

اثر ترکیب تاج پوشش بر مقدار لاشریزی، تنفس و برخی خصوصیات خاک در توده های خالص و آمیخته راش و ممرز

آتنا کیان مهر^۱، سیدمحمد حجتی^{۲*}، یحیی کوچ^۳ و فرهاد قاسمی آقباش^۴

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

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

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

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

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۱/۲۹

چکیده

این پژوهش برای بررسی تأثیر توده های خالص و آمیخته راش و ممرز بر مقدار لاشریزی، مشخصه های خاک و تنفس در جنگل آموزشی-پژوهشی دارابکلا ساری انجام شده است. تعداد ۱۰ قطعه نمونه دایره ای (۱۰ آر) در هر کدام از سه توده به روش تصادفی در نظر گرفته شد. نمونه های خاک از عمق صفر تا ۱۰ سانتی متر برداشته شده و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آنها اندازه گیری شد. برای اندازه گیری لاشریزی تعداد ۱۰ تله لاشبرگ به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی متر در هر کدام از توده ها قرار داده شد و لاشریزه ها هر دو ماه یکبار جمع آوری شد. نتایج نشان داد که مقدار اسیدیتته، نیتروژن کل، درصد شن، سیلت، مقدار تنفس خاک و مقدار لاشبرگ در توده های مختلف تفاوت معنی داری را نشان داده است. بیشترین مقدار لاشریزی برگ در مهر و کمترین مقدار آن در فروردین ماه مشاهده شده است. محاسبه مقدار عناصر غذایی ورودی به کف جنگل و تجزیه آماری آن ها نشان داد که تمامی عناصر اندازه گیری شده شامل کربن، نیتروژن، فسفر و پتاسیم تفاوت های معنی داری را بین توده ها نشان داده اند.

واژه های کلیدی: تله لاشبرگ، خصوصیات خاک، دارابکلا، عناصر غذایی.

مقدمه

گونه‌های درختی، ترکیب‌های مختلف تاج‌پوشش می‌تواند اثرهای متفاوتی روی دسترسی عناصر غذایی داشته باشد، چرا که عناصر غذایی از طریق تجزیه و معدنی شدن لاشریزی به وسیله ارگانوسم‌های خاک آزاد می‌شوند (Prescott, 2005). از این رو بسیاری از فرآیندهای بیوشیمیایی لایه بستر جنگل و افق‌های معدنی خاک به وسیله 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 توده‌های 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 قابل توجه نوع لاشبرگ گونه‌های درختی آشکوب بالایی توده بر حاصلخیزی خاک است (Mohr et al., 2005). 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, 2014, 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 تجزیه‌کننده شکل می‌گیرد، به طوری که فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی به صورت جداگانه و یا در ارتباط باهم می‌توانند اثرهای متقابل میان لاشبرگ‌های گونه‌های متفاوت را در طول فرآیند تجزیه هدایت کرده،

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، زی توده، تنوع و فعالیت ارگانوسم‌های تجزیه‌کننده، آبشویی غیرحیاتی مواد محلول در مراحل اولیه بوده و همه این عوامل مستقیم یا غیرمستقیم متأثر از تاج‌پوشش جنگل هستند (Hojjati, 2007, Annunzio et al., 2008). وجود تاج‌پوشش باعث افزایش مقدار برگ ریخته شده در سطح خاک می‌شود که با تجزیه 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 لاشریزه‌ها موجب افزایش جمعیت تجزیه‌کنندگان خاکریزی و فعال شدن 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). به دلیل تفاوت در کیفیت شیمیایی لاشبرگ

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 ۷۴ در عرض $36^{\circ}23'$ تا $36^{\circ}33'$ و طول شرقی $52^{\circ}20'$ تا $52^{\circ}31'$ قرار دارد. حداقل ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱۶۰ 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 (۶۰۰-۷۰۰ 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 پیاده‌سازی شدند. به‌منظور برآورد میزان تولید لاشریزی در هریک از توده‌های جنگلی در آذرماه ۱۳۹۴، 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 ۶۰ روز جمع-آوری شد (Tateno *et al.*, 2007; Liao *et al.*, 2006). سپس تفکیک لاشریزه به برگ به‌عنوان جزء اصلی، چوب، بذر و دیگر انجام شد (Meier, Prescott, 2005). *et al.*, 2006) و همه اجزاء پس از شستشو در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و سپس با استفاده از آسیاب خرد شدند. برای بررسی نیتروژن موجود در بخش‌های گیاهی از روش تیتراسیون در سیستم کج‌جلدال 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 کج‌جلدال، فسفر قابل جذب با استفاده از روش اولسن و دستگاه اسپکتروفتومتر، کربنات کلسیم با استفاده از

اختلاف معنی‌دار بوده و بیشترین مقدار تنفس در زیر تاج‌پوشش خالص ممرز مشاهده شده است (جدول ۱). آنالیز تفکیک لاشبری 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 لاشبری‌ها بیان کرد که غیر از ماه اسفند و فروردین در تمامی ماه‌های سال، برگ بیشترین سهم از لاشبری 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).

روش خشتی‌سازی، پتاسیم قابل‌جذب با استفاده از روش طیف‌سنجی اتمی، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه Ec متر و اسیدپته با استفاده از دستگاه pH متر اندازه‌گیری شدند (Ghazanshahi, 1998). برای اندازه‌گیری مقدار تنفس خاک در قطعات نمونه موردبررسی، لوله‌هایی پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتی‌متر و طول ۲۰ سانتی‌متر 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 تجزیه و تحلیل داده‌ها در ابتدا نرمال‌بودن داده‌ها 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 اسیدپته 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

اثر ترکیب تاج پوشش بر مقدار لاشریزی، تنفس و برخی خصوصیات خاک در توده های خالص و آمیخته راش و ممرز

جدول ۱- (میانگین ± اشتباه معیار) مشخصه های فیزیکی و شیمیایی و زیستی خاک و ترکیب های مختلف تاج پوشش

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

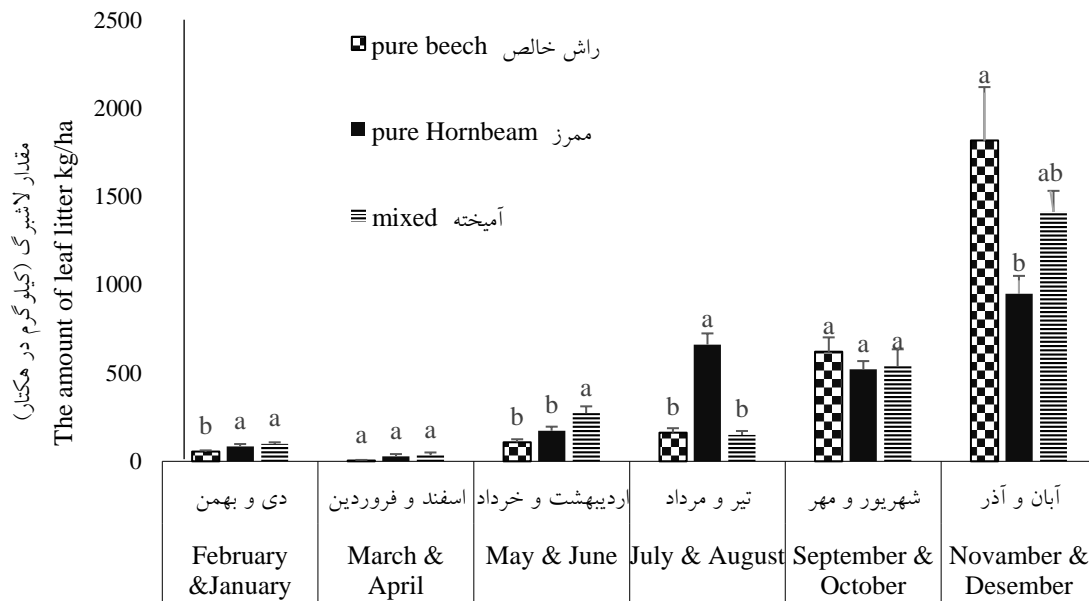
Sig.	F	ترکیب های تاج پوشش Canopy composition			مشخصه Facture
		آمیخته Mixed	ممرز خالص Pure Hornbeam	راش خالص Pure Beech	
0.327	0.724	1.47±0.05 ^{ns}	1.55±0.06 ^{ns}	1.58±0.15 ^{ns}	جرم مخصوص ظاهری Bulk density
0.030	3.987	55.03±3.58 ^b	51.39±2.45 ^b	63.80±3.42 ^a	شن (درصد) Sand (%)
0.036	3.758	32.42±2.53 ^{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 (میلی گرم بر کیلوگرم) Calcium (mg/kg)
0.001	8.467	0.13±0.00 ^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 (پی پی ام) 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±0.055 ^{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 سانتی گراد) 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 غیر مشابه نشان دهنده تفاوت آماری معنی دار است.

Different letters indicate significant differences

جدول ۲- (میانگین \pm اشتباه معیار) تفکیک لاشریزی کل (درصد) در ترکیب‌های مختلف تاج پوشش جنگلTable 2. (Mean \pm standard error) Separation of total litterfall (%) in different forest canopy composition. different Latin letters show the significant difference.

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



شکل ۱- (میانگین \pm اشتباه معیار) مقدار لاشبرگ (کیلوگرم در هکتار) در ترکیب‌های مختلف تاج‌پوشش جنگل در فواصل زمانی ۶۰ روزه

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

بحث

کیفیت لاشبرگ به‌عنوان عامل اصلی کنترل‌کننده نرخ تجزیه است و شاخص نسبت کربن به نیتروژن (C/N)، غلظت‌های فسفر و نیتروژن به‌عنوان بهترین پیش‌بینی‌کننده‌های 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

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).

که با نتایج تحقیق Hashemi و همکاران (2017) 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.

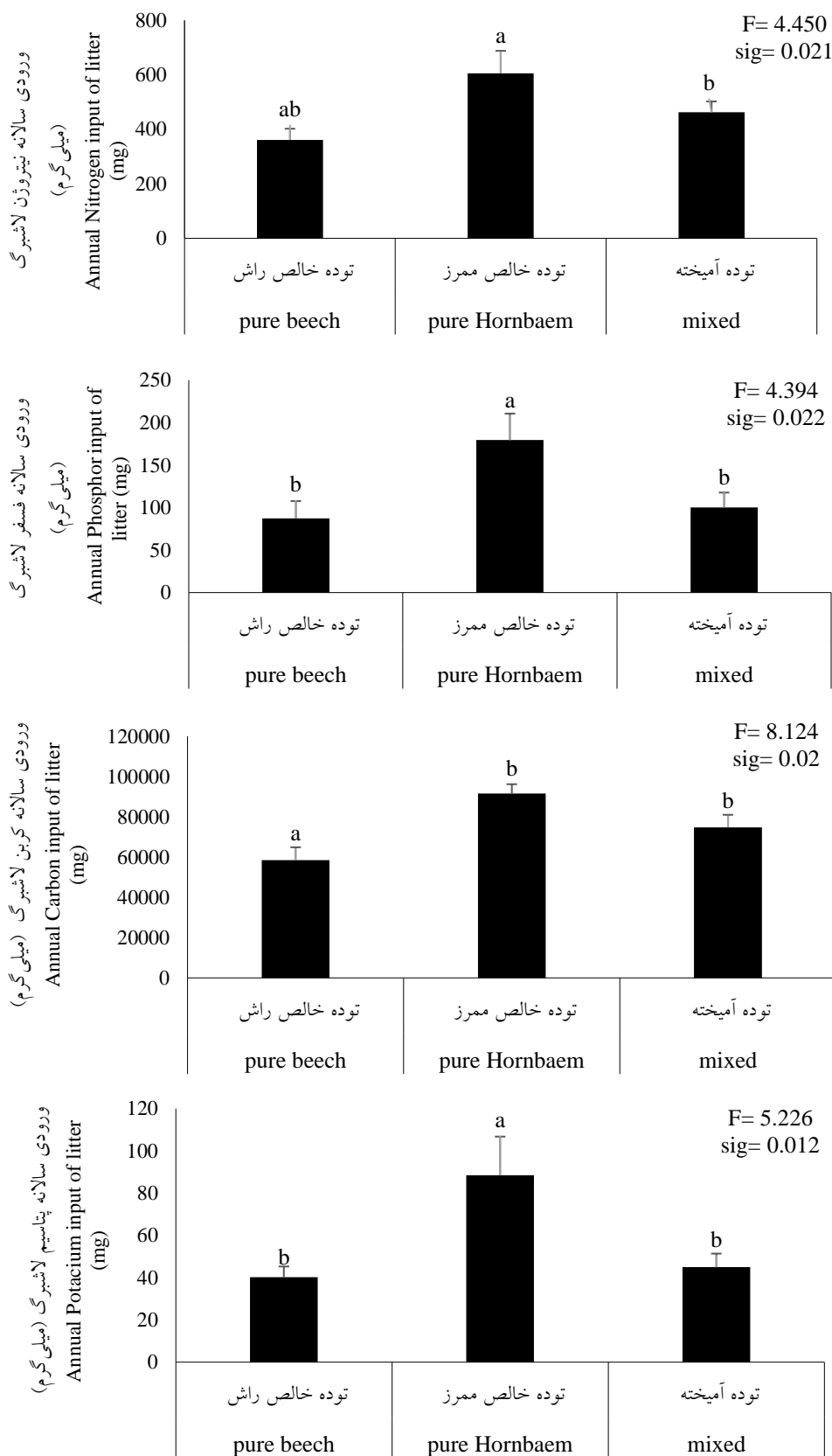
جدول ۳- (میانگین \pm اشتباه معیار) غلظت مشخصه‌های کیفی لاشبرگ در ترکیب‌های مختلف تاج‌پوشش جنگل

Table 3. (Mean \pm 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 \pm 0.02 ^a	0.33 \pm 0.03 ^a	0.31 \pm 0.01 ^a	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)
0.18	1.82	0.06 \pm 0.01 ^a	0.09 \pm 0.01 ^a	0.06 \pm 0.00 ^a	فسفر (درصد) Phosphorus (%)
0.06	3.06	0.02 \pm 0.00 ^b	0.05 \pm 0.01 ^a	0.34 \pm 0.00 ^{ab}	پتاسیم (درصد) Potasium (%)
0.12	3.23	50.11 \pm 0.15 ^a	50.61 \pm 0.25 ^a	50.11 \pm 0.14 ^a	کربن (درصد) Carbon (%)
0.81	0.20	167.49 \pm 18.42a	184.84 \pm 39.22 ^a	163.31 \pm 7.27 ^a	نسبت کربن به نیتروژن Carbon/nitrogen raito

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، به بیان دیگر در اوایل فصل پاییز خزان ممرز اتفاق افتاد و در پایان فصل پاییز و زمستان برگ‌های راش در توده‌های خالص و آمیخته خزان داشتند.

در اکوسیستم‌های جنگلی، لاشبرگ بیشترین بخش لاشریزه تولیدی را به خود اختصاص داده و قسمت اعظم مواد آلی و عناصر غذایی افق هوموس خاک مربوط به آن است (Berg and McClaugherty, 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. به طوری که در توده خالص راش ۶۶/۰۳ درصد، در توده خالص ممرز ۶۹/۱۵ درصد و در توده آمیخته ۶۶/۳۱ درصد از لاشریزی را به خود 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



شکل ۲- (میانگین \pm اشتباه معیار) محتوی ورودی عناصر غذایی مغذی از طریق لاشبرگ در ترکیب های مختلف تاج پوشش
 Figure 2. (Mean \pm standard error) Content of nutrient input through litter and leaf litter in different forest canopy composition

خاک توده‌های مورد بررسی را می‌توان همانند (1999) Parrotta 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 (1994) Norden که در بررسی خود کمتر بودن 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 بالاتری نسبت به گونه‌های بلوط قرمز و راش داشته‌اند، مطابقت دارد.

درختان از طریق تأثیر بر دمای خاک و تغییر بیان 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

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، تجزیه و تحلیل 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. بیشتر بودن 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

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 CO_2 متصاعد شده از خاک مؤثر باشد.

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 باالابودن 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

References

- Annunzio, R., B. Zeller, M. Nicolas, J.F. Dhote & L. Saint-Andre, 2008. Decomposition of European beech (*Fagus sylvaticus*) 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, *Annals of forest science*, 59: 233-254.
- Augusto, L., J. Ranger, D. Binkley & A. Rothe, 2002. Impact of several common tree species of temperate 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., McClougherty, C., 2008. Plant litter: Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*. 338p.
- Bonanomi, G., G. Incerti, V. Antignani, M. Capodilupo & S. Mazzoleni, 2010. Decomposition and nutrient 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 (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* Mattf.) 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 foliage: 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 mineralization 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 *spruce* 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 eastern cottonwood (*Populus deltoids* Marsh). Plantation on carbon sequestration and some physical and chemical properties, *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 and nutrient return of uplifted 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 physico chemical properties of loamy topsoil. *Forest Ecology and Management*, 133: 275-286.
 - Norden, U. 1994. The influence of broad-leaved 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 Management* 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 Science)*, 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 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.
- 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. Kianmehr¹, S. M. Hojjati^{*2}, Y. Koch³ and F. Ghasemi Aghbash⁴

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 Rangeland 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