DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijfpr.2012.107481

فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۰ شمارهٔ ٤، صفحهٔ ٦٥٥-٦٤٥، (۱۳۹۱)

بررسی خصوصیات شیمیایی خاک، مقدار لاشه‌ریزی و ورود عناصر غذایی در سه توده دست‌کاشت آزاد، پلت و ون (جنگل آموزشی- پژوهشی دارابکلا- ساری)

سیده فاطمه هاشمی[۱*]، سید محمد حجتی[۲] و سید محمد حسینی نصر[۲]

۱*- نویسنده مسئول، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،
پست الکترونیک: Fhashemi87@gamil.com

۲- استادیار، گزوه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۱۷

چکیده

در این پژوهش عناصر غذایی خاک، مقدار لاشه‌ریزی پائیزه و ورود عناصر غذایی از طریق لاشبرگ به کف جنگل و ارتباط آنها با هم در سه توده (آزاد، افرا پلت و ون) جنگل‌کاری شده در جنگل آموزشی- پژوهشی دارابکلا ساری مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های خاک از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک برداشت و عناصر غذایی آنها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای اندازه گیری لاشه‌ریزی در فصل خزان ۳ تله جمع‌آوری لاشبرگ (به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر) به‌طور تصادفی در هر توده قرار داده شد و جمع‌آوری لاشبرگ‌ها به‌صورت ماهانه انجام شد. نظر به اینکه برگ درصد قابل توجهی از لاشه‌ریزی را در گونه‌های مورد بررسی به خود اختصاص داده است، بنابراین نمونه‌های برگ‌های خزان شده در ماه‌های مختلف فصل خزان برای اندازه‌گیری محتوی عناصر غذایی به آزمایشگاه منتقل شد. عناصر غذایی خاک بجز مقدار فسفر و پتاسیم در بین گونه‌ها تفاوت معناداری نشان دادند. کمترین مقدار عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در خاک گونه ون مشاهده شد. نتایج کلی لاشه ریزی سه گونه مورد بررسی در سه ماه خزان لاشبرگ نشان داد که افرا بیشترین و ون کمترین مقدار انباشت لاشبرگ را داشته‌اند. نتایج نشان داد که توده‌ها توانسته‌اند خواص خاک را تا حدودی تغییر دهند. یافته‌های پژوهش حاضر مؤید آن است که این تغییرات با تفاوت‌های مشاهده شده در مقدار بازگشت عناصر غذایی در هر توده هم‌خوانی دارد.

واژه‌های کلیدی: تله جمع‌آوری لاشبرگ، بازگشت عناصر غذایی، ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم

مقدمه

برای حفظ و توسعه بهتر جنگلها که سرمایه‌ای ملی و از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی، حیاتی به‌شمار می‌روند، اجرای مدیریتی اصولی و پایدار ضروریست. در این رابطه شناخت ویژگیهای خاک یکی از مبانی مدیریت اصولی جنگل است (Chen *et al*., 2004; Mao *et al*., 2002; Mather & Xu, 2003) که اغلب پیش‌بینی درصد زنده‌مانی و رشد نهال‌ها تحت تأثیر موضوعاتی مانند انتخاب گونه، تعیین حاصلخیزی رویشگاه، نرخ رویش توده و میزان سطح ذخیرگاه لازم در جنگل قرار می‌گیرد (Daniel *et al*., 1979). از سوی دیگر برای ایجاد جنگلی پایدار حفظ عناصر غذایی خاک از اهمیت بسزایی برخوردار است (Onyekwelu *et al*., 2006). کاشت درختان جنگلی موجب بروز تغییراتی در خواص خاک می‌گردد و علاوه بر نوع گونه، شدت این تغییرات تحت تأثیر سن توده و رویش بیوماس قرار می‌گیرد. مطالعات فراوانی در مورد اثر گونه‌های درختی بر خصوصیات خاک انجام شده است که نشان‌دهنده اثر قابل توجه نوع گونه درختی آشکوب بالایی توده بر حاصلخیزی خاک است (Mohr *et al*., 2005; Binkley & Giardina,

1998; Ayres *et al*., 2009). درختان جنگلی توانایی ویژه‌ای در استفاده از منابع قابل دسترس دارند و در الگوی ذخیره‌سازی و چرخه مجدد عناصر غذایی با هم متفاوتند (Parrotta, 1995). این تنوع می‌تواند به‌دلیل تنوع در عوامل ژنتیکی و یا واکنش‌های فنوتیپی به محیط و دسترسی به منابع باشد (Lugo, 1998). گونه‌های درختی از طریق ویژگیهای متفاوتشان در تولید لاشبرگ، رهاسازی عناصر غذایی و ارائه ترکیبات شیمیایی ویژه در لاشبرگ(Rahajoe, 2003) در چرخه عناصر غذایی مؤثر می‌باشند. تأثیر گونه درخت جنگلی بر روی چرخه عناصر غذایی برای درک چگونگی واکنش ترکیب جنگل به تغییرات بسیار مهم است. بررسیها نشان می‌دهد که گونه-های درختی می‌توانند چرخه کربن، نیتروژن و دیگر عناصر غذایی در خاک زیر تاج‌پوششان را تحت تأثیر قرار دهند که این موضوع می‌تواند بر فرآیندهای حیاتی در سطح اکوسیستم مؤثر باشد (Lovett & Rueth, 1999; Lovett *et al*., 2002). ترکیب گونه‌های درختی یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تعیین کیفیت و کمیت لاشبرگ است (Pausas, 1997). گونه‌های گیاهی می‌توانند در خصوصیات مختلف مانند تولید لاشه‌ریزه (Montagnini & Sancho, 1994)، مشخصه‌های شیمیایی و فیزیکی خاک (Challinor, 1968)، میکروکلیما (Montagnini & Sancho, 1994)، توان پراکنش مجدد عناصر غذایی (Alban, 1982)، افزایش تثبیت نیتروژن (Roggy *et al*., 1999)، اثرگذاری بر معدنی شدن نیتروژن خاک (Ewel, 2006) و جمعیت‌های نرم‌تن خاک (Warren & Zou, 2002; Hobbie *et al*., 2006) متفاوت باشند. هر ویژگی که بر کمیت، موقعیت یا توان تجزیه لاشه‌ریزه‌های ورودی مؤثر باشد می‌تواند ویژگیهای خاک را از طریق اثر بر کمیت و جابجایی مواد آلی خاک تغییر دهد. زیرا مواد آلی خاک از طریق تأثیر بر روی تأمین عناصر غذایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، بر حاصلخیزی آن اثرگذارند (Russell *et al*., 2007). درک بهتر تأثیر گونه‌ها بر خاک و مکانیزم‌های ایجاد تغییرات در خاک، توان مدیران و برنامه‌ریزان را در پیش‌بینی اثرهای گونه‌ها بر اکوسیستم و مدیریت بهینه آنها بهبود می‌بخشد. در این تحقیق تأثیر توده‌های دست‌کاشت ۲۰ ساله افرا پلت (*Acer velutinum*)، آزاد (*Zelkova Carpinifolia*) و ون (*Fraxinus excelsior*) که در توده‌های مجاور و متصل به هم و در وضعیت توپوگرفی مشابه‌ای قرار دارند، بر خواص شیمیایی خاک به‌ویژه عناصر غذایی و همچنین چرخش عناصر غذایی از طریق لاشبرگ در این جنگل‌کاریها مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روشها

موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد بررسی جنگل‌کاریهای سری یک جنگل آموزشی- پژوهشی دارابکلا تحت مدیریت دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری است که در حاشیه شمالی رشته کوه البرز و در قسمت مرکزی آن قرار دارد و در ارتفاعات پایین‌بند تا میان‌بند حوضه آبخیز ٧٤ گسترده است. این گستره که در (موقعیت نسبت به ساری) جنوب غربی شهرستان نکا واقع است دارای عرض جغرافیایی ´٢٨ °٣٦ تا ´٣٣ °٣٦ شمالی، طول جغرافیایی ´٢٠ °٥٢ تا ´٣١ °٥٢ شرقی است. اقلیم منطقه معتدل مرطوب تا خیلی مرطوب و میانگین دمای سالیانه ١٦/٧ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ٩٨٣/٨ میلی‌متر است.

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری عناصر تغذیه‌ای خاک

برای نمونه‌برداری از خاک هر گونه، پنج نمونه خاک به‌طور تصادفی از قسمت میانی هر توده به‌منظور اجتناب از اثر حاشیه‌ای از عمق ١٥-٠ سانتی‌متر با استفاده از اوگر برداشت و به‌منظور آماده شدن برای اندازه‌گیری خواص شیمیایی ابتدا در سایه خشک و سپس از الک ٢ میلی‌متری گذرانده شدند. رطوبت، اسیدیته (با استفاده از دستگاه pHمتر الکترونیکی) و هدایت الکتریکی (EC) خاک (با استفاده از دستگاه ECمتر) تعیین شد. کربن آلی با روش

والکی- بلک و نیتروژن کل با استفاده از روش کجلدال تعیین شد. فسفر قابل جذب با استفاده از روش OLSEN و دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد. پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب با استفاده از روش طیف‌سنجی اتمی و دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند (Ghazanshahi, 1997).

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری عناصر تغذیه‌ای برگ

نظر به اینکه بیشترین میزان تولید لاشبرگ در گونه‌های پهن‌برگ در فصل خزان به‌وقوع می‌پیوندد، بنابراین به‌منظور برآورد میزان تولید لاشه‌ریزی در فصل خزان (ماه‌های آبان، آذر و دی) در هر یک از توده جنگل‌کاری، تله‌های جمع‌آوری لاشه‌ریزه (Litter traps) به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر قرار داده شد و لاشه‌ریزه درون تله‌ها به‌صورت ماهانه جمع‌آوری گردید (Liao *et al*., 2006; Tateno *et al*., 2007; Lodhiyal & Lodhiyal, 2003) لاشه‌ریزه‌ها در داخل آون به‌مدت ٤٨ ساعت در دمای ٦٥ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از جداسازی اجزای مختلف لاشه‌ریزه، برگها به‌عنوان جزء اصلی (Prescott, 2005; Meier *et al*., 2006)، توزین و سپس آسیاب شدند. نیتروژن کل با استفاده از دستگاه کجلدال، فسفر به‌روش اسپکتروفتومتر و پتاسیم، کلسیم و منیزیم به‌روش جذب اتمی اندازه‌گیری شدند (Ghazanshahi, 1997).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های شیمیایی خاک با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد. مقایسه کلی داده‌ها پس از اطمینان از توزیع نرمال و همگنی واریانس آنها، با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون Duncan انجام شد. همبستگی پیرسون به‌منظور بررسی رابطه خطی بین داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

عناصر غذایی خاک توده‌های مورد بررسی

نتایج حاصل از آنالیز واریانس مقدار عناصر غذایی خاک سه گونه مورد بررسی در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر نشان می‌دهد که مقدار نیتروژن کل ($p<۰/۰۰۰$)، کلسیم ($p<۰/۰۳$) و منیزیم ($p<۰/۰۲$) در خاک گونه‌های مورد بررسی دارای تفاوت‌های معنی‌داری می‌باشند. مقدار فسفر و پتاسیم خاک گونه‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از نظر آماری نشان ندادند (جدول۱). خاک زیر گونه آزاد بالاترین مقدار نیتروژن کل، کلسیم و منیزیم را به خود اختصاص داده است، در حالی که کمترین مقدار این عناصر غذایی در خاک زیر گونه ون مشاهده شد. اسیدیته و هدایت الکتریکی در بین گونه‌های مورد بررسی تفاوت معناداری نشان ندادند. افرا پلت نسبت به دو گونه دیگر اسیدیته کمتری دارد.

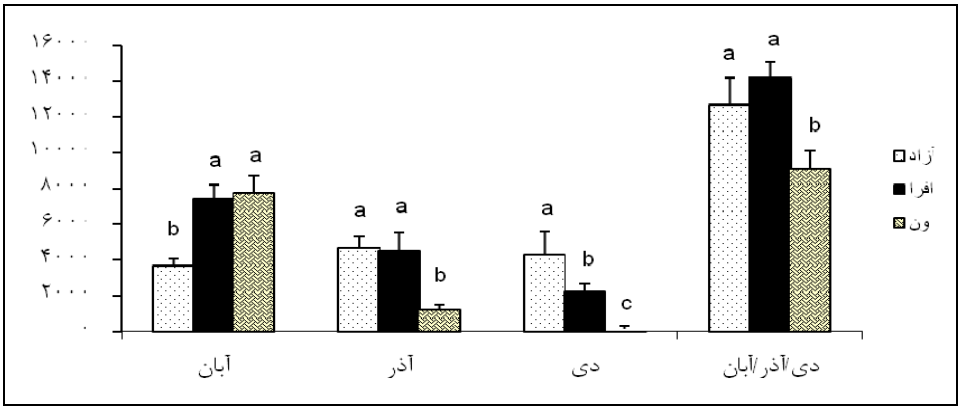
جدول۱- خصوصیات شیمیایی خاک زیر گونه‌های مورد بررسی

متغیر	گونه			سطح معنی‌داری
	آزاد	افرا	ون	
نیتروژن کل (٪)	۰/۳٦^{a}	۰/۲۷^{b}	۰/۳۷^{c}	۰/۰۰۰
فسفر (ppm)	٦۳/۳^{a}	٦۸/٤^{a}	۵۸^{a}	۰/۱۲
پتاسیم (٪)	۱۷/٦٦^{a}	۱۷/٦^{a}	۱۷/۵^{a}	۰/۲٤
کلسیم (٪)	۷/۱۲^{a}	٦/٤۹^{ab}	۵/۵۲^{b}	۰/۰۳
منیزیم (٪)	۰/۸٤^{a}	۰/۷۱^{b}	۰/٦٤^{b}	۰/۰۲
هدایت الکتریکی (ds/m)	۰/۳۸۳^{a}	۰/٤۵۲^{a}	۰/٤۱۸^{a}	۰/٤۸
اسیدیته	٦/۱۳^{a}	۵/۸۱^{a}	۵/۸٤^{a}	۰/۲٤

حروف لاتین غیرمشابه مبین وجود تفاوت آماری معنادار در بین گونه‌ها می‌باشد.

لاشه‌ریزی در فصل خزان در گونه‌های مورد بررسی

نتایج نشان داد که توده‌های جنگل‌کاری مورد بررسی تفاوت‌های معنی‌داری را از نظر مقدار لاشه‌ریزی در فصل خزان داشته‌اند. براساس نتایج بیشترین میزان لاشه‌ریزی در آبان‌ماه بدست آمد. بالاترین میزان لاشه‌ریزی در آبان‌ماه در توده ون و کمترین آن در توده آزاد مشاهده شد. در حالی که در آذرماه این مقادیر بعکس بوده و توده آزاد بالاترین میزان لاشه‌ریزی و ون کمترین میزان را داشتند و این روند در دی‌ماه نیز ادامه یافت (شکل۱). تولید لاشه‌ریزه در سه ماه فصل خزان به‌ترتیب در توده‌های افرا، آزاد و ون به ثبت رسیده است.



شکل۱- مقدار لاشه‌ریزی (برگ) در فصل خزان در سه گونه مورد بررسی (کیلوگرم درهکتار) (حروف لاتین غیر متشابه مبین وجود تفاوت آماری معنادار در بین گونه‌ها می‌باشد).

ورود عناصر غذایی در کف جنگل از طریق لاشبرگ

محاسبه مقدار عناصر غذایی انباشت شده در کف جنگل و آنالیز آماری آنها نشان داد که بجز کلسیم سایر عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم) ($p<۰/۰۱$) انباشته شده از طریق لاشبرگ در کف جنگل تفاوتهای معنی‌داری را بین گونه‌ها نشان دادند (جدول۲). پلت بالاترین مقدار انباشت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم به‌وسیله ریزش لاشبرگ در بین گونه‌ها را به خود اختصاص داده است. ترتیب مقدار ورود عناصر غذایی از طریق لاشبرگ در کف این توده‌ها این گونه بدست آمد: K> N> Ca> P> Mg.

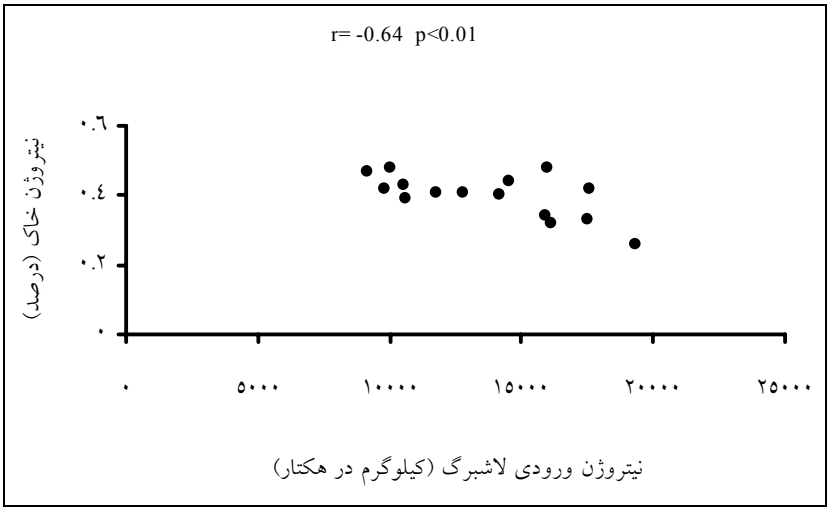
جدول۲- میزان ورودی عناصر غذایی از طریق لاشه‌ریزی به کف جنگل (کیلوگرم در هکتار در سال)

متغیر	گونه			سطح معنی‌داری
	آزاد	افرا	ون	
نیتروژن کل	۱۶۵۷۷/۶۸^{b}	۲۵٤٦٤/٤۱^{a}	۱٦۲۷۱/٦۳^{b}	۰/۰۰۰
فسفر	۳۲۷۷/٤۷۵^{b}	٤۵۳۷/۰۹^{a}	۲۳۱۳/۱۳^{b}	۰/۰۱
پتاسیم	۲۱۱٦٦/۱۵^{b}	۲۸۸۱۰/۵۱^{a}	۲۱۷۷۳/٦٦^{b}	۰/۰۰۱
کلسیم	٦۲٤۸/۳٤۸^{a}	۵٤۳۵/۱^{a}	۷۸۰۵/۷۵^{a}	۰/۵۷
منیزیم	۱۸٦۲/۸۷۵^{ab}	۲۰٦۷/۲۱۱^{a}	۱٤۵۱/٤۲^{b}	۰/۰۰۰

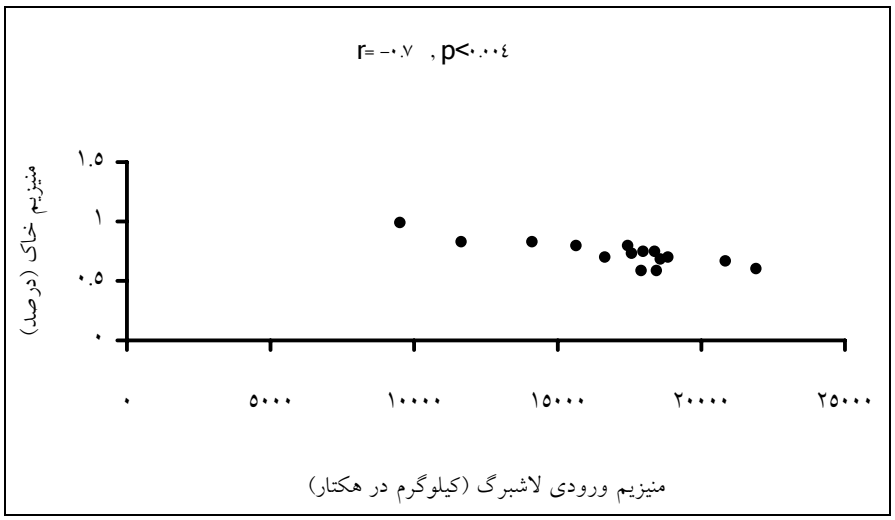
حروف لاتین غیرمشابه مبین وجود تفاوت آماری معنادار در بین گونه‌ها می‌باشد.

ارتباط بین عناصر غذایی لاشبرگ و شیمی خاک

بررسی رابطه بین مقدار ورود عناصر غذایی از طریق ریزش لاشبرگ و عناصر غذایی خاک زیر گونه‌های مورد بررسی با استفاده از آنالیز همبستگی پیرسون نشان داد که همبستگی منفی بین مقدار نیتروژن کل خاک با نیتروژن ($r= -۰/٦٤$ ،$p<۰/۰۱$) و منیزیم ($r= -۰/۷$ ،$p<۰/۰۰٤$) ورودی به کف جنگل از طریق لاشبرگ وجود دارد (شکل۲ و ۳). در حالی که دیگر عناصر غذایی خاک همبستگی معنی‌داری را نشان ندادند.



شکل۲- همبستگی پیرسون میان نیتروژن خاک و انباشت نیتروژن در کف جنگل‌کاریهای مورد بررسی



شکل۳- همبستگی پیرسون میان منیزیم خاک و انباشت منیزیم در کف جنگل‌کاریهای مورد بررسی

بحث

نتایج بدست آمده برای مقدار نیتروژن، کلسیم و منیزیم در خاک سه گونه مورد بررسی بیانگر این است که جنگل‌کاری موجب بروز تغییرات در خواص خاک می‌گردد و علاوه بر نوع گونه، شدت این تغییرات تحت تأثیر سن توده و رویش بیوماس قرار دارد (Augusto *et al.*,

2002). این تفاوتهای کیفی در فرآیند چرخه عناصر غذایی اکوسیستم بیشتر از تفاوتهای کمی در بروز تفاوتها در خواص خاک مؤثر است (Haghen-Thoren *et al*., 2004). با در نظر گرفتن نقش درختان در چرخه بیولوژیکی خاک، تأثیر متقابل جنگل بر خاک و خاک بر جنگل در محدوده اقلیم منطقه‌ای مشخص خواهد شد (Zarrinkafsh, 2001). ویژگیهای خاک جنگل، شامل کمیت و کیفیت ذخایر مواد آلی خاک، وابسته به واکنش-های پیچیده اقلیمی، نوع خاک، مدیریت و گونه درخت است (Lal, 2005). در چرخه عناصر بین خاک و درخت، سالیانه چندین تن برگ به سطح خاک جنگل افزوده می-شود. لاشبرگ همراه با لاشه موجودات خاک تحت تأثیر عوامل بیولوژیکی و اقلیمی به‌تدریج تجزیه می‌گردند و به مرور زمان قسمت عمده آن معدنی می‌شود. نتایج اندازه-گیری مقدار لاشه‌ریزی در توده‌های مورد بررسی در فصل خزان نشان داد که بیشترین لاشه‌ریزی در آبان‌ماه در توده ون صورت گرفته است و بعد از آن افرا بیشترین لاشه‌ریزی را داشته است. آزاد بیشترین مقدار لاشه‌ریزی را در آذر و دی‌ماه داشته است. در حالی که کمترین لاشه‌ریزی در این ماه‌ها مربوط به گونه ون است. به‌طور کلی میانگین لاشه‌ریزی در طی این سه ماه در بین گونه-های مورد بررسی بدین ترتیب بود: افرا> آزاد> ون. از آنجایی‌که برگها بخش اعظم لاشبرگ کل را تشکیل می-دهند، الگوی کلی لاشه‌ریزی بیشتر به عواملی که در پیر شدن و افتادن برگها دخالت دارند بستگی دارد (Cuevas & Lugo, 1998). از طرفی با توجه به شرایط یکسان اقلیمی و توپوگرافی منطقه جنگل‌کاری گونه‌های مورد بررسی، اختلاف در ریزش لاشبرگ در فصل خزان تحت تأثیر رشد گونه‌های مورد بررسی است. لاشه‌ریزی برای پایداری اکولوژیکی جنگل ضروریست. فرآیندهای زیادی در اکوسیستم جنگل به کمیت و کیفیت لاشه‌برگ وابسته هستند. برای مثال میزان لاشه‌ریزی می‌تواند معیاری برای ارزیابی ذخیره عناصر غذایی یا تعیین جریان انرژی و تولید در یک جنگل باشد (Meier *et al*., 2006). علاوه بر تأمین عناصر غذایی برای درخت، لاشبرگ قادر است انرژی و محیط زیست را نیز برای میکروارگانیزم‌ها و جانوران خاکی فراهم کند. همچنین تجزیه لاشه برگ برای حاصلخیزی و شکل‌گیری مواد آلی خاک ضروریست (Guo & Sims, 1999). بنابراین لاشه برگ مؤلفه قابل توجهی در انتقال انرژی و عناصر غذایی در یک اکوسیستم جنگل است (Guo & Sims, 1999; Villela & Proctor, 1999).

در نتیجه تجزیه لاشبرگ، کربن و اکسیژن به اتمسفر و عناصر غذایی به خاک برمی‌گردد (Onyekwelu *et al*., 2006). سه گونه مورد بررسی از نظر مقدار لاشبرگ و بازگشت عناصر غذایی به کف جنگل در شرایط زیست‌محیطی یکسان متفاوت بودند که این موضوع منعکس کننده تغییرات در واکنش اکوفیزیولوژیکی است (Rouhi Moghadam, 2005). در این پژوهش کمترین انباشت نیتروژن، فسفر و کلسیم در توده ون برآورد شد که از دلایل آن می‌توان به غلظت کم این عناصر در لاشبرگ آن نسبت به دیگر گونه‌ها و همچنین تولید کم لاشبرگ این گونه اشاره کرد. عکس این قضیه در خصوص گونه افرا پلت که بالاترین میزان انباشت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم را نشان داد، صادق است. مقایسه نتایج بدست آمده در این پژوهش با نتایج مقدار عناصر غذایی در برگ این گونه‌ها (Hashemi, 2011; Hashemi *et al*., 2012) نشان می‌دهد که میزان انباشت یک عنصر تابعی از تولید لاشبرگ و غلظت عناصر غذایی برگ است. Hashemi (2011) بیشترین مقدار عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم را در برگ افرا پلت بدست آورد.

Hansen *et al*. (2009) در بررسی لاشه‌ریزی و بازگشت عناصر غذایی در ۵ گونه در باغ آزمایشی،

ورودی لاشبرگ مشابه‌ای برای گونه‌های مورد بررسی بدست آوردند. آنها پیشنهاد کردند که تفاوت در انباشت عناصر غذایی به تفاوتها در تجزیه لاشبرگ ارتباط دارد. در این پژوهش با وجود برخی تفاوتها در مقدار عناصر انباشتی و عناصر غذایی خاک بجز در مورد نیتروژن و منیزیم خاک که با میزان انباشت عناصر لاشبرگ همبستگی نشان داد، رابطه معنی‌داری بین میزان هر عنصر در خاک و ورود آن از طریق لاشبرگ مشاهده نشد. بنابراین با استناد بر این نتایج و بررسی Hansen *et al*. (2009) می‌توان نتیجه گرفت که تفاوتهای ایجاد شده در عناصر غذایی خاک زیر گونه‌ها می‌تواند در اثر میزان متفاوت تجزیه لاشبرگ و رهاسازی عناصر غذایی باشد.

با بررسی مقدار لاشبرگ و میزان عناصر ورودی از آن به خاک و تفاوت این مقادیر در بین سه گونه نتیجه می‌شود که گونه‌های مختلف درختی در مقدار بازگشت عناصر غذایی به خاک متفاوت عمل می‌کنند و هرگونه با توجه به وسعت تاج‌پوشش و میزان رویش خود میزانی از لاشبرگ را به کف جنگل می‌ریزد (Verchot *et al*. 2001, Mao *et al*., 2002, Chen *et al*., 2004, He *et al*., 2005, Burton *et al*., 2007 Riha *et al*., 1986). اگرچه در این پژوهش اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین گونه‌ها نشان نداد و گونه‌ها اثر قابل توجهی از این نظر بر خاک نداشته‌اند، با وجود این افرا پلت دارای اسیدیته بیشتری نسبت به ون و آزاد بود. Mohr *et al*. (2005) اظهار داشتند که اسیدیته می‌تواند تحت تأثیر گونه درختی باشد. از تجزیه و تحلیل‌های آماری انجام شده در ارتباط با ویژگیهای شیمیایی خاک، ورود عناصر غذایی از طریق لاشبرگ و ارتباط آنها در گونه‌های مورد بررسی می‌توان نتیجه گرفت که با وجود یکسان بودن منشأ خاک آنها و عدم تفاوت در خصوصیات فیزیکی خاک منطقه مورد بررسی (Radmanesh & Jalilvand, 2007)، تفاوتهایی در ویژگیهای خاک تحت پوشش گونه‌های مورد بررسی دیده می‌شود که این تفاوتها را می‌توان تأثیر نوع گونه بر خاک دانست. اگرچه برای تغییر خصوصیات کلی خاک نیاز به زمان زیادی است (Haghen-Thoren *et al*., 2004)، ولی نتایج Farley & Kelly (2004) نشان داد که حتی در طی دوره ۱۰ ساله، تغییرات پوشش گیاهی می‌تواند خواص خاک را تغییر دهد. در تحقیق حاضر نیز نتایج نشان می‌دهد که توده‌ها توانسته‌اند خواص خاک را تا حدودی تغییر دهند. این تغییر با توجه به شرایط یکسان توپوگرافی منطقه کاشت گونه‌ها و خصوصیات فیزیکی خاک (Radmanesh & Jalilvand, 2007) و همچنین تفاوت‌های مشاهده شده در مقدار متفاوت انباشت عناصر غذایی و در نتیجه آن بازگشت آنها در هر توده رخ می‌دهد. در یک سیستم بسته تفاوت بین گونه‌ها در تأثیر بر شیمی خاک بیشتر منعکس کننده بازگشت عناصر به خاک بوده که به تقاضا و جذب مواد غذایی توسط هر گونه مرتبط است (Haghen-Thoren *et al*., 2004). اما در طبیعت وضعیت پیچیده‌تری وجود دارد به‌طوری که ورودی‌ها و خروجی‌های سیستم نیز ممکن است تحت تأثیر نوع گونه تغییر کنند (Augusto *et al*., 2002).

Montagnini & Parras (1998) و Montagnini (2000) بیان کردند که میزان عناصر غذایی خاک با گذشت زمان تغییر می‌کند. مثلاً عناصر غذایی P، K و Mg کاهش ولی Ca افزایش می‌یابد. Rouhi Moghaddam (2006) نیز در تحقیق خود این تغییر را برای Mg مشاهده کرد. مطالعات نشان می‌دهد که عناصر P و K دو عنصری هستند که بیش از دیگر عناصر غذایی در خاکهای جنگل‌کاری شده تخلیه می‌گردند (Bowen & Nambiar, 1984).

از آنجایی که بیشترین تأثیر جنگل‌کاریها در بهبود شرایط خاک، اغلب ۵ تا ۱۰ سال بعد از بسته شدن تاج‌پوشش بوقوع می‌پیوندد (Sanchez, 1989) و با توجه

به اینکه توده‌های جنگل‌کاری شده مورد بررسی به‌عنوان توده‌های جوان محسوب می‌شوند، می‌توان انتظار داشت که تأثیرات آنها به خصوصیات خاک با افزایش سن توده‌ها افزایش یابد. تحقیقات انجام گرفته در جنگل‌کاریهای جوان در مناطق معتدله فقط تأثیر روی کف جنگل را نشان می‌دهد (Vesterdal & Raulund-Rasmussen, 1998; Sanborn, 2001, Haghen-Thoren *et al*., 2004).

با مسن‌تر شدن توده‌ها این اثرها پُررنگ‌تر می‌شود. پس از ۵۰-۴۰ سال تغییرات در خاک معدنی نیز بر حسب خواص اولیه و اصلی خاک و گونه‌های کاشته شده دیده می‌شود (Haghen-Thoren *et al*., 2004). به‌طور کلی یافته‌های این پژوهش مؤید آن است که توده‌های آزاد، افرا پلت و ون در مدت ۲۰ سال استقرار خود توانسته‌اند تأثیر اندکی بر عناصر غذایی خاک داشته باشند.

منابع مورد استفاده

- Ewel, J., 2006. Species and rotation frequency influence soil nitrogen in simplified tropical plant communities. Ecol. Appl., 16(2):490-502.
- Farley, K.A., and Kelly, E.F., 2004. Nutrient dynamics in a multi-age *Pinus radiata* plantation in the Ecuadorian Andes. Journal of Forest Ecology and Management, 195: 281-290.
- Ghazanshahi, J., 1998. Soil and Plant Analysis. Homa Publications, 311 p.
- Guo, L.B. and Sims, R.E.H., 1999. Litter production and nutrient return in New Zealand eucalypt short-rotation forests: implications for land management. Agric. Ecosys. Environ., 73: 93-100.
- Hagen-Thorn, A., Armolaitis, K., Callesen, I. and Stjernquist, I., 2004. Macronutrients in tree stems and foliage: a comparative study of six temperate forest species planted at the same sites. Ann. For. Sci., 61: 489-498.
- Hagen-Thorn, A., Callesen, I., Armolaitis, K. and Nihlgard, B., 2004. The impact of European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantation on former agricultural land. Forest and Ecology Management, 195: 373-384.
- Hansen, K.I., Vesterdal, L., Schmidt, I.K., Gundersen, P., Sevel, L., Bastrup-Birk, A., Pedersen, L.B. and Bille-Hansen, J., 2009, 'Litterfall and nutrient return in five tree species in a common garden experiment. Forest Ecology and Management, 257(10): 2133-2144.
- Hashemi, S. F., 2011. Comparison of growth, tree nutrition, nutrient cycling and soil properties in tree species planted in Darabkola-Sari. M.Sc. thesis, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Faculty of Natural Resources, 93 P.
- Hashemi, S.F., Hojjati, S.M., Hosseini Nasr, S.M. and Jalilvand, H., 2012. Comparison of nutrient elements and elements retranslocation of *Acer velutinum*, *Zelkova carpinifolia* and *Pinus brutia* in

References

- Alban, D.H., 1982. Effects of nutrient accumulation by aspen, spruce, and pine on soil properties. Soil Sci. Soc. Am. J., 46(4): 853-861.
- Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D. and Rothe, A., 2002. Impact of several common tree species of temperate forest on soil fertility. Annals of Forest Science, 59 (3): 233-253.
- Ayres, E., Steltzer, H., Berg, S., Wallenstein, M.D., Simmons, B.L. and Wall, D.H., 2009. Tree Species Traits Influence Soil Physical, Chemical, and Biological Properties in High Elevation Forests. PLoS ONE 4(6): e5964. doi:10.1371/journal
- Binkley, D. and Giardina, C., 1998. Way do tree species affect soil? The warp and woof of tree-soil intractions. Boigeochemistry, 42: 89-106.
- Bowen, G.D. and Nambiar, E.K.S., 1998. Nutrition of Plantation Forests. In: M.L. Duryea & Ph.M. Dougherty (Eds.), Forest regeneration Manual, KluwerAcademic Publishers, London: 53–78 pp.
- Burton, J., Chen, C.R., Xu, Z.H. and Ghadiri, H., 2007. Soluble organic nitrogen pools in adjacent native and plantation forests of subtropical Australia. Soil Biol. Biochem., 39: 2723-2734.
- Challinor, D., 1968. Alteration of surface soil characteristics by four tree species. Ecology, 49: 286-290.
- Chen, C.R., Xu, Z.H. and Mathers, N.J., 2004. Soil carbon pools in adjacent natural and plantation forests of subtropical Australia. Soil Sci. Soc. Am. J., 68: 282-291.
- Cuevas, E. and Lugo, A.E., 1998. Dynamics of organic matter and nutrient return from litterfall in stands of tropical tree plantation species. Forest Ecology and Management, 112: 263-279.
- Daniel, T.W., Helms, J.A. and Barker, F.B., 1979. Principles of Silviculture. Mc Graw-Hill Book Company, 500 p.

Darabkola-Mazindaran. Iranian Journal of Forest, 4(2): 175-185.
- He, J.Z., Xu, Z.H. and Hughes, J., 2005. Soil fungal communities in adjacent natural forest and hoop pine plantation ecosystems as revealed by molecular approaches based on 18S rRNA genes. FEMS Microbiol. Lett., 247: 91-100.
- Hobbie, S.E., Reich, P.B., Oleksyn, J., Ogdahl, M., Zytkowiak, R., Hale, C. and Karolewski, P., 2006. Tree species effects on decomposition and forest floor dynamics in a common garden. Ecology, 87: 2288-2297.
- Lal, R., 2005. Forest soils and carbon sequestration. Forest Ecol. Manage., 220: 242-258.
- Liao, J.H., Wang, H.H., Tsai, C.C. and Hseu, Z.Y., 2006. Litter production, decomposition and nutrient return of uplifted coral reef tropical forest. Forest Ecology and Management, 235: 175-185.
- Lodhiyal, N. and Lodhiyal, L.S., 2003. Aspects of nutrient cycling and nutrient use pattern of Bhabar Shisham forests in central Himalaya, India. Forest Ecology and Management, 176: 237-252.
- Lovett, G.M. and Rueth, H., 1999. Soil nitrogen transformations in beech and maple stands along a nitrogen deposition. Ecol. Apple, 9: 1330-1344.
- Lovett, G.M., Weathers, K.C. and Arthur, M.A., 2002. Control of nitrogen loss from forested watersheds by soil carbon: nitrogen ratio and tree species composition. Ecosystems, 5: 712-718.
- Lugo, A.E., 1998. Mangrove forests: a tough system to invade but an easy one to rehabilitate. Marine Pollution Bulletin, 37: 427-430.
- Mathers, N.J. and Xu, Z.H., 2003. Solid-state 13C NMR spectroscopy: Characterization of soil organic matter under two contrasting residue management regimes in a 2-year-old pine plantation of subtropical Australia. Geoderma, 114: 19-31.
- Mao, X.A., Xu, Z.H., Luo, R.S., Mathers, N.J., Zhang, Y.H. and Saffigna, P.G., 2002. Nitrate in soil humic acids revealed by nitrogen-14 nuclear magnetic resonance spectroscopy. Aust. J. Soil. Res., 40: 717-726.
- Meier, C.E., Stanturtf, J.A. and Gardiner E.S., 2006. Litterfall in the hardwood forest of a minor alluvial-floodplain. Forest Ecology and Management, 234: 60-77.
- Montagnini, F., 2000. Accumulation in above-ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in a humid tropical lowland. Forest and Ecology and Management, 13: 257-270.
- Montagnini, F. and Sancho, F., 1994. Aboveground biomass and nutrients in young plantation of four indigenous tree species: Implications for site nutrient conservation. Sustainable Forestry, 1: 115-139.
- Montagnini, F. and Porras, C., 1998. Evaluating the role of plantations as carbon sinks: an example of an integrative approach from the humid tropics. Environmental Management, 22: 459-470.
- Mohr, D., Simon, M. and Topp, W., 2005. Stand composition affects soil quality in oak stands on reclaimed and natural sites. Geoderma, 129: 45-53.
- Onyekwelu, J.C., Mosandl, R. and Stimm, B., 2006. Productivity, site evaluation and state of nutrition of *Gmelina arborea* plantations in Oluwa and Omo forest reserves. Nigeria Forest and Ecology and Management, 229: 214-227.
- Parrotta, J.A., 1995. Infuence of understory composition on overstory composition on understory colonization by native species in plantation on a degraded tropical site. J. Veg. Sci., 6: 627-636.
- Pausas, J.G., 1997. Litter fall and litter decomposition in *Pinus sylvestris* forests of the Eastern Pyrenees. Journal of Vegetation Science, 8: 643-650.
- Prescott, C.E., 2005. Do rates of litter decomposition tell us anything we really need to know?. Forest Ecology and Management 220: 66-74.
- Radmanesh, H. and Jalilvand, H., 2009. Qualitative and quantitative survey of Darabkola forest stands. The First International Conference of Climate Change and Dendrochoronology in Caspian Ecosystems, 8 p.
- Rahajoe, J.S., 2003. The role of litter production and decomposition of dominant tree species on the nutrient cycle in natural forest with various substrate conditions. Doctoral Dissertation, Hokkaido University, Japan,
- Riha, S.J, James, B.R., Senesac, G.P. and Pallant, E., 1986. Spatial variability of soil pH and organic matter in forest plantations. Soil Sci. Soc. Am. J., 50: 1347-1352.
- Roggy, J.C., Prévost, M.F., Gourbiere, F., Casabianca, H., Garbaye, J. and Domenach, A.M., 1999. Leaf natural 15N abundance and total N concentration as potential indicators of plant N nutrition in legumes and pioneer species in a rain forest of French Guiana. Oecologia, 120: 171-182.
- Rouhi Moghaddam, E., 2006. Growth dynamics and nutrition of monoculture and mixed plantations of oak (*Quercus castaneifolia* C.A.Mey.). Ph.D. Thesis, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modarres University, 235 p.
- Russell, A.E., Raich, J.W., Valverde-Barrantes, O.J. and Fisher, R.F., 2007. tree Species effects on soil properties in experimental plantations in tropical

moist forest. Soil Sci. Soc. Am. J., 71: 1389-1397.
- Sanborn, P., 2001. Influence of broadleaf trees on soil chemical properties: a retrospective study in the sub-boreal spruce zone, British Colombia, Canada. Plant Soil, 236(1): 75-82.
- Sanchez, P.A., Palm, C.A., Szott, L.T., Cuevas, E. and Lal, R., 1989. Organic input management in tropical agroecosystems. In: Coleman, D.C., Oades, J.M. and Uehara, G., (Eds.). Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystem. Honolulu, Hawaii, USA: University of Hawaii Press, 24 p.
- Tateno, R., Tokuchi, N., Yamanaka, N., Du, S., Otsuki, K., Shimamura, T., Xue, Z., Wang, S. and Hou, Q., 2007. Comparison of litterfall production and leaf litter decomposition between an exotic black locust plantation and an indigenous oak forest near Yan and on the Loess Plateau, China. Forest Ecology and Management, 241: 84-90.
- Verchot, L.V., Holmes, Z., Milon, L., Groffman, P.M. and Lovett, G.M., 2001.Gross vs net rates of N mineralization and nitrification as indicators of functional differences between forest types. Soil Biol. Biochem., 33: 1889-1901.
- Vesterdal, L. and Raulund-Rasmussen, K., 1998. Forest floor chemistry under seven tree species along a soil fertility gradient. Can. J. For. Res., 28(11): 1636-1647.
- Villela, D.M. and Proctor, J., 1999. Litterfall mass, chemistry and nutrient retranslocation in a monodominant forest on Maraca Island, Roraima, Brazil. Biotropica, 31(2): 198-211.
- Warren, M.W. and Zou, X., 2002. Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico. Forest Ecology and Management, 170: 161-171.

Soil chemical properties, amount of litterfall and nutrients recycling into Caucasian elm, maple and ash plantation stands at Darabkola Experimental Forest Station

S.F. Hashemi [1*], S.M. Hojati [2] and S.M. Hosseini Nasr [2]

1*- Corresponding author, M.Sc. Graduated of forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, I.R. Iran. E-mail: Fhashemi87@gamil.com
2- Assistant prof., Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, I.R. Iran.
Received: 20.02.2012 Accepted: 07.11.2012

Abstract

In this experiment, soil nutrients, amount of autumn litterfall and nutrients recycling via litterfall into forest floor and their relationships to each other were studied in three stands (Elm, Maple and Ash) at Darabkola Experimental Forest of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (North of I.R. Iran). Soil samples were made from 0-15 cm depth of soil surface and their chemical properties (pH, EC and the concentrations of N, P, K, Ca and Mg) were tested. Three litter traps (50×50 cm) were randomly placed in each stand and litter was collected at monthly intervals in autumn. Because leaves usually form a significant percentage of litterfall amount, they were collected from each litter-trap at different months of autumn, dried and sieved and finally analyzed. Results showed that there was significant difference ($p<0.05$) between the tree species in terms of soil nutrient concentration,except P and K contents). The lowest amount of soil N, P, K, Ca and Mg belonged to Ash plantation. Overall, the greatest and the lowest amount of litterfall belonged to Maple and Ash species, respectively. The results showed that the stands were able to change th soil properties to some extent. It might be concluded that these changes are consistent with the differences observed in respect to the recycled nutrients at each stand.

Key words: 3 litter trap, recycled nutrient, N, P, K, Ca, Mg