فصلنامهٔ علمی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۵، شماره ۳، صفحه ۱۹۴-۳۷۳، (۱۳۹۸)

اثر ترکیب تاج‌پوشش بر مقدار لاشریزی، تنفس و برخی خصوصیات خاک در توده‌های خالص و آمیخته راش و ممرز

آتنا کیان‌مهر[۱]، سیدمحمد حجتی*[۲]، یحیی کوچ[۳] و فرهاد قاسمی آقباش[٤]

۱- دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. (atena.kianmehr@yahoo.com)

۲- دانشیار، گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. (s_m_hodjati@yahoo.com)

۳- استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران. (yahya.koch@yahoo.com)

٤- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران. (f.ghasemi@malayeru.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰٦/۱۱

چکیده

این پژوهش برای بررسی تأثیر توده‌های خالص و آمیخته راش و ممرز بر مقدار لاشریزی، مشخصه‌های خاک و تنفس در جنگل آموزشی-پژوهشی دارابکلا ساری انجام شده است. تعداد ۱۰ قطعه‌نمونه دایره‌ای (۱۰ آر) در هرکدام از سه توده به روش تصادفی درنظر گرفته شد. نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متر برداشته شده و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آنها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری لاشریزی تعداد ۱۰ تله لاشبرگ به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر در هرکدام از توده‌ها قرار داده شد و لاشریزه‌ها هر دو ماه یک‌بار جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که مقدار اسیدیته، نیتروژن کل، درصد شن، سیلت، مقدار تنفس خاک و مقدار لاشبرگ در توده‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان داده است. بیشترین مقدار لاشریزی برگ در مهر و کمترین مقدار آن در فروردین‌ماه مشاهده شده است. محاسبه مقدار عناصر غذایی ورودی به کف جنگل و تجزیه آماری آن‌ها نشان داد که تمامی عناصر اندازه‌گیری شده شامل کربن، نیتروژن، فسفر و پتاسیم تفاوت‌های معنی‌داری را بین توده‌ها نشان داده‌اند.

واژه‌های کلیدی: تله لاشبرگ، خصوصیات خاک، دارابکلا، عناصر غذایی.

---

* نویسنده مسئول شمارهٔ تماس: ۰۱۱۳۳۸۸۲۹۸٤

مقدمه

خاک به‌عنوان بخش مهمی از اکوسیستم‌ها شناخته شده است و نقش مهمی در توسعه پوشش گیاهی جنگلی و در نتیجه افزایش کیفیت رویشگاه دارد (Hashemi *et al*., 2017). یکی از شاخص‌های سلامت بوم‌نظام جنگل، وجود لایه لاشبرگ است که تجزیه آن از طریق تنظیم مواد آلی خاک، آزادسازی عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، تأثیر بر چرخه کربن خاک و بازگشت عناصر غذایی برگ‌ها به خاک، بخشی از عناصر مورد نیاز برای رشد را در اختیار گیاهان قرار می‌دهد (Wardle *et al*., 2003، Hoorens *et al*., 2010). در مرحله اول فرآیند تجزیه مقدار ماده آلی ازدست‌رفته لاشبرگ با مقدار نیتروژن موجود در ترکیبات اولیه لاشبرگ‌ها رابطه مثبت و با نسبت کربن به نیتروژن و لیگنین به نیتروژن نیز رابطه منفی دارد (Gao *et al*.,2016). همچنین تحت تأثیر شرایط خرد اقلیمی منطقه، زی‌توده، تنوع و فعالیت ارگانیسم‌های تجزیه‌کننده، آبشویی غیرحیاتی مواد محلول در مراحل اولیه بوده و همه این عوامل مستقیم یا غیرمستقیم متأثر از تاج‌پوشش جنگل هستند (Annunzio *et al*., 2008 ،Hojjati, 2007). وجود تاج-پوشش باعث افزایش مقدار برگ ریخته شده در سطح خاک می‌شود که با تجزیهٔ تدریجی آن‌ها، حاصلخیزی خاک جنگلی افزایش یافته و خواص خاک نیز به نحو مطلوبی اصلاح می‌شود. به خصوصیات شیمیایی لاشریزه شامل غلظت عناصر غذایی، مقدار و نوع ماده آلی کیفیت لاشریزه گفته می‌شود. کیفیت بالای لاشریزه-ها موجب افزایش جمعیت تجزیه‌کنندگان خاکزی و فعال‌شدن بخش زیستی خاک می‌شود که عواملی مانند سختی، مورفولوژی، نسبت کربن به نیتروژن، فسفر و طول عمر برگ‌ها بر آن مؤثر است (Augusto *et al*, 2002). به‌دلیل تفاوت در کیفیت شیمیایی لاشبرگ گونه‌های درختی، ترکیب‌های مختلف تاج‌پوشش می-تواند اثرهای متفاوتی روی دسترسی عناصر غذایی داشته باشد، چرا که عناصر غذایی از طریق تجزیه و معدنی شدن لاشریزی به‌وسیله ارگانیسم‌های خاک آزاد می‌شوند (Prescott, 2005)، از این‌رو بسیاری از فرآیندهای بیوشیمیایی لایه بستر جنگل و افق‌های معدنی خاک به‌وسیله تاج‌پوشش کنترل می‌شود (Hojjati, 2007). ترکیب شیمیایی و مقدار تولید لاشبرگ متأثر از تاج‌پوشش گونه‌های درختی، متفاوت بوده و این دو عامل در میزان تجمع مواد آلی کف جنگل مؤثر هستند (Pausas, 1997)؛ اما ممکن است در توده-های آمیخته نسبت به توده‌های خالص رفتار متفاوتی داشته باشند که همین امر منجر به بروز اختلافات در میزان تجمع مواد آلی در کف جنگل آمیخته نسبت به توده‌های خالص می‌شود. در سال‌های اخیر پژوهش‌های فراوانی در مورد تأثیر گونه‌های مختلف درختی بر خصوصیات خاک انجام شده که نشان‌دهنده اثر قابل‌توجه نوع لاشبرگ گونه‌های درختی آشکوب بالایی توده بر حاصلخیزی خاک است (Mohr *et al*., 2005، Ayres *et al*., 2009). گونه‌های درختی از طریق ویژگی‌های متفاوتشان در لاشبرگ تولیدشده، رهاسازی عناصر غذایی و ارائه ترکیبات شیمیایی ویژه در لاشبرگ اثرهای متفاوتی روی خاک دارند (Eshaghi Rad *et al*., 2014، Rohi moghadam *et al*., 2010، Karami kordalivand *et al*., 2015).

زمانی که لاشبرگ‌های آمیخته از چندین گونه درختی در کنار هم قرار می‌گیرند؛ الگوهای پیچیده از دست‌دادن وزن، پویایی عناصر غذایی و جوامع تجزیه-کننده شکل می‌گیرد، به‌طوری‌که فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی به‌صورت جداگانه و یا در ارتباط باهم می‌توانند اثرهای متقابل میان لاشبرگ‌های گونه-های متفاوت را در طول فرآیند تجزیه هدایت کرده،

فعالیت تجزیه‌کننده‌ها و ترکیب عناصر غذایی درونی درختان را تحت تأثیر قرار دهند (Hansen and Coleman, 1998). با توجه به اهمیت گونه‌های راش و ممرز، به‌عنوان دو گونه مهم در عرصه‌های جنگلی شمال کشور، بررسی اثر ترکیب تاج‌پوشش درختی این دو گونه بر مشخصه‌های کیفی لاشبرگ و خاک در جنگل-های هیرکانی حائز اهمیت است؛ بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تاج‌پوشش توده‌های خالص و آمیخته راش و ممرز بر خصوصیات خاک و لاشریزی در جنگل‌های طبیعی خالص و آمیخته راش و ممرز انجام شد تا توانایی توده‌های جنگلی را در تغییر مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، توده‌های خالص و آمیخته راش و ممرز جنگل آموزشی پژوهشی دانشکده منابع طبیعی ساری (سری یک دارابکلا) انتخاب شدند. جنگل‌های دارابکلا در جنوب شرقی شهرستان ساری در ارتفاعات پایین‌بند تا میان‌بند حوضه آبخیز ۷٤ در عرض ´۲۳ °۳٦ تا ´۳۳ °۳٦ و طول شرقی ´۲۰ °۵۲ تا ´۳۱ °۵۲ قرار دارد. حداقل ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱٦۰ متر و حداکثر ۷۱۰ متر است. پارسل‌های مورد بررسی بخشی از پارسل‌های ۹، ۱۲ و ۲۲ سری ۱ هستند که به‌ترتیب شامل راش خالص (درصد ترکیب ۹۰ درصد)، آمیخته (راش، ممرز) و ممرز خالص (درصد ترکیب ۹۰ درصد) هستند. با توجه به اهداف پژوهش، محدوده مورد بررسی طوری انتخاب شد که توده‌ها از نظر مشخصات فیزیوگرافی شامل ارتفاع از سطح دریا (۷۰۰-٦۰۰ متر)، درصد شیب (۲۰ درصد) و جهت عمومی دامنه (شمالی-جنوبی) دارای حداکثر همگنی بوده و حداقل تفاوت‌ها را در خصوصیات خاک و مواد مادری داشته باشند. با توجه به سطح توده‌های مورد بررسی، قطعه‌نمونه‌های دایره‌ای به مساحت ۱۰۰۰ مترمربع با ۱۰ تکرار در هر توده به روش تصادفی با رعایت حداقل فاصله و اجتناب از اثرهای حاشیه‌ای مرز جنگل پیاده-سازی شدند. به‌منظور برآورد میزان تولید لاشریزی در هریک از توده‌های جنگلی در آذرماه ۱۳۹٤، تله‌های جمع‌آوری لاشریزی (Litter trap) به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر (Tateno *et al.*, 2007) در ارتفاع ۳۰ سانتی-متر از سطح زمین در قسمت میانی هر قطعه‌نمونه نصب و لاشریزی درون تله‌ها به فواصل زمانی ٦۰ روز جمع-آوری شد (Liao *et al*, 2006، Tateno *et al*, 2007). سپس تفکیک لاشریزه به برگ به‌عنوان جزء اصلی، چوب، بذر و دیگر انجام شد (Prescott, 2005، Meier *et al.*, 2006) و همه اجزاء پس از شستشو در داخل آون به‌مدت ٤۸ ساعت در دمای ٦۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و سپس با استفاده از آسیاب خرد شدند. برای بررسی نیتروژن موجود در بخش‌های گیاهی از روش تیتراسیون در سیستم کجلدال استفاده شد (Vahing *et al*, 1999). به‌علاوه برای اندازه‌گیری پتاسیم قابل جذب گیاه از روش نشر شعله‌ای و فسفر قابل جذب از روش اسپکتروفتومتری استفاده شد (Ghazanshahi, 1998).

نمونه‌برداری خاک از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری در مرکز قطعه‌نمونه با استفاده از استوانه فلزی (با قطر هشت سانتی‌متری) در بهمن‌ماه انجام شد. در مجموع، ۳۰ نمونه خاک (۱۰ نمونه خاک از هر توده) برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه مشخصه‌هایی مانند بافت خاک به روش هیدرومتری، رطوبت خاک به روش توزین و خشک‌کردن، جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه (Ghazanshahi, 1998)، کربن آلی به روش والکی بلاک، نیتروژن کل با استفاده از روش کجلدال، فسفر قابل جذب با استفاده از روش اولسن و دستگاه اسپکتروفتومتر، کربنات کلسیم با استفاده از

روش خنثی‌سازی، پتاسیم قابل‌جذب با استفاده از روش طیف‌سنجی اتمی، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه Ec متر و اسیدیته با استفاده از دستگاه pH متر اندازه-گیری شدند (Ghazanshahi, 1998). برای اندازه‌گیری مقدار تنفس خاک در قطعات نمونه موردبررسی، لوله-هایی پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتی‌متر و طول ۲۰ سانتی-متر پس از کنار زدن لاشبرگ‌ها در زمین نصب شد و مقدار تنفس خاک توسط دستگاه Co2 port (ساخت آلمان)، دما خاک توسط دماسنج دیجیتال و رطوبت خاک به‌وسیله رطوبت‌سنج در زمان برداشت نمونه خاک، اندازه‌گیری شده است.

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در ابتدا نرمال‌بودن داده-ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون انجام شد. با توجه به نرمال‌بودن داده‌ها، برای مقایسه مقادیر آزادسازی عناصر غذایی و خصوصیات خاک از آزمون تجزیه واریانس و برای مقایسه میانگین گروه‌ها از آزمون چند دامنه دانکن در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز واریانس مقدار عناصر غذایی خاک سه توده مورد بررسی در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر نشان داد که مقدار اسیدیته خاک، نیتروژن کل، شن و سیلت دارای تفاوت معنی‌دار است. خاک زیر توده ممرز خالص دارای بیشترین مقدار نیتروژن کل است. مقدار هدایت الکتریکی فسفر، پتاسیم، نسبت کربن به نیتروژن و کربن خاک توده‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از نظر آماری نشان نداده‌اند. تنفس خاک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار بوده و بیشترین مقدار تنفس در زیر تاج‌پوشش خالص ممرز مشاهده شده است (جدول ۱).

آنالیز تفکیک لاشریزی در ماه‌های (شهریور و مهر) و (آبان و آذر) نشان داد که مقدار ریزش برگ دارای تفاوت معنی‌دار در بین توده‌ها است. در ماه شهریور و مهر بیشترین مقدار بذر در توده آمیخته بوده است. در ماه آبان و آذر بیشترین مقدار بذر در توده خالص راش و کمترین مقدار آن در توده خالص ممرز و توده آمیخته بوده است (جدول ۲). نتایج تفکیک و آنالیز لاشریزی‌ها بیان کرد که غیر از ماه اسفند و فروردین در تمامی ماه-های سال، برگ بیشترین سهم از لاشریزی را در هر سه توده به‌خود اختصاص داده است (جدول ۲).

نتایج نشان داد که توده‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری را از نظر مقدار لاشبرگ دارند. بر اساس نتایج بیشترین مقدار لاشبرگ در ماه‌های آبان و آذر و کم‌ترین مقدار آن در ماه فروردین و اسفند بوده است. مقدار ریزش برگ در ماه‌های دی و بهمن، اردیبهشت و خرداد، تیر و مرداد، آبان و آذر دارای تفاوت معنی‌داری است. بیشترین مقدار لاشبرگ ماه‌های دی و بهمن در توده‌های خالص ممرز و آمیخته و کمترین مقدار آن در توده خالص راش مشاهده شده است. بیشترین مقدار لاشبرگ اردیبهشت و خردادماه در توده آمیخته و کمترین مقدار آن در توده‌های خالص راش و ممرز است. در ماه تیر و مرداد بیشترین مقدار لاشبرگ در توده خالص ممرز بود. در ماه‌های آبان و آذر بیشترین مقدار لاشبرگ در توده خالص راش و کمترین مقدار آن در توده خالص ممرز بوده است و توده آمیخته حالت حد واسط داشته است که با هر دو توده خالص تفاوت معنی‌داری دارد (شکل ۱).

جدول ۱- (میانگین± اشتباه معیار) مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی خاک و ترکیب‌های مختلف تاج‌پوشش

Table 1. (Mean ± standard error) Physicochemical and biological characteristics of the soil and various canopy composition

Sig.	F	ترکیب‌های تاج‌پوشش Canopy composition			مشخصه Facture
		آمیخته Mixed	ممرز خالص Pure Hornbeam	راش خالص Pure Beech	
0.327	0.724	1.47±0.05^{ns}	1.55±0.06^{ns}	1.58±0.15^{ns}	جرم مخصوص ظاهری Bulk density
0.030	3.987	55.03±3.58^{b}	51.39±2.45^{b}	63.80±3.42^{a}	شن (درصد) Sand (%)
0.036	3.758	32.42±2.53^{ab}	26.85±2.32^{b}	35.26±1.66^{a}	سیلت (درصد) Silt (%)
0.250	1.459	12.53±1.86^{ns}	13.34±1.50^{ns}	9.34±1.85^{ns}	رس (درصد) Clay (%)
0.005	6.467	5.57±0.08^{b}	5.97±0.01^{a}	5.49±0.09^{b}	اسیدیته pH
0.462	0.794	0.42±0.02^{ns}	0.39±0.02^{ns}	0.39±0.01^{ns}	هدایت الکتریکی (دسی سیمنز) Electric conduction (ds/m)
0.292	1.290	2.42±0.17^{ns}	2.96±0.38^{ns}	2.50±0.13^{ns}	کربن آلی (درصد) Carbon (%)
0.290	1.297	2.27±0.46^{ns}	1.92±0.28^{ns}	1.47±0.28^{ns}	کربنات کلسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Calcium (mg/kg)
0.001	8.467	0.13±.00^{b}	0.18±0.00^{a}	0.13±0.00^{b}	نیتروژن کل (درصد) Nitrogen (%)
0.094	2.586	3.35±0.60^{ns}	6.40±1.58^{ns}	3.77±0.53^{ns}	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام) Available Phosphorus (ppm)
0.438	0.850	136.95±26.23^{ns}	140.13±18.54^{ns}	170.44±13.16^{ns}	پتاسیم قابل جذب Available Potassium (ppm)
0.000	17.575	52.99±1.95^{b}	73.94±3.29^{a}	55.65±2.74^{b}	تنفس خاک (مول کربن در ساعت بر مترمربع) Soil respiration (mol c/h^{-1}/m^{-2})
0.301	1.25	12.95±0.87^{ns}	13.37±0.51^{ns}	11.91±.055^{ns}	رطوبت (درصد) Moisture (%)
0.00	18.86	8.41±0.14^{a}	8.03±0.091^{b}	7.49±0.05^{c}	دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (˚C)
0.256	1.432	17.91±0.88^{ns}	16.08±1.59^{ns}	19.01±.1.12^{ns}	نسبت کربن به نیتروژن Carbon/nitrogen ratio

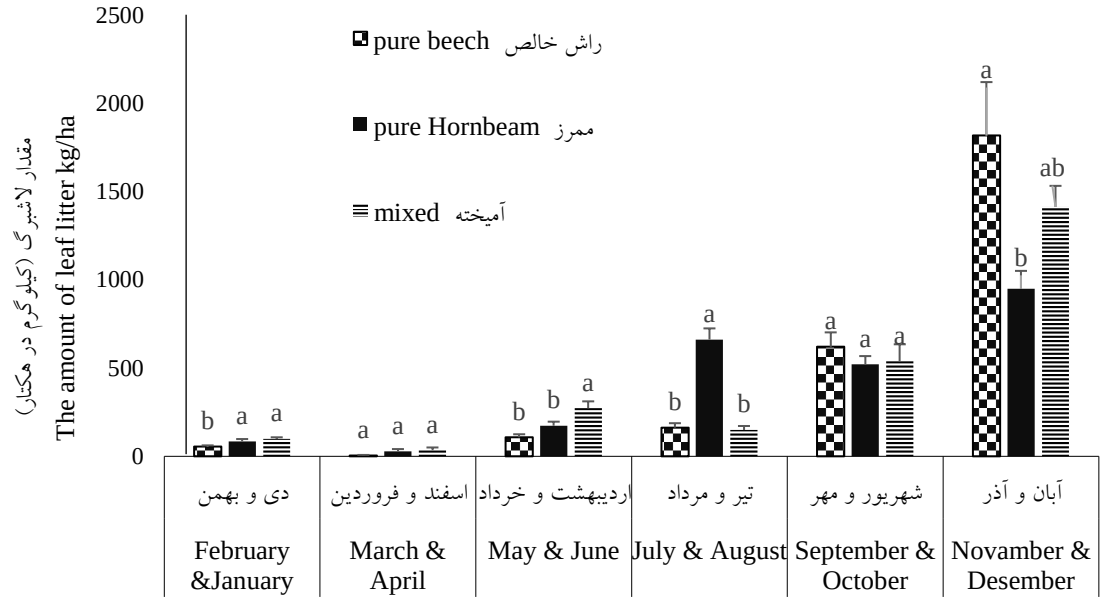
حروف لاتین غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت آماری معنی‌دار است.

Different letters indicate significant differences

جدول ۲- (میانگین± اشتباه معیار) تفکیک لاشریزی کل (درصد) در ترکیب‌های مختلف تاج‌پوشش جنگل

Table 2. (Mean ± standard error) Separation of total litterfall (%) in different forest canopy composition. different Latin letters show the significant difference.

Sig.	F	ترکیب‌های تاج‌پوشش Canopy composition			مشخصه Feature	زمان Time
		آمیخته Mixed	ممرز خالص Pure Hornbeam	راش خالص Pure Beech		
0.75	0.28	62.01±9.39a	51.33±9.99a	59.26±11.76a	برگ Leaf	دی و بهمن February & January
0.64	0.44	28.84±8.83a	30.10±8.91a	32.46±9.52a	چوب Wood	
0.96	0.04	6.01±4.07a	9.36±6.95a	2.95±2.92a	بذر Seed	
0.64	0.45	3.12±1.12a	9.19±5.01a	5.31±2.31a	دیگر Etc	
0.77	0.25	31.60±9.99a	10.00±8.05a	19.25±10.35a	برگ Leaf	اسفند و فروردین March & April
0.12	2.23	4.22±2.85a	0.00a	0.00a	چوب Wood	
.	.	0.00a	0.00a	0.00a	بذر Seed	
0.66	0.41	77.36±10.23a	90.00±10.00a	80.74±10.35a	دیگر Etc	
0.37	1.03	56.91±11.14a	76.46±7.96a	69.46±9.90a	برگ Leaf	اردیبهشت و خرداد May & June
0.15	1.97	3.96±2.76a	10.16±4.64a	22.22±10.07a	چوب Wood	
0.59	0.53	4.74±4.74a	6.86±6.86a	0.00a	بذر Seed	
0.01	4.59	34.37±11.31a	6.50±3.54b	8.31±4.25b	دیگر Etc	
0.30	1.22	100.0±0.0a	88.12±9.96a	82.37±9.91a	برگ Leaf	تیر و مرداد July & August
0.47	0.76	0.00a	11.87±9.96a	12.86±10.09a	چوب Wood	
0.12	2.25	0.00a	0.00a	4.76±10.04a	بذر Seed	
.	.	0.00a	0.00a	0.00a	دیگر Etc	
0.00	14.24	52.04±9.36b	96.16±2.56a	85.44±4.15a	برگ Leaf	شهریور و مهر September & October
0.09	2.62	6.61±2.48a	0.00a	5.72±2.92a	چوب Wood	
0.02	8.19	40.58±11.01b	8.83±2.56a	8.83±4.18a	بذر Seed	
0.38	1.00	0.75±0.75a	0.00a	0.00a	دیگر Etc	
0.05	3.18	94.26±3.25a	92.85±2.72a	80.41±6.01b	برگ Leaf	آبان و آذر November & December
0.20	1.68	2.71±1.54a	4.56±2.47a	11.70±5.63a	Wood چوب	
0.02	4.38	0.00b	1.39±0.73b	7.08±3.01a	بذر Seed	
0.48	0.72	3.02±2.23a	1.19±0.66a	0.79±0.55a	دیگر Etc	



شکل ۱- (میانگین± اشتباه معیار) مقدار لاشبرگ (کیلوگرم در هکتار) در ترکیب‌های مختلف تاج‌پوشش جنگل در فواصل زمانی ٦٠ روزه

Figure 1. (Mean ± standard error) The amount of litter and leaf litter (kg / ha) in different forest canopy composition at 60-day intervals

محاسبه غلظت عناصر غذایی موجود در لاشبرگ گونه‌های مورد بررسی و آنالیز آماری آن‌ها نشان داد که به‌جز پتاسیم دیگر عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، کربن، نسبت کربن به نیتروژن) لاشبرگ تفاوت‌های معنی‌داری را در بین توده‌ها نشان ندادند. بیشترین مقدار غلظت پتاسیم در توده خالص ممرز و کمترین مقدار غلظت در توده آمیخته بوده است (جدول ۳). آنالیز آماری تمامی عناصر غذایی ورودی اندازه‌گیری- شده شامل کربن، نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیانگر تفاوت‌های معنی‌داری در بین گونه‌ها بوده است (شکل ۲). توده خالص ممرز بیشترین مقدار ورودی کربن، فسفر و پتاسیم به‌وسیله ریزش لاشبرگ و توده‌های خالص راش و آمیخته کمترین مقدار این عناصر را به‌خود اختصاص داده‌اند. مقایسه میانگین مقدار ورودی نیتروژن سالانه نیز دارای تفاوت معنی‌دار است، به‌طوری‌که در توده خالص راش دارای کمترین مقدار و در توده خالص ممرز بیشترین مقدار را دارا بوده است (شکل ۲).

بحث

کیفیت لاشبرگ به‌عنوان عامل اصلی کنترل‌کننده نرخ تجزیه است و شاخص نسبت کربن به نیتروژن (C/N)، غلظت‌های فسفر و نیتروژن به‌عنوان بهترین پیش‌بینی- کننده‌های نرخ تجزیه در لاشبرگ‌ها هستند (Wang *et al.*, 2007). مقدار ورودی یک عنصر تابعی از تولید لاشبرگ و غلظت عناصر غذایی برگ است. در کل، مواد آلی با نسبت بالای C/N، نیتروژن بیشتری را انباشت می‌کنند زیرا میکروب‌ها (باکتری‌ها و قارچ‌ها) نیتروژن را از خاک می‌گیرند و این مسئله منجر به تجزیه پایین لاشبرگ‌ها، مخصوصاً در سال اول، می‌شود (Bonanomi *et al.*, 2010). مطابق یافته‌های این پژوهش توده راش خالص بالاترین نرخ C/N را داشته است، به بیانی دیگر بیشترین ورودی نیتروژن در توده خالص ممرز دیده شد، که از دلایل آن می‌توان به غلظت زیاد این عنصر در لاشبرگ این گونه نسبت به توده‌های دیگر و همچنین تولید کم لاشبرگ این گونه اشاره کرد

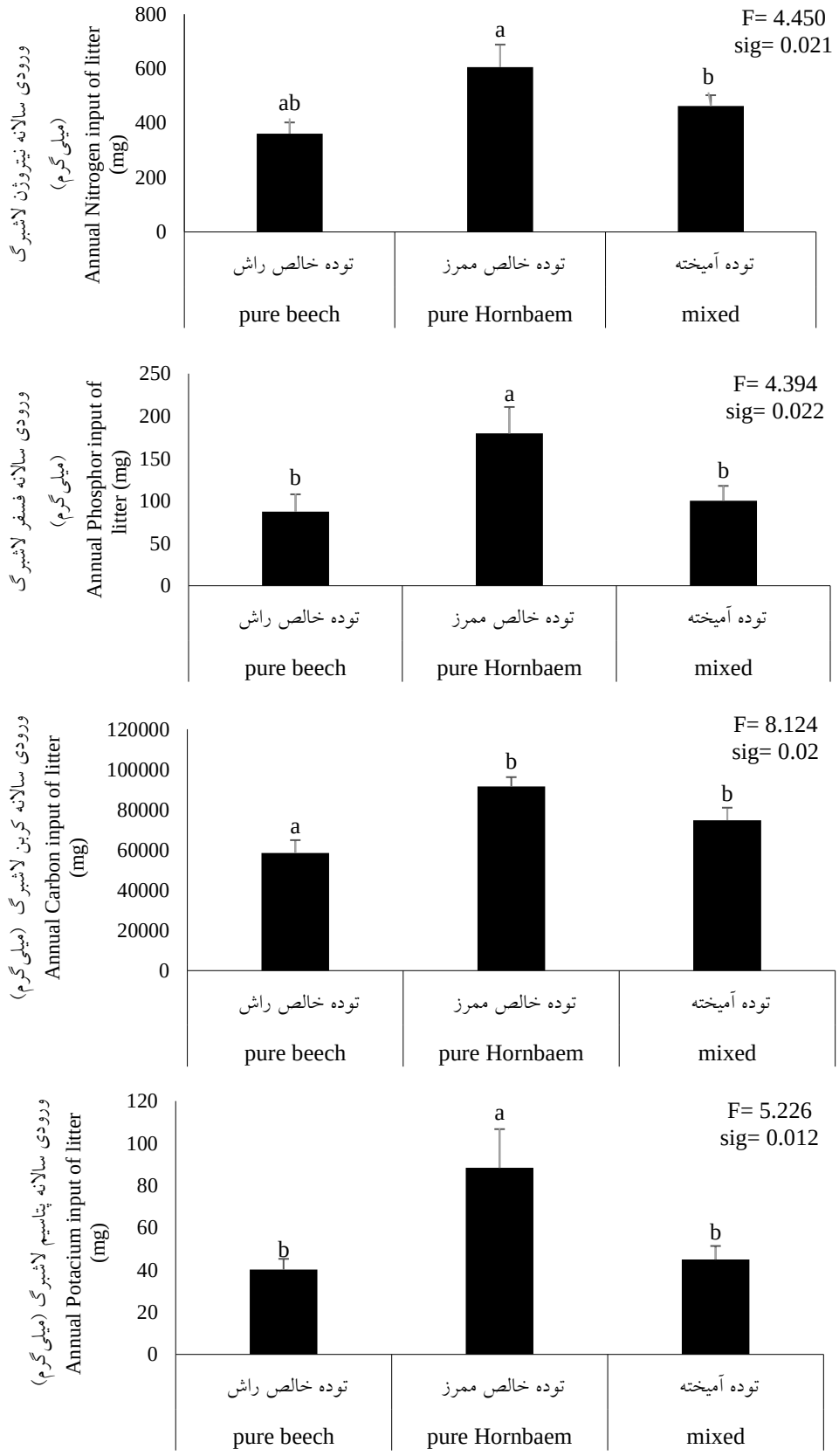
که با نتایج تحقیق Hashemi و همکاران (2017) مطابقت دارد. فسفر از عناصری است که در طول فرآیند تجزیه در لاشبرگ‌ها و رویشگاه‌های مختلف، رفتار متفاوتی را نشان می‌دهد و در این بررسی نیز بین توده-های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده - است و نتایج Wang و همکاران (2007) نیز آن را تأیید می‌کند.

جدول ۳- (میانگین± اشتباه معیار) غلظت مشخصه‌های کیفی لاشبرگ در ترکیب‌های مختلف تاج‌پوشش جنگل

Table 3. (Mean ± standard error) Concentration of quality characteristics of litter in different forest canopy composition

Sig.	F	ترکیب‌های تاج‌پوشش Canopy composition			مشخصه Facure
		آمیخته Mixed	ممرز خالص Pure Hornbeam	راش خالص Pure Beech	
0.86	0.14	0.32±0.02 a	0.33±0.03 a	0.31±0.01a	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)
0.18	1.82	0.06±0.01 a	0.09±0.01 a	0.06±0.00 a	فسفر (درصد) Phosphorus (%)
0.06	3.06	0.02±0.00b	0.05±0.01a	0.34±0.00ab	پتاسیم (درصد) Potasium (%)
0.12	3.23	50.11±0.15 a	50.61±0.25 a	50.11±0.14 a	کربن (درصد) Carbon (%)
0.81	0.20	167.49±18.42a	184.84±39.22 a	163.31±7.27 a	نسبت کربن به نیتروژن Carbon/nitrogen raito

در اکوسیستم‌های جنگلی، لاشبرگ بیشترین بخش لاشریزه تولیدی را به‌خود اختصاص داده و قسمت اعظم مواد آلی و عناصر غذایی افق هوموس خاک مربوط به آن است (Berg and McClaaugherty, 2008). نتایج اندازه‌گیری مقدار لاشریزی در توده‌های مورد بررسی در فصول مختلف سال نشان داد که برگ بیشترین سهم از لاشریزی را نسبت به چوب، بذر و دیگر ترکیبات تشکیل داده است. به‌طوری‌که در توده خالص راش ٦٦/٠٣ درصد، در توده خالص ممرز ٦٩/١٥ درصد و در توده آمیخته ٦٦/٣١ درصد از لاشریزی را به‌خود اختصاص داده است. همچنین مطابق یافته‌ها بیشترین مقدار لاشریزی برگ در مهرماه و پس از آن ماه آذر قرار دارد و در ماه فروردین نیز کمترین مقدار لاشریزی صورت گرفته است، که این امر طبیعی به نظر می‌رسد که بیشترین لاشریزی برگ در فصل خزان (مهر و آذر) و کمترین آن در شروع فصل رشد (فروردین) صورت گیرد. همچنین در مهرماه توده ممرز خالص بیش از توده آمیخته و راش خالص لاشریزی برگ داشته است که می‌توان به خزان زودتر برگ‌های ممرز نسبت به گونه راش اشاره کرد (Asghari Sorkhi *et al.*, 2015). در این پژوهش در ماه‌های آبان و آذر کمترین مقدار لاشریزی مربوط به توده خالص ممرز بوده است، به‌بیان‌دیگر در اوایل فصل پاییز خزان ممرز اتفاق افتاد و در پایان فصل پاییز و زمستان برگ‌های راش در توده‌های خالص و آمیخته خزان داشتند.



شکل ۲- (میانگین± اشتباه معیار) محتوی ورودی عناصر غذایی مغذی از طریق لاشبرگ در ترکیب‌های مختلف تاج‌پوشش

Figure 2. (Mean ± standard error) Content of nutrient input through litter and leaf litter in different forest canopy composition

احتمالاً رویشگاه‌های مختلف تأثیر مختلف و گاه متضادی بر ترکیبات فسفردار و چرخه و ذخیره فسفر در خاک خواهند داشت (HagenThorn, 2004). Montagnini (2000) در کاستاریکا در پژوهش خود بیان کرد که در جنگلکاری‌های آمیخته نسبت به خالص، خاک دیرتر مواد غذایی خود را از دست می‌دهد و وضعیت فسفر خاک بهبود می‌یابد. Gol و همکاران (2010) کاهش فسفر خاک را در گونه‌های تثبیت‌کننده ازت مشاهده کردند. با توجه به نتایج ضدونقیض در این زمینه، تجزیه‌وتحلیل تأثیر گونه‌ها اغلب با دشواری‌هایی همراه است (Augusto *et al.*, 2002). عنصر فسفر کمتر دچار آبشویی می‌شود (Russell *et al.*, 2007). فسفر از عناصری است که در طول فرآیند تجزیه در لاشبرگ‌ها و رویشگاه‌های مختلف، رفتار متفاوتی را نشان می‌دهد و در این پژوهش نیز بین توده‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری از نظر مقدار فسفر قابل جذب مشاهده نشده است که نتایج Hagen-Thorn و همکاران (2004) نیز آن را تأیید می‌کند. برخلاف فسفر، پتاسیم عنصری است که هم از طریق رواناب از دسترس خارج می‌شود و هم به‌صورت آبشویی وارد آب‌های زیرزمینی می‌شود اما بخش اعظم آن توسط گیاه جذب می‌شود (Asghari Sorkhi *et al.*, 2015) همان‌طور که مشاهده شده است در توده آمیخته به‌دلیل وجود سیستم ریشه دوانی متنوع و استفاده از افق‌های مختلف، خاک تحت پوشش آن مقدار فسفر کمتری نسبت به توده‌های خالص دارد و بالاترین غلظت این عنصر نیز مربوط به توده راش می‌شود. بیشتربودن درصد رطوبت در توده خالص ممرز نسبت دو توده دیگر به‌دلیل زیاد بودن سرعت تجزیه لاشبرگ ممرز و در نتیجه افزایش مقدار مواد آلی خاک است. بدین‌صورت که با افزایش مقدار مواد آلی در خاک، درصد رطوبت نیز افزایش می‌یابد (Silveria *et al.*, 2010). عدم وجود تفاوت درصد کربن آلی در خاک توده‌های مورد بررسی را می‌توان همانند Parrotta (1999) که او نیز تفاوتی را در مورد درصد کربن و ماده آلی جنگلکاری‌های خالص و آمیخته اکالیپتوس با دو گونه تثبیت‌کننده ازت نیافت و علت را افزایش فعالیت بیولوژیکی در خاک دانست، توجیه کرد. درحالی که Augusto و همکاران (2002) نشان داده‌اند که مقدار کربن و مواد آلی خاک، تحت تأثیر گونه‌های موجود در آشکوب‌های فوقانی جنگل قرار دارد. اسیدیته خاک می‌تواند تحت تأثیر گونه درختی (Mohr *et al.*, 2005) باعث تفاوت در نرخ تجزیه عناصر شود. مقایسه مقدار اسیدیته در توده‌های مورد بررسی نشان داد که توده ممرز خالص بالاترین مقدار pH را دارد، که این امر باعث شده که مقدار تجزیه لاشبرگ‌ها سریع‌تر انجام شده و غلظت عناصر قلیایی در خاک تحت پوشش آن بیشتر باشد. خاک توده راش اسیدی‌تر از بقیه است که این امر در کنار کیفیت ضعیف لاشبرگ راش باعث کندی تجزیه برگ‌های آن می‌شود. در توده‌های پهن‌برگ جنگل‌های شمال و منطقه مورد بررسی هر چه خاک اسیدی‌تر باشد نرخ تجزیه کمتر و سرعت فرآیند تجزیه لاشبرگ کندتر است. این نتیجه با یافته‌های Norden (1994) که در بررسی خود کمتربودن مقدار این مشخصه را در خاک زیر توده‌های راش در مقایسه با توده بلوط گزارش کرده است و همچنین Neiryck و همکاران (2000) که در بررسی خود بر روی گونه‌های نمدار و افرا بیان کرده‌اند که توده نمدار و افرا pH بالاتری نسبت به گونه‌های بلوط قرمز و راش داشته‌اند، مطابقت دارد.

درختان از طریق تأثیر بر دمای خاک و تغییر بیلان رطوبتی آن می‌توانند موجب تغییر میکروفون و ماکروفون خاک شوند (kooch *et al*, 2012). از طرفی هرچه خاک غنی‌تر باشد تجمع و فعالیت موجودات خاک‌زی در آن بیشتر است. یافته‌های این پژوهش نشان

داده‌است که در توده ممرز خالص نسبت به دیگر توده‌ها علاوه بر غنی‌بودن خاک، نسبت کربن به نیتروژن نیز پایین‌تر است که این امر شرایط را برای حضور میکروارگانیسم‌ها و موجودات خاک‌زی فراهم می‌کند که مطابق نتایج، وجود تنفس خاک بالاتر در این توده به معنی تمرکز و فعالیت بیشتر ارگانیسم‌های خاک است. نرخ تجزیه بالاتر در توده ممرز باعث افزایش فعالیت تنفسی میکروب‌ها در این توده نسبت به دیگر توده‌ها شده است. باوجود اختلاف آماری معنی‌دار، تفاوت چندانی در میانگین دمای توده‌ها دیده نمی‌شود در این حالت بالاتر بودن رطوبت خاک باعث تسریع نرخ تجزیه شده است. Albers و همکاران (2004) نیز به نتیجه‌ای مشابه دست‌یافته و همبستگی بالایی را بین میزان رطوبت لایه لاشبرگ و نرخ تجزیه سوزن‌های نوئل گزارش کردند و بالابودن تنفس خاک را نیز دلیل تجزیه بیشتر مواد لاشبرگی دانستند. در منطقه مورد بررسی نیز نرخ تجزیه بالاتر در توده ممرز باعث افزایش فعالیت تنفسی میکروب‌ها در این توده نسبت به دیگر توده‌ها شده است. به‌طورکلی مجموعه‌ای از فاکتورهای مساعد در توده ممرز شامل مقدار رس بالاتر، اسیدیته کمتر، نسبت کربن به نیتروژن کمتر و فعالیت میکروبی بیشتر وجود دارد که باعث شده نرخ تجزیه لاشبرگ بالاتر و غلظت عناصر ورودی به خاک بیشتر از توده‌های آمیخته و راش خالص باشد.

نتایج نشان داد که ترکیب تاج‌پوشش توانسته است تا حدودی خواص خاک منطقه را تغییر دهد که این تغییرات با تفاوت‌های مشاهده شده در مقدار ورودی عناصر غذایی در هر توده هم‌خوانی دارد. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش مؤید آن است که تأثیر ترکیب‌های مختلف تاج‌پوشش (راش خالص، ممرز خالص و آمیخته راش و ممرز) روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی اندازه‌گیری- شده، تأثیر معنی‌داری داشته و نظر به اینکه خاک جنگل به‌عنوان یک محل ذخیره برای کربن از اهمیت زیادی برخوردار است، از این‌رو مدیریت اصولی جنگل به‌منظور رسیدن به ترکیب مناسب تاج‌پوشش و به طبع آن تأثیر آن روی خاک می‌تواند در حاصلخیزی توده جنگلی، ذخیره ماده آلی و همچنین Co2 متصاعد شده از خاک مؤثر باشد.

References

- Annunzio, R., B. Zeller, M. Nicolas, J.F. Dhote & L. Saint-Andre, 2008. Decomposition of European beech (*Fagus sylvatics*) Litter: Combining Quality Theory and ^{15}N labeling Experiments. *Soil Biology&Biochemistry*, 40:322-333.
- Asghari Sorkhi, A., S. M. Hojjati, H. Jalilvand & M. Mojarabi, 2015. The Effect of Canopy Composition on Soil Properties in Pure and Mixed Stands of Beech (Case Study: Aland Forest -Sari). *Journal of renewable natural resources research*, 6 (3): 1-10.
- Augusto L., J. Ranger., D. Binkly and A. Rothe, 2002. Impact of several common tree species of temperate forest on soil fertility, *Annuls of forest science*, 59: 233-254.
- Augusto, L., J. Ranger, D. Binkley & A. Rothe, 2002. Impact of several common tree species of temprate forest on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59 (3): 233-253.
- Ayres, E., H. Steltzer, S. Berg, M. D. Wallenstein, B. L. Simmons& D. H. Wall, 2009. Tree Species Traits Influence Soil Physical, Chemical, and Biological Properties in High Elevation Forests. *PLoS ONE*, 4 (6): e5964.
- Berg, B., McClaaugherty, C., 2008. Plant litter: Decomposision, Humus Formation, Carbon Sequestration. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*. 338p.
- Bonanomi, G., G. Incerti, V. Antignani, M. Capodilupo & S. Mazzoleni, 2010. Decomposition andnutrient dynamics in mixed litter of Mediterranean specie. *Plant Soil*, 331: 481–496.
- Eshaghi Rad, J. P. Ghafarnejad and A. Bandg Shafiee, 2014. Quantitative evaluation of pinus nigra plantation and its effect on plant

diversity and soil chemical properties of rangeland ecosystems (case study: urmia airport plantation). Journal of forest. 6 (4). 471-482.
- Gao, J., F. Kang & H. Han, 2016. Effect of Litter Quality on Leaf-Litter Decomposition in the Context of Home-Field Advantage and Non-Additive Effects in Temperate Forests in China. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(5): 1911-1920.
- Ghazanshahi, J., 1998. Soil and plant analysis. *Homa Publications*, 311p.-Gol, C., Cakir, M. and Baran, A. 2010. Comparison of Soil Properties between Pure and Mixed Uludag Fir (*Abiesnordmanniana ssp. bornmüllerianaMattf.*) Stands in Ilgaz Mountain National Park. Ekoloji 19, 75, 33-40.
- Hagen_ Thorn, A. Armolaitis, K. colleen. I and stjemqujst, i. 2004. Macronutrients on tree stems and foiage: a comparative study of six temperate forest species planted at the same sites. Ann. For. Sci. 61: 489-498.
- Hansen, R. A. & D.C. Coleman, 1998. Litter complexity, composition are determinants of the diversity, composition of oribatid mites (*Acari Oribatida*) in litterbags. *Applied Soil Ecology*. 9 (1–3): 17–23.
- Hashemi, S. A. S. M. Hojati, S. M. Hoseiny Nasr, M. Asadyan & M. Tafazoli, 2017. Studying soil physical and net Nitrogen mimeralization in plantation and natural stands in Darabkola Forest (sari). *Journal of forest research and development*. 3 (2). 119-132. (In Persian)
- Hojjati, S.M., 2007. The Impact of Canopy Composition on the Nutritional Status of admixed *sprus* and *beech* Forest at Solling, Central Germany. *Forest Sciences and Forest Ecology*. 97p.
- Hoorens, B., D. Coomes & R. Aerts, 2010. Neighbour identity hardly affects litter-mixture effects on decomposition rates of New Zealand forest species. *Oecologia*, 162: 479–489.
- Karami Kordalivand, P., S. M. Hosseini, A. Rahmani & J. Mokhtari, 2015. Effects of pure and mixed Caucasian alder (*Alnus subcordata C. A. Mey*.) and estern cottonwood (*Populus deltoids Marsh*). Plantation on carbon sequestration and some physical and chemical prpperties, *Iranian Journal of forest and Poplar Research*, 23 (3): 402-412. (In Persian)
- Kooch, Y., S. M. Hosseini, C. Zaccone, H. Jalilvand & S. M. Hojjati, 2012. Soil organic carbon sequestration as effected by afforestation: Darab kola forest (north of Iran) case study. *Journal of Environmental Monitoring*, 14: 9. 2446-2448.
- Liao, J. H., H. H. Wang, C. C. Tsai & Z. Y. Hseu, 2006. Litter production, decomposition andnutrient return ofuplifted coral reef tropical forest. *Forest Ecology and Management*, 235: 175-185.
- Meier, C. E., J. A. stanturtf & E. S. Gardiner, 2006. Litterfall in the hardwood forest of a minor alluvial-floodplain. *Forest Ecology and Management*, 234: 60-77.
- Mohr, D., M. Simon & W. Topp, 2005. Stand composition affects soil quality in oak stands on reclaimed and natural sites. *Geoderma*, 129: 45-53.
- 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 Ecology and Management*. 137 (1-3): 257-270.
- Neiryck, J. Mitcheva, S. Sioen, G. and Lust, N. 2000. Impact of tilia phtyphylus scop. *Fraxinus excelsior*, Acer pseudoplatanus. Quercus robur L. and Fagus silvatica L. on earthworm biomass and phsico chemical properties of loamy topsoil. *Forest Ecology and Management*, 133: 275-286.
- Norden, U. 1994. The influence of broad-leved tree species on pH and organic matter content of forest topsoils in Scania, South Sweden. *Scand. J. For. Res*. 9 (1), 1-8
- Parrotta, J. A. 1999. Productivity, nutrient cycling, and succession in single and mixed species plantations of Casuarina equisetifolia, Eucalyptus robusta, and Leucaena Leucocephala in Puerto Rico. *Forest Ecology and Manaement* 124 (1): 45-77.
- 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.
- Rohi Moghadam, A., s. M. Hosseini, E. Ebrahimi &A. Rahmani, 2010. Evaluation of some soil properties in mixed and pure plantation of oak, *Soil Research (Soil and Water Sience)*, 25(1): 39-48. (In Persian)

- Silveria, M.L., N.B. comerford, K.R. Reddy, J. Prenger & W. F. Debusk, 2010. Influence of military land uses on soil carbon dynamics in forest ecosystems of Georgia, USA. *Ecological Indicators*, (10): 905-909.
- Tateno, R., N. Tokuchi, N. Yamanaka, S. Du, K. Otsuki, T. Shimamura, Z. Xue, S. Wang & Q. Hou, 2007. Comparison of litterfall productionand leaf litter decomposition between an exoticblack locust plantation and anindigenous oakforest near Yan and on the Loess Plateau. China.*Forest Ecology and Management*, 241: 84-90.
- Wang, Q., Wang, S., Fan, B., & Yu, X., 2007. Litter production, leaf litter decomposition and nutrient return in Cunninghamia lanceolata plantations in south China: effect of planting conifers with broadleaved species. *Plant and Soil*, *297*(1-2): 201-211.- Wardle, D. A., M. Nilsson, O. Zackrisson, C. Gallet, 2003. Determinants of litter mixing effects in a Swedish boreal forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 35: 827-835.

Effect of canopy composition on litterfall rate, respiration and some Soil properties in pure and mixed stands of beech and hornbeam

A. Kianmehr[1], S. M. Hojjati[*2], Y. Koch[3] and F. Ghasemi Aghbash[4]

1- Ph.D. student of Ecology and Forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. (atena.kianmehr@yahoo.com)
2- Associate professor, Department of forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. (s_m_hodjati@yahoo.com)
3- Assisment professor, Forest Department, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, I. R. Iran. (yahya.koch@yahoo.com)
4- Assistant professor, Department of Rangland and Watershed management, Faculty of Natural Resource and Environment, Malayer, I. R. Iran. (f.ghasemi@malayeru.ac.ir)

Received: 18.04.2018 Accepted: 02.09.2018

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of pure and mixed stands of beech and hornbeam on soil properties, soil respiration and litterfall rate in Sari educational-research forest of Darabkola. Ten circular plots were randomly considered in each of the three stands. Soil samples were taken at a depth of 0 - 10 cm and soil chemical and physical properties were measured. To collect litter, 10 litter traps (50 × 50 cm) were placed in the stands and the litter was collected every two months. Results showed that soil acidity, total nitrogen, sand and silt percentage and soil microbial respiration were significantly different in different stands. The studied stands showed a significant difference between the amounts of litter. According to the results, the highest and lowest amount of litter was observed in October and April, respectively.

Keywords: Darabkola, Litter trap, Nutrient elements, Soil properties.

[*] Corresponding author Tel: +981133882984