌ترتیب ۶/۱ و ۶/۳ می‌باشد که در مقایسه با قطعه اکالیپتوس (۶/۱) از نظر اسیدیته ضعیف است (Mengel & Kikby, 2001). به‌دلیل تغییرات مکانی زیاد در خاکهای جنگلی، بهتر است برای پی بردن به اثر جنگل کاری اکالیپتوس بر خاک عرصه از داده‌های بدست آمده در ۲۴ واحد آزمایشی که با دقت بیشتر و تکرار افزونتر و انتخاب تیمار شاهد انجام شده است، استفاده کرد و در صورت لزوم آن را با داده‌های دو نیمرخ حفر

در حالی که میانگین اسیدیته قطعه اکالیپتوس و صنوبر در یک حد است (به‌ترتیب ۶/۱۵ و ۶/۱۲)، اما مقدار آن در جنگل مخروطه به‌صورت معنی‌داری بیشتر بود (۶/۳۵). در افق A قطعه اکالیپتوس، مقدار اسیدیته (۵/۷) به‌صورت معنی‌داری کمتر از همین افق در دو قطعه همجوار صنوبر (۶) و جنگل مخروطه بود (۶/۱). به‌طور کلی در نیمرخ خاک، مقدار اسیدیته از سطح به عمق بیشتر می‌شد، به‌ویژه در افق C جنگل مخروطه که به‌صورت معنی‌داری بیشتر از دو نیمرخ دیگر بود (۷/۳). همه نیمرخ‌ها به‌جز جنگل مخروطه، آن هم در افق C آن (۲/۵ درصد) فاقد آهک بودند.

میانگین نسبت کربن به ازت آلی در نیمرخ اکالیپتوس (۹۴ درصد) به‌صورت معنی‌داری بیشتر از دو نیمرخ دیگر بود (به‌ترتیب ۶۳ و ۴۹ درصد). نیمرخ جنگل مخروطه از این نظر دارای کمترین مقدار بود. این نسبت از سطح به عمق نیمرخ افزایش می‌یافت، به‌جز نیمرخ جنگل مخروطه که مقدار آن در افق‌های مختلف نوسان داشت، ولی رویهم‌رفته در افق‌های سطحی بیشتر از افق‌های عمقی بود. درصد ماده آلی و کربن آلی در نیمرخ اکالیپتوس (به‌ترتیب ۲/۰۴ و ۳/۵ درصد) بیشتر از دو نیمرخ صنوبر (به‌ترتیب ۱/۷۵ و ۳/۰۰۵ درصد) و جنگل مخروطه (به‌ترتیب ۱/۸۲ و ۳/۱۳) بود و مقدار آن از سطح به عمق نیمرخ کاهش می‌یافت. بیشترین تجمع مواد آلی در لایه سطحی قطعه اکالیپتوس مشاهده شد.

درصد ازت به‌عکس درصد کربن و ماده آلی، در نیمرخ جنگل مخروطه (۰/۰۵۸۵ درصد) بیشتر بود و در نیمرخ قطعه اکالیپتوس به کمترین مقدار (۰/۰۵۰ درصد) می‌رسید و اغلب از سطح به عمق نیمرخ کاهش می‌یافت. روند تغییرات مقدار فسفر و پتاسیم نیز مانند درصد ازت و ماده آلی بود.

درصد ذرات و بافت خاک سه نیمرخ مورد مطالعه مشابه همدیگر بود. رویهم‌رفته بافت خاک سنگین و رسی و به حالت هیدرومورف بود.

جنگل تراشی شده، با مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک عرصه موردنظر و خاک جنگل طبیعی بلوط همجوار آن بررسی و نتیجه گرفت که در جنگل کاری اکالیپتوس، اسیدیته کاهش یافته است.

درصد ماده آلی، کربن و ازت قطعه اکالیپتوس بیش از دو قطعه صنوبر و جنگل مخروطه است و در نتیجه نسبت کربن به ازت قطعه اکالیپتوس کمتر از دو قطعه مذکور می‌باشد. این نتایج برعکس نتایج اعلام شده توسط چند محقق دیگر است. در تحقیق صورت گرفته توسط (Madeira 1991) به کاهش نیتروژن در جنگل کاری *E. globulus* نسبت به جنگل طبیعی بلوط اشاره شده است. (Turner & Lambert 1983) به هنگام مقایسه جنگل کاری اکالیپتوس با جنگل بومی همجوار آن در جنوب شرق برزیل، کاهش مواد آلی خاک را ملاحظه کردند. علت این اختلاف آن است که در منابع علمی یادشده، جنگل کاری اکالیپتوس با جنگل طبیعی همجوار مقایسه شده است، در صورتی که در این تحقیق با جنگل مخروطه مقایسه شده است. در جنگل مخروطه مورد بررسی یک بار عرصه پاکتراشی شده و صنوبر کاشته شده است. سپس به علت ناسازگار بودن، صنوبر برداشت شده و عرصه به حال خود رها می‌گردد. به علت به هم خوردن خاک جنگل مخروطه بر اثر عملیات کاشت صنوبر و تنک بودن توده مخروطه، پدیده معدنی شدن مواد آلی به سرعت صورت گرفته و ازت زودتر از دسترس خارج شده است. همچنین قطعه دست کاشت صنوبر نسبت به قطعه اکالیپتوس به علت نامناسب بودن خاک ناموفق‌تر بوده و رشد ریشه‌ها و تاج آنها کمتر و توده تنک‌تر بوده است. به همین دلیل مقدار هوموس تولید شده کمتر بوده که به دلیل تابش شدیدتر نور آفتاب زودتر تجزیه شده و در نتیجه مواد آلی و ازت در خاک کاهش یافته است. در توده دست کاشت اکالیپتوس، به علت تراکم بیشتر شاخ و برگ و تولید سایه بیشتر، مواد آلی کندتر تجزیه شده و به همین دلیل میزان آنها در خاک این توده بیشتر بوده است.

شده در دو قطعه صنوبر و جنگل مخروطه بلوط مقایسه نمود.

نتایج نشان می‌دهد که در مقایسه با نمونه شاهد (۶/۷۷)، جنگل کاری اکالیپتوس در عرض ۲۲ سال، واکنش خاک را اسیدی‌تر (۵/۸) نموده و به عبارت دیگر اسیدیته را حدود یک واحد کاهش داده است. این میزان با توجه به مطالعات نیمرخ خاک در سه قطعه اکالیپتوس، صنوبر و جنگل مخروطه بلوط، در لایه سطحی خاک بیشتر محسوس است، زیرا در ارتباط مستقیم‌تر و نزدیک‌تر به اثرات متقابل گیاه-خاک است. همچنین این تحقیق نشان می‌دهد که میان گونه‌های اکالیپتوس از نظر میزان اسیدی نمودن خاک تفاوت معنی‌داری وجود دارد و دو گونه *E. saligna* و *E. maidenii* و تا حدودی *E. viminalis*، *E. camaldulensis* و *E. macarthurii* نقش بیشتری در این پدیده داشته‌اند که این تفاوت ممکن است ناشی از اختلاف در ضخامت برگها، میزان لاشبرگ تولید شده و ترکیب شیمیایی برگها باشد. آبروش و همکاران (۱۳۸۶) ترکیب‌های شیمیایی برگهای جوان پنج گونه اکالیپتوس در شهرستان شوشتر را بررسی کردند. نتایج نشان داد که ۱۷ ترکیب در اسانس *E. stricklandi*، ۲۵ ترکیب در اسانس *E. brockwayii*، ۱۶ ترکیب در اسانس *E. sargentii*، ۱۵ ترکیب در اسانس *E. largiflorens* و ۱۵ ترکیب در اسانس *E. kruseana* وجود دارند.

هرچه برگها ضخیم‌تر بوده و مواد سلولزی بیشتری داشته باشند، از ازت و مواد آلی محلول فقیر بوده و خیلی به کندی تجزیه شده و موجب اسیدی شدن خاک می‌گردند و مستعد به تشکیل هوموس مودر یا مور می‌باشند (حبیبی کاسب، ۱۳۷۱). جالب توجه است، گونه‌هایی که در کاهش اسیدیته خاک بیشتر مؤثر بوده‌اند، لاشبرگ بیشتری نیز تولید کرده‌اند. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات (Madeira 1991) و (Lemnieh 2004) همسو است، زیرا اثرات کاشت یک توده ۴۰ ساله *E. globulus* در کشور پرتغال را بر خاک یک عرصه

است، اختلاف معنی‌داری دیده نمی‌شود (میانگین ۰/۸۸ مگاپاسکال)، در حالی که فشردگی قسمت شاهد در حد زیاد است (میانگین ۱/۳۳ مگاپاسکال). (Sardabi 1997) به هنگام بررسی میزان فشردگی خاک با شاخص مقاومت به فروری در دو جنگل طبیعی دست‌نخورده و بهره‌برداری شده اطراف شهر کانبرا در استرالیا، به سه میزان فشردگی کم (۰/۲ مگاپاسکال)، متوسط (یک مگاپاسکال) و شدید (۱/۵ مگاپاسکال) دست یافت. گسترش و نفوذ ریشه در بیشتر گیاهان هنگامی که مقاومت به فروری ۰/۷ تا ۱/۵ مگاپاسکال باشد، ۵۰ درصد کاهش می‌یابد و هنگامی که به چهار مگاپاسکال می‌رسد به‌طور کامل متوقف می‌شود (Kirkegaard, 1990).

بنابراین از آن جا که ممکن است کاشت اکالیپتوس در خاکهای سنگین و هیدرومورف استان گیلان در درازمدت موجب افزایش اسیدیته خاک گردد، استفاده از گونه‌های پهن‌برگ اصلاح‌کننده خاک که رابطه کربن به ازت در برگ‌هایشان کم بوده (مانند افرا، افاقیا، توسکا، زبان‌گنجشک و نارون) و لاشبرگهای آنها به‌طور فعال‌تری تجزیه می‌شوند، توصیه می‌شود (حبیبی کاسب، ۱۳۷۱). همچنین بنا بر توصیه همین نویسنده درختانی مانند اکالیپتوس‌ها که لاشبرگ‌هایشان خیلی کند تجزیه می‌شوند، بهتر است با پهن‌برگانی مانند توسکا و صنوبر لرزان کاشته شوند که دارای ریشه‌دوانی دینامیک بوده و بتوانند افق‌های عمقی و غیر قابل نفوذ این خاکها را اشغال نمایند که بدین ترتیب ساختمان خاک نیز اصلاح خواهد شد. با توجه به کمبود عناصر معدنی در خاک، به‌ویژه فسفر و پتاسیم، بکارگیری کودهای کامل NPK در چنین خاکهای غیرقلیایی توصیه می‌شود. استفاده از زهکش کم‌عمق و با فواصل کم (۲۵ متر) برای خارج کردن آب راکد از خاک و افزایش هوادیدگی آن نیز سودمند است.

رویه‌مرفته نسبت کربن به ازت در سه قطعه مورد بررسی زیاد است (بیش از ۳۰) که نشان‌دهنده فعالیت بیولوژیک ضعیف خاک و کمبود ازت در آن است (حبیبی کاسب، ۱۳۷۱).

با وجود این، میان گونه‌های اکالیپتوس و قطعه شاهد از نظر مواد آلی و عناصر غذایی به‌جز فسفر اختلاف معنی‌داری دیده نمی‌شود. جالب توجه این که گونه‌هایی که فسفر بیشتری در خاک بستر خود نسبت به گونه‌های دیگر اکالیپتوس داشته‌اند (*E. camaldulensis* و *E. rubida*)، آنهایی هستند که لاشبرگ کمتری تولید کرده و در کاهش اسیدیته نیز نقش کمتری داشته‌اند. رویه‌مرفته، خاک قطعه آزمایشی اکالیپتوس از نظر میانگین ازت کل از ۰/۰۷۹ تا ۰/۱۱۵ درصد متغیر است که نشان‌دهنده مقدار زیاد و کافی آن می‌باشد، اما از نظر میانگین فسفر از ۵/۹۲ تا ۹/۴ ppm و از نظر میانگین پتاسیم از ۹۸/۷ تا ۱۵۰ ppm متغیر است که بسیار اندک می‌باشند. بنابراین با توجه به نتایج ارائه شده توسط Baruah & Barthakur (1997)، خاک قطعه آزمایشی اکالیپتوس از نظر عناصر فسفر و پتاسیم دارای کمبود می‌باشد. گزارش دیگری توسط Jha (1992) مبنی بر این که مقادیر سه عنصر ازت، فسفر و پتاسیم در خاک لوم-رسی زیر یک توده ۲۰ ساله *E. camaldulensis* به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۰۲۱ و ۰/۴ درصد می‌باشد، در مقایسه با قطعه آزمایشی اکالیپتوس در استان گیلان، مؤید کمبود عناصر فسفر و پتاسیم در خاک این قطعه است.

به‌طور کلی، طبیعی است که جنگل کاری اکالیپتوس نمی‌تواند تأثیری در تغییر بافت خاک و دانه‌بندی آن داشته، ولی قادر بوده که نقش مثبتی در بهبود ساختمان و تخلخل خاک، به‌ویژه در سطح خاک داشته باشد، زیرا فشردگی خاک واحدهای مربوط به گونه‌های مورد آزمایش به میزان بسیار معنی‌داری کمتر از قطعه شاهد بوده است، به‌نحوی که میان گونه‌ها از نظر مقاومت به فروری که شاخصی دقیقتر از وزن مخصوص ظاهری

- Baruah, T.C. and Barthakur, H.P., 1997. A text book of soil analysis. Vikas Publishing House PVT LTD, New Delhi, 334 p.
- Binkley, D., Kaye, J., Barry, M. and Ryan, M.G., 2004. First rotation changes in soil carbon and nitrogen in a *Eucalyptus* plantations in Hawaii. Soil Science of America Journal, 68: 1713-1719.
- Burgess, T.I., Malajczuk, N. and Grove, T.S., 1993. The ability of 16 ectomycorrhizal fungi to increase growth and phosphorus uptake of *Eucalyptus globulus* Labill. and *E. diversicolor* F. Muell. Plant and Soil, 153: 155-164.
- Chen, C.R., Xu, Z.H. and Mathers, N.J., 2004. Soil carbon pools in adjacent natural and plantation forests of subtropical Australia. Soil Science Society of America Journal, 68: 282-291.
- Cole, R.J. and Rapp, M., 1981. Elemental Cycling in Forest Ecosystems: 341-409. In: Reichle, D.E., (Ed.). Dynamic properties of forest ecosystems. Cambridge University Press, London. 683 p.
- Cornforth, J.S., 1970. Reforestation and nutrient reserve in the humid tropics. Journal of Applied Ecology, 7 (3): 609-615.
- Cromer, R.N., Ryan, P.A., Booth, T.H., Cameron, D.M. and Rance, S.I., 1991. Limitations to productivity of *Eucalyptus grandis* plantations in Sub-tropical Australia. Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 133-146.
- Evans, G., Cartwright, J.B. and White, N.H., 1967. Nectrolide, a phytotoxic compound produced by some root surface isolates of *Cylindrocarpon radicumicola*. Plant and Soil, 20: 253-260.
- Evans, J., 1992. Plantation Forestry in the Tropics. Oxford University Press, Oxford, 422 p.
- Ghosh, R.C., Kaul, O.N. and Subba Rao, B.K., 1978. Some aspects of water relations and nutrition in *Eucalyptus* plantations. Indian Forester, 104: 517-524.
- Hase, H. and Folster, H., 1983. Impact of plantation forestry with teak on nutrient status of young alluvial soil in west Venezuela. Forest Ecology and Management, 6: 361-370.
- Heilman, P. and Norby, R.J., 1997. Nutrient cycling and fertility management in temperate short rotation forest systems. Biomass and Bioenergy, 14: 361-370.
- Hillel, D., 1980. Fundamentals of soil physics. Academic Press. New York, 413 p.
- Jha, M.N., 1992. Impact of grazing *Eucalyptus* on soil: 3-16. In: Singhal, R.M. and Rawat, J.K. (Eds). Effect of growing *Eucalyptus*. Forest Research Institute, Dehra Dun, 176 p.
- Jha, M.N. and Pande, P., 1984. Impact on growing *Eucalyptus* and Sal monocultures on soil in natural Sal area of Doon Valley. Indian Forester, 110: 16-22.
- Jorgensen, J.K and Wells, C.G., 1986. Tree nutrition and fast growing plantations in developing countries. The International Tree Crops Journal, 3: 225-244.
- Kadamba, O. and Aduayi, E.A., 1985. Impact on soils of plantation of *Pinus caribaea* in natural tropical

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولان و کارکنان محترم شرکت سهامی جنگل سفارود، به ویژه آقای مهندس سیف اللهیان (معاون محترم وقت اجرایی)، آقای مهندس قرآنی (مسئول محترم وقت تحقیقات) و آقای بهمن (مسئول محترم آزمایشگاه خاک شناسی شرکت در تاریخ اجرای تحقیق در سال ۱۳۸۴) صمیمانه قدردانی و سپاسگزاری می شود.

منابع مورد استفاده

- آبروش، ز، سفیدکن، ف. و عصاره، م.ح.، ۱۳۸۶. استخراج و تعیین ترکیبهای شیمیایی اسانس پنبج گونه اکالیپتوس کشت شده در مناطق گرمسیری ایران. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳ (۳): ۳۳۰-۳۲۳.
- حبیبی، ح.، ۱۳۶۱. روش های اندازه گیری خاک. پلی کپی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۳۱ صفحه.
- حبیبی کاسب، ح.، ۱۳۷۱. مبانی خاکشناسی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۴ صفحه.
- قرآنی، م.، ۱۳۸۲. پژوهشی پیرامون سازگاری و رشد اکالیپتوس در حوزه جنگلهای شرکت سفارود. همایش ملی فرآوری و کاربرد مواد سلولز، ۹-۱۰ مهرماه ۱۳۸۲، پردیس ۳ دانشکده فنی دانشگاه تهران: ۵۸-۵۴.
- Aborisode, K.D. and Aweto, A.O., 1990. Effects of exotic tree plantations of teak (*Tectona grandis*) and gmelina (*Gmelina arborea*) on a forest soil in south-western Nigeria. Soil Use and Management, 6 (1): 43-45.
- Attiwill, P.M., 1962. Effect of heat pretreatment of Soil on growth of *Eucalyptus obliqua* seedlings. Paper to Inst. Foresters Aust. 3rd Conf., Melbourne, 25p.
- Attiwill, P., 1991. Nutritional resilience of wet sclerophyll Forest: Recovery after disturbance. Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 9.
- Baragali, S.S., Singh, R.P. and Joshi, M., 1993. Changes in soil characteristics in *Eucalyptus* plantations replacing natural broad leaved forests. Journal of Vegetation, 4: 25-28.
- Barker, T.G., King, M., Rab, M.A., Maheswaran, J. and Pearson, A., 1991. Spatial variation in Soil disturbance and Seedling growth in harvested and regenerating *Eucalyptus regnans* F. Muell. Forests. Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 1.

- Pryor, L.D., 1963. Ash bed growth response as a Key to plantation establishment on poor soils. *Australian Forestry*, 27: 48-51.
- Raison, R.J., Jacobsen, K.L., Connell, M.J. and Khanna, P.K., 1991. Nutrition of low elevation mixed species eucalypt Forests in east Gippsland, Victoria. *Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference*, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 200-201.
- Sardabi, H., 1997. An investigation of the relationship between penetration resistance, soil physical properties and the growth of selected tree species. Ph.D. thesis, Department of Forestry, The Australian National University, 144 p.
- Sheng, Y.Y., Jiang, L.J., Kutsch, W., Shuit, C.G. and Tuo, Y., 2004. Impacts of continuous Chinese fir monoculture on soil. *Pedosphere*, 14: 117-124.
- Tome, M. and Pereira, J.S., 1991. Growth and management of Eucalypt plantations in Portugal. *Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference*, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 147-157.
- Turner, J.W. and Lambert, M.P., 1983. Nutrient cycling within a 27-year old *Eucalyptus grandis* plantation in New South Wales. *Forest Ecology and Management*, 6: 155-168.
- Weston, C.J., 1991. Factors limiting the growth of *Eucalyptus* across a range of sites in Gippsland, Victoria. *Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference*, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 158-159.
- Weston, C.J. and Attiwill, P.M., 1991. Recovery of nutrient cycling following disturbance in *Eucalyptus regnans* forests. *Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference*, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 204.
- Willis, E.G., 1980. Allelopathy and its role in forests of *Eucalyptus regnans* F. Muell. Ph.D. Thesis, University of Melbourne, 84 p.
- Yirdaw, E., 2002. Restoration of the native woody diversity, using plantation species as foster trees, in the degraded highlands of Ethiopia. Ph.D. dissertation, Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki, Finland, 61 p.
- Zewide, M., 2008. Temporal changes of biomass production, soil properties and ground flora in *Eucalyptus globulus* plantations in the Central Highlands of Ethiopia. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Forest Soils, Uppsala, Sweden, 74 p.
- Zhang, X.Q., Kirschbaum, M.U.F., Hou, Z. and Gue, Z., 2004. Carbon stock changes in successive rotations of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb) Hook) plantations. *Forest Ecology and Management*, 202: 131-147.
- Zhang, H., Zhang, G.L. and Zhao, Y.G., 2007. Chemical degradation of Ferralsol (Oxisol) under intensive rubber (*Hevea brasiliensis*) farming in tropical China. *Soil and Tillage Research*, 93: 109-116.
- savannas. *Forest Ecology and Management*, 13: 27-29.
- Khanna, P.K., Raison, R.J. and Bauhus, J., 1991. Constraints to nitrification in Soils under *Eucalyptus* native Forests. *Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference*, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 7-11.
- Kirkegaard, J.A., 1990. The effects of compaction on the growth of *Pigeon pea* on clay soils. Ph.D. thesis, University of Queensland, 114 p.
- Lemenih, M., 2004. Effects of land use change on soil quality and native flora degradation and restoration in the highlands of Ethiopia. Ph.D. dissertation, ISSN 1401-6230, ISBN 91-576-6540-0. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Soils, Uppsala, 64 p.
- Lemma, B., 2006. Impact of exotic tree plantations on carbon and nutrient dynamics in abandoned farmland soils of southwestern Ethiopia. Ph.D. dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, ISSN 1652-6880, ISBN 91-5767257-1, Uppsala, 42 p.
- Lundgren, B., 1978. Soil condition and nutrient cycling under natural Tanzanian highland. Department of Forest Soils, Swedish University of Agricultural Sciences, Report No. 31, 400 p.
- Madeira, M., 1991. Studies of soils under *Eucalyptus globulus* plantations in Portugal during the last decade. *Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference*, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 162-163.
- Maheswaran, J., Baker, T.G. and Pearson, A., 1991. The effect of Fire on plant-available and microbial nutrients in harvested and regenerating Mountain Ash Forests. *Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference*, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 207.
- Mendham, D.S., Sankaran, K.V., O'Connell, A.M. and Grove, T.S., 2002. *Eucalyptus globulus* harvest residue management effects on soil carbon and microbial biomass at 1 and 5 years after plantation establishment. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 1903-1912.
- Mengel, K. and Kirkby, E.A., 2001. Principles of plant nutrition. Kulwer Academic publishers, 849 p.
- O'Connell, A.M., 1991. Management of the slash residues after thinning of regrowth Karri Forest. *Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference*, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 212.
- O'Connell, A.M. and Grove, T.S., 1991. Processes contributing to the nutritional resilience or vulnerability of Jarrah and Karri Forests in Western Australia. *Proceedings of Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference*, Melbourne, 7-11 Oct. 1991: 197-180.
- Pennington, P., Laffan, M., Lewis, R. and Otahal, P., 2001. Assessing the long-term impacts of forest harvesting broadcast burning on soil properties at the Warra LTER site. *University of Melbourne, School of Forestry, Tasforests* 13: 291-301.

Impact of different Eucalypt species on forest soil properties in Guilan province

H. Sardabi ^{1*}, A. Rahmani ², B. Hamze ³, M.H. Assareh ⁴ and M. Ghorany ⁵

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands. E-mail: sardabi@rifr-ac.ir.

2- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands.

3- Senior research expert, Research Institute of Forests and Rangelands.

4- Professor, Research Institute of Forests and Rangelands.

5- Senior expert, Shafaroud Forest Joint Stock Company, Guilan Province.

Abstract

The aim of this study was to investigate the positive or negative effects of eucalypt plantation on different soil properties. For this reason, an eucalypt trial consisting of six species: *E. camaldulensis*, *E. macarthurii*, *E. maidenii*, *E. rubida*, *E. saligna*, *E. viminalis* which were planted in 1983 in Sheikh-Neshin state of Shafarud Company in Guilan province under experimental design of Randomized Complete Blocks with four replications at 2×2 m spacing and total number of 100 seedlings at each plot, was used for this research. Soil samples were taken from each plot, including four control ones by auger up to 60 cm. depth (totally 28 samples). Soil morphology was studied by digging three soil profiles at the eucalypt site and two adjacent parcels, including poplar plantation and the oak forest. Soil samples were taken from four soil horizons of each profile (totally 12 samples). Results showed that the species have differed significantly in respect to only few soil properties, including silt percentage, litter dry weight, bulk density, penetration resistance, pH and phosphorous amount. The soil profiles at the eucalypt site and the two adjacent sites of poplar plantation and oak forest consisted of four horizons, including A, AC, B and C. Root development at eucalypt, poplar and oak sites limited to 100, 85 and 150 cm soil depth, respectively. Overall, eucalypt plantation was able to improve soil structure and porosity, particularly at topsoil. Although there was intensive livestock traffic in the eucalypt site, but soil compaction was significantly less than the control plots and there was not significant difference between the eucalypt species in response to penetration resistance. Eucalypt plantation after 22 years reduced soil pH, but it was less than one unit.

Key words: *Eucalyptus*, soil, fertility, compaction.