

## بررسی روند تجزیه لاشبرگ بلندمازو و کاج بروسیا با استفاده از روش کیسه‌لاشبرگ

سیدمحمد حاجتی\*، محیا تفضلی، سید احمد هاشمی سلیم بهرامی و مهرسده تفضلی

ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری گروه جنگل‌داری

تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۴

### چکیده

هدف از مطالعه حاضر، محاسبه میزان تجزیه لاشبرگ گونه بلندمازو و بروسیا در حالت خالص و آمیخته در توده‌های دست-کاشت بلندمازو (*Quercus castanefolia C.A.Mey.*) و بروسیا (*Pinus brutia Tenore*) در جنگل آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری می‌باشد. در فصل پاییز، برگ‌های تازه خزان کرده در توده‌های مورد نظر جمع-آوری و بعد با آب مقطر شستشو شده و در دمای ۶۰ درجه به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و درون کیسه‌های لاشبرگ (با منافذ دو میلی‌متری) ریخته و پس از کنار زدن لایه بستر در سطح خاک در زیر تاج‌پوشش گونه‌های مورد اشاره نصب شدند. برای پر کردن کیسه لاشبرگ سه حالت، خالص ۱۰ گرمی (یک جیبه)، آمیخته ۵ گرمی در کیسه‌های تک جیبه (آمیخته یک جیبه) و آمیخته ۱۰ گرمی (آمیخته دو جیبه) از هر گونه بطور مجزا در کیسه‌های دوجیبه در نظر گرفته شد. در طول یکسال، نمونه‌برداری از لاشبرگ به‌منظور محاسبه میزان تجزیه و شاخص مزیت تجزیه در رویشگاه در فواصل زمانی ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲ ماه انجام شد. نتایج نشان داد که متوسط میزان تجزیه سالانه برای حالت خالص، برای سوزن کاج در توده کاج (۴/۰۱) کمتر از توده بلوط (۴/۱۸) بود ولی برای لاشبرگ بلوط در توده کاج (۴/۶۰) بیشتر از توده بلوط (۴/۵۸) بود. متوسط میزان تجزیه سالانه برای حالت آمیخته دوجیبه در توده بلوط (۵/۵۱) بیشتر از توده کاج (۴/۹۷) بود. محاسبه شاخص تجزیه در رویشگاه نشان داد که پس از ۱۸۰ روز، سرعت تجزیه لاشبرگ در رویشگاه اصلی افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: میزان کاهش وزن لاشبرگ، مزیت تجزیه در رویشگاه، کیسه لاشبرگ، دارابکلا

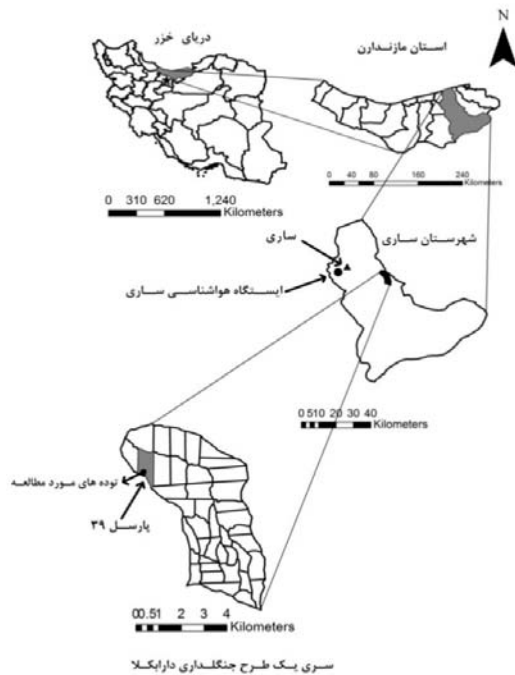
\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۱۵۱۲۴۴۲۹۸۴، پست الکترونیکی: s.hojati@sanru.ac.ir

### مقدمه

حاصلخیزی خاک جنگل ایفا می‌کند. به طور کلی فرایند تجزیه شامل مکانیسم‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک است که طی آن مواد آلی به طور فزاینده به اشکال ثابت تبدیل می‌شوند. درک کامل این فعل و انفعالات برای فهم ماهیت کارکرد اکوسیستم‌ها و پیش‌بینی نتایج تغییرات زیست محیطی بر روی ذخایر کربن در مقیاس‌های مختلف لازم و ضروریست. به طور کلی اقلیم (درجه حرارت و رطوبت) بر میزان تجزیه لاشبرگ در مقیاس وسیع منطقه‌ای تأثیر دارد، در حالیکه کیفیت لاشبرگ (P, Ca, C, N, C:N) اهمیت زیادی در کنترل میزان تجزیه در سطوح کوچک یعنی رویشگاه دارند (۱۳).

تجمع لاشبرگ در کف جنگل مهمترین منبع کربن آلی ورودی به خاک محسوب می‌شود و تجزیه آن، یکی از فرایندهای تعیین کننده میزان کربن آلی ذخیره شده در خاک می‌باشد (۱۲، ۱۵)، بنابراین تجزیه لاشبرگ در سطح اکوسیستم‌های زمینی بواسطه تنظیم ساختمان مواد آلی خاک، آزادسازی عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و تأثیر بر روی چرخه‌های CO<sub>2</sub> خاک حائز اهمیت است (۶، ۱۴ و ۳۷). تجزیه لاشبرگ، برگشت عناصر غذایی به خاک را به دنبال دارد (۳۲). در واقع قابلیت دسترسی عناصر غذایی به میزان زیادی ناشی از پویایی تجزیه مواد آلی در خاک می‌باشد. از این رو تجزیه لاشبرگ‌های گیاهی نقش مهمی در

**منطقه مورد مطالعه:** به منظور انجام این تحقیق، توده‌های پهن‌برگ بلوط (*Quercus castanefolia* C.A.Mey.) و سوزنی‌برگ کاج بروسیا (*Pinus brutia* Tenore) واقع در پارسل ۳۹ جنگل آموزشی پژوهشی دانشکده منابع طبیعی ساری (جنگل دارابکلا) انتخاب شدند (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت توده‌های بلندمازو و بروسیا در پارسل ۳۹ سری یک طرح جنگل‌داری دارابکلا

جهت عمومی منطقه شمال و شمال غربی و متوسط شیب در پارسل ۳۹-۴۰ درصد می باشد. متوسط ارتفاع از سطح دریا در این منطقه ۳۶۰ متر می باشد و میانگین بارندگی به میزان ۷۰۰ تا ۷۵۰ میلی‌متر در سال و متوسط سالانه درجه حرارت ۱۶ درجه سانتیگراد می باشد. خاک غالب منطقه نسبتاً عمیق تا عمیق همراه با سنگ‌های ریز و درشت مادری است. بافت خاک اغلب رسی، کمی سنگین (Clay loam) تا سنگین (Silty clay) و اسیدیته خاک بین ۵/۷ تا ۷/۹ می باشد. سازمان وقت جنگل‌ها و مراتع کشور در سال ۱۳۶۶، نسبت به قطع یکسره و انجام عملیات جنگل‌کاری در سطح ده‌ها هکتار از اراضی جنگلی در منطقه دارابکلا که حالت مخروبه یافته و رو به نابودی بودند، اقدام کرد.

امروزه بیشتر تحقیقات در زمینه تجزیه لاشبرگ، روی چگونگی تجزیه لاشبرگ تک گونه‌ها متمرکز شده است و این مطالعات منجر به بدست آوردن اطلاعات زیادی در مورد فاکتورهای مؤثر بر تجزیه لاشبرگ شده است. نکته قابل توجه این می باشد که در طبیعت، لاشبرگ گونه‌های مختلف به صورت جدا از هم تجزیه نمی شوند، بلکه در کنار هم قرار دارند و تجزیه لاشبرگ هر گونه روی لاشبرگ سایر گونه‌ها تأثیر دارد. با وجود این، تحقیقات کمی در زمینه تجزیه لاشبرگ‌ها به صورت ترکیبی انجام شده است (۳۸). مطالعات اخیر دانشمندان در زمینه اثرات متقابل تجزیه لاشبرگ‌ها در کنار هم نشان داده است که در شرایط یکسان (۲۹، ۳۷)، این اثرات می تواند به صورت اثرات خنثی (۱۶)، اثرات مثبت (۲۱) و اثرات منفی (۲۳) باشد. البته ترکیب گونه‌ها نیز می تواند روی نتایج تحقیقات تأثیرگذار باشد (۱۸، ۲۹). از جمله مباحثی که اخیراً توسط محققان بیان شده است این می باشد که ممکن است لاشبرگ یک گونه در منطقه‌ای که توسط همان گونه اشغال شده است، سریع‌تر تجزیه شود که اصطلاحاً به آن مزیت منطقه در تجزیه سریع لاشبرگ (HFA) (Home Field Advantage) گفته می شود (۲۲). امروزه اهمیت این عامل در تجزیه لاشبرگ به طور کامل شناخته شده نمی باشد. از آنجایی که روند تجزیه و تغییر ترکیب عناصر غذایی موجود در لاشبرگ به عنوان عامل اصلی تداوم حاصلخیزی رویشگاه جنگلی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می باشد، از این رو با اطلاع از نحوه تجزیه و پویایی عناصر غذایی می توان راهکار مناسب‌تری برای مدیریت توده‌های جنگلی ارائه نمود. هدف این پژوهش بررسی تأثیر ترکیب لاشبرگ دو گونه *Quercus castanefolia* C.A.Mey. و *Pinus brutia* Tenore بر روی میزان و روند تجزیه لاشبرگ آنها می باشد.

## مواد و روشها

سانتیمتری استفاده شد. در اجرای این تحقیق، در هر توده ۴ تکرار در نظر گرفته شده است. نحوه چیدمان کیسه لاشبرگ در هر تکرار به صورت ۵ ردیف و ۴ ستون بود. به طوری که هر ستون شامل حالت‌های مختلف انتخاب شده (خالص بلوط، خالص کاج، آمیخته دوجیبه و آمیخته یک جیبه) و هر ردیف نشان‌دهنده زمان جمع‌آوری از عرصه می‌باشد. فواصل زمانی ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰، ۳۶۰ روز پس از نصب بعنوان زمان برداشت کیسه‌های لاشبرگ در نظر گرفته شد.

**محاسبه درصد کاهش وزن:** نمونه‌های برداشت شده از عرصه، در زمان‌های مشخص شده، بلافاصله درون کیسه‌های پلاستیکی قرار گرفتند و بعد به آزمایشگاه منتقل شدند. وزن محتویات کیسه لاشبرگ‌ها محاسبه شد. سپس لاشبرگ‌ها برای محاسبه درصد کاهش وزن، درون آن در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. در نهایت درصد وزن خشک آنها از رابطه ۱ محاسبه شد:

(۱)

$$\text{وزن خشک اولیه} - \text{وزن خشک اولیه} = \text{درصد وزن باقی مانده}$$

$$\text{وزن خشک اولیه}$$

**محاسبه میزان تجزیه:** الف) میزان تجزیه حالت تک گونه-ای (خالص تک جیبه): برای محاسبه میزان تجزیه لاشبرگ، از رابطه نمایی منفی (رابطه ۲) تجزیه استفاده شد (۱۲).

$$-K = \ln \frac{M_t}{M_0} \quad (2)$$

K: ضریب ثابت تجزیه،  $M_0$ : وزن اولیه،  $M_t$ : وزن باقی مانده پس از مدت زمان t، t: زمان جمع‌آوری نمونه‌ها از عرصه (به ماه) می‌باشد.

ب) میزان تجزیه لاشبرگ‌های ترکیبی (آمیخته تک جیبه و دو جیبه): برای محاسبه میزان تجزیه لاشبرگ در حالت آمیخته از رابطه ۳ استفاده شد.

مهمترین گونه‌های مورد استفاده شامل بلندمازو، پلت، توسکا ییلاقی و زرین می‌باشد. زمان کاشت گونه‌های بلندمازو و کاج بروسیا در پارسل ۳۹، سال ۱۳۷۰ و فاصله کاشت آنها ۲×۲ متر بود (۲).

**جمع‌آوری لاشبرگ و آماده‌سازی کیسه لاشبرگ:** برای انجام این تحقیق، لاشبرگ بلوط در پاییز سال ۱۳۸۸ در توده‌های مورد نظر، به طور تصادفی و به صورت دستی از کف جنگل جمع‌آوری شدند؛ سطح جمع‌آوری لاشبرگ-ها، محدود به سطح توده مورد نظر بود. سوزن‌های کاج نیز در همان زمان از روی درختان موجود در سطح توده برداشت شدند. برگ‌ها و سوزن‌های جمع‌آوری شده درون کیسه پلاستیکی قرار داده شدند و به آزمایشگاه منتقل و پس از شستشو با آب مقطر به مدت ۴۸ ساعت در داخل آن با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. در این مطالعه از تکنیک کیسه لاشبرگ (Litterbag technique) استفاده شد (۱۲). کیسه‌های لاشبرگ از جنس نایلون و با ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی متر با روزنه‌های ۲ میلیمتری بود و با توجه به هدف مطالعه به صورت یک جیبه برای مطالعه لاشبرگ‌های انفرادی و مخلوط و دو جیبه برای مطالعه لاشبرگ‌های ترکیبی تهیه شدند. برای آماده کردن و پر کردن کیسه‌های لاشبرگ در این تحقیق سه حالت کلی در نظر گرفته شد. در حالت اول ۱۰ گرم لاشبرگ، به صورت انفرادی (خالص تک جیبه)، در حالت دوم ۵ گرم لاشبرگ بلوط و ۵ گرم سوزن کاج به صورت مخلوط (آمیخته تک جیبه) و در حالت سوم ۱۰ گرم لاشبرگ بلوط در یک جیب و ۱۰ گرم سوزن کاج در جیب دیگر (آمیخته دو جیبه) در نظر گرفته شد. در نهایت ۱۶۰ عدد کیسه لاشبرگ آماده شد. زمان نصب کیسه‌ها در عرصه، ۶ اسفند سال ۱۳۸۸ بود. برای آماده‌سازی بستر نصب کیسه‌های لاشبرگ، لاشبرگ‌های موجود در عرصه کنار زده شد، تا کیسه‌ها با خاک جنگل در تماس کامل باشند. برای نصب کیسه‌ها در عرصه به منظور جلوگیری از جابه شدن کیسه‌ها و اطمینان از تماس کامل با سطح خاک، از میخ آهنی ۱۵

کولموگروف - اسمیرنوف بررسی شد. همگنی واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون لون انجام شد. به منظور مقایسه میزان تجزیه و درصد وزن باقی‌مانده لاشبرگ در یک توده از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. آزمون دانکن نیز به منظور مقایسه چندگانه بکار گرفته شد. برای مقایسه میزان تجزیه و درصد وزن باقی‌مانده بین دو توده از آزمون t استفاده شد. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده شد.

### نتایج

**درصد وزن باقی‌مانده:** روند تغییرات درصد وزن باقی‌مانده لاشبرگ بلوط و سوزن کاج در دو توده و در حالت‌های مختلف طی دوره یکساله و در فواصل زمانی معین در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ آورده شده است. نتایج نشان داد که درصد وزن باقی‌مانده لاشبرگ در حالت‌های خالص و آمیخته، با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

طی دوره یکساله، در توده کاج درصد کاهش وزن سوزن کاج نسبت به لاشبرگ بلوط بیشتر بوده و در توده بلوط نیز کاهش وزن لاشبرگ بلوط نسبت به سوزن کاج بیشتر بوده است. اختلاف میانگین درصد کاهش وزن بین لاشبرگ بلوط و سوزن کاج در هر دو توده معنی‌دار بوده است ( $P > 0.05$ ). نتایج نشان داد که سوزن کاج در هر دو توده، پس از ۱۲۰ روز حدود ۵۰ درصد از وزن اولیه آن کاهش یافت و پس از آن روند کاهش وزن با سرعت خیلی کم ادامه پیدا کرد. لاشبرگ بلوط در توده کاج پس از ۱۲۰ روز حدود ۳۰ درصد از وزن اولیه خود را از دست می‌دهد و پس از آن روند کاهش وزن با سرعت کمتری ادامه می‌یابد، درحالی‌که برگ بلوط در توده بلوط پس از ۱۲۰ روز حدود ۳۰ درصد از وزن اولیه خود را از دست می‌دهد ولی روند کاهش وزن با همان سرعت اولیه ادامه می‌یابد (شکل ۲).

$$FMRXPt = [(mAX0 \times FMRAt) + (mBX0 \times FMRBt)] / mAX0 + mBX0$$

در فرمول بالا،  $mAX0$ : وزن اولیه لاشبرگ گونه A،  $mBX0$ : وزن اولیه لاشبرگ گونه B،  $FMRAt$ : وزن باقی‌مانده لاشبرگ گونه A در زمان t (ماه)،  $FMRBt$ : وزن باقی‌مانده لاشبرگ گونه B در زمان t (ماه) است.

**محاسبه شاخص تجزیه لاشبرگ در رویشگاه خود:** برای مطالعه در مورد شاخص HFA از روابط ۴ و ۵ استفاده شده است (۹).

$$HFAI = [(QRMLq + PRMLp \times 2) \times (QRMLp + BRMLa \times 2)] \times 100 - 100 \quad (4)$$

$$PRMLp = (Pp \times Qp + Pp) \times 100, QRMLq = (Qq \times Qq + Pq) \times 100 \quad (5)$$

$$PRMLq = (Pq \times Qq + Pq) \times 100, QRMLp = (Qp \times Qp + Pp) \times 100$$

HFAI: شاخص مزیت تجزیه لاشبرگ در رویشگاه خود

QRMLq: تجزیه نسبی لاشبرگ گونه بلوط در رویشگاه بلوط

Pq و Qq: درصد تجزیه لاشبرگ دو گونه بلوط و کاج در رویشگاه بلوط

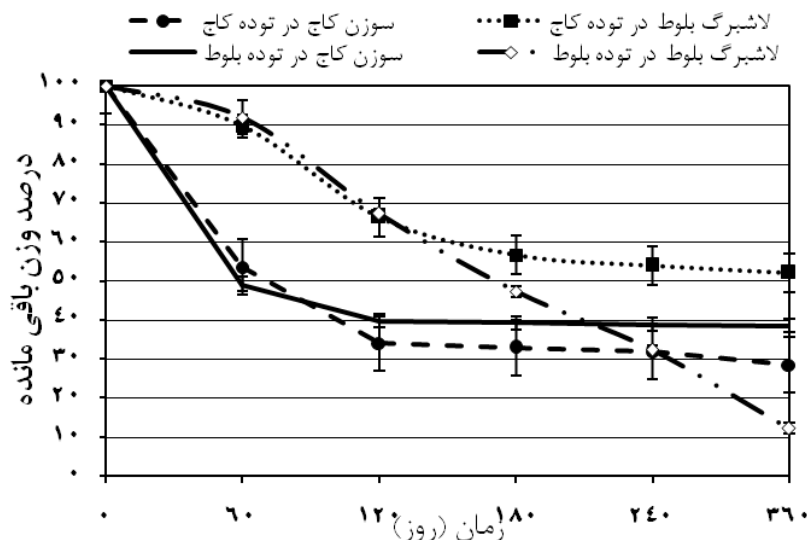
PRMLp: تجزیه نسبی گونه کاج در رویشگاه کاج

Pp و Qp: درصد تجزیه لاشبرگ دو گونه بلوط و کاج در رویشگاه کاج

QRMLp: تجزیه نسبی لاشبرگ گونه بلوط در رویشگاه کاج

PRMLq: تجزیه نسبی لاشبرگ گونه کاج در رویشگاه بلوط

**تجزیه و تحلیل آماری:** در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل و مقایسه داده‌ها ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون



شکل ۲- روند تغییرات درصد وزن باقی لاشبرگ بلوط و سوزن کاج طی دوره یکساله در حالت خالص

سوزن کاهش می‌یابد و پس از آن روند کاهش وزن با سرعت کمتری ادامه می‌یابد (شکل ۴).

نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف میانگین درصد کاهش وزن در حالت تک جیبه و دو جیبه در زمان‌های مختلف در سطح ۹۵ درصد در توده کاج و بلوط تفاوت معنی‌دار نداشت.

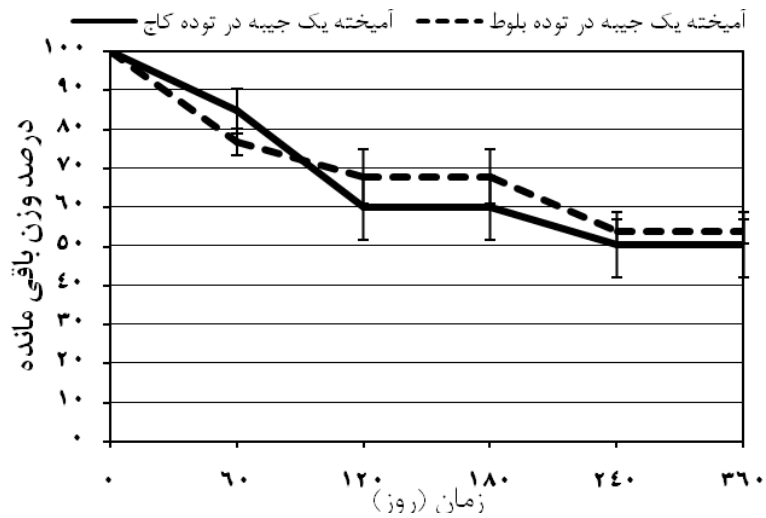
#### میزان تجزیه:

**خالص تک جیبه و آمیخته تک جیبه:** متوسط میزان تجزیه سالانه لاشبرگ بلوط در توده کاج نسبت به حالت آمیخته و سوزن کاج بیشتر بود و در توده بلوط، در حالت آمیخته نسبت به دو حالت دیگر بیشتر بوده است.

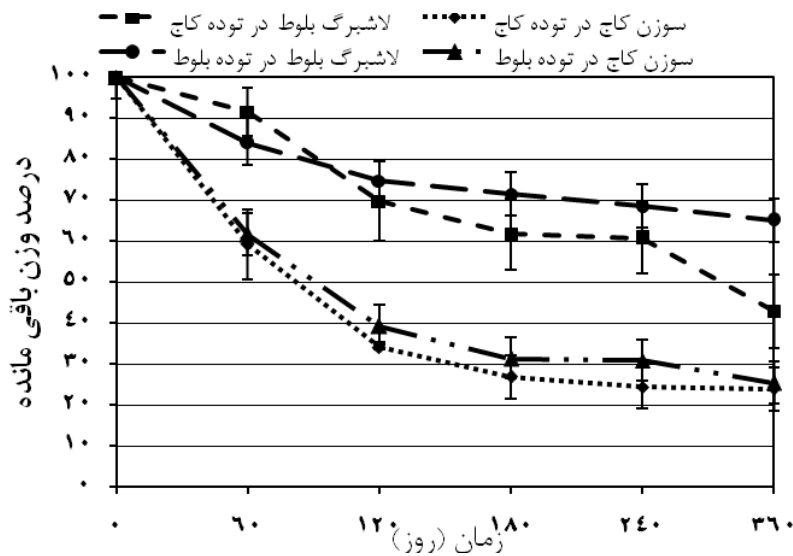
مقایسه میانگین میزان تجزیه بین دو توده در حالت‌های مختلف نشان داد که در سطح ۹۵ درصد تفاوت‌ها معنی‌دار بود. مقایسه میانگین درون توده کاج برای زمان‌های مختلف نشان داد که در سطح ۹۵ درصد در ۱۲۰ روز اول تفاوت‌ها معنی‌دار نبود، ولی پس از آن تفاوت‌ها معنی‌دار بود. مقایسه میانگین در توده بلوط در زمان‌های مختلف نشان داد که در سطح ۹۵ درصد در ۱۸۰ روز اول تفاوت‌ها معنی‌دار نبود ولی پس از آن تفاوت‌ها معنی‌دار بود (جدول ۱).

در حالت آمیخته تک جیبه، درصد کاهش وزن در توده کاج بیشتر از توده بلوط بوده است و اختلاف میانگین درصد کاهش وزن در دو توده معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). نتایج نشان داد که در حالت آمیخته تک جیبه، روند کاهش وزن در توده بلوط سرعت کمتری نسبت به توده کاج دارد، به‌گونه‌ای که در ۱۲۰ روز اول در توده بلوط حدود ۳۰ درصد از وزن اولیه کاهش می‌یابد. در حالیکه در توده کاج حدود ۴۰ درصد وزن اولیه کاهش می‌یابد. همچنین در هر توده مشاهده می‌شود که پس از ۱۲۰ روز، روند کاهش وزن با سرعت خیلی کم ادامه می‌یابد (شکل ۳).

نتایج این تحقیق نشان داد که کاهش وزن در حالت آمیخته دو جیبه در هر دو توده، برای لاشبرگ بلوط نسبت به حالت خالص کمتر است و برای سوزن کاج نسبت به حالت خالص بیشتر است و اختلاف میانگین درصد کاهش وزن در دو توده معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). روند کاهش وزن برگ بلوط در مجاورت با سوزن کاج در توده بلوط نسبت به توده کاج، سرعت کمتری دارد و پس از ۱۲۰ روز تقریباً یکنواخت می‌شود، در حالیکه در توده کاج روند کاهش وزن پس از ۱۲۰ روز همچنان ادامه دارد. روند کاهش وزن برای سوزن کاج در هر دو توده مشابه می‌باشد، به‌گونه‌ای که پس از ۱۲۰ روز، حدود ۶۰ درصد وزن



شکل ۳ - روند تغییرات درصد وزن باقی مانده لاشبرگ برگ بلوط و سوزن کاج در حالت آمیخته یک جیبه



شکل ۴ - روند تغییرات درصد وزن باقی مانده لاشبرگ برگ بلوط و سوزن کاج طی دوره یکساله در حالت آمیخته دو جیبه

جدول ۱ - میزان تجزیه حالت تک گونه‌ای طی دوره یکساله

متوسط سالیانه	زمان (روز)					نوع لاشبرگ	توده
	۳۶۰	۲۴۰	۱۸۰	۱۲۰	۶۰		
۴/۰۱	۴/۶۰ a	۴/۳۱ ab	۴/۰۵ b	۳/۶۸ c	۳/۴۴ c	سوزن کاج	کاج
۴/۶۰	۵/۲۲ a	۴/۸۵ b	۴/۶۱ c	۴/۳۶ d	۳/۹۸ d	برگ بلوط	
۴/۴۳	۴/۹۴ a	۴/۵۹ ab	۴/۴۸ b	۴/۲۶ c	۳/۹۱ c	آمیخته یک جیبه	بلوط
۴/۱۸	۴/۹۲ a	۴/۵۲ b	۴/۲۵ c	۳/۸۵ d	۳/۳۶ d	سوزن کاج	
۴/۵۸	۵/۷۷ a	۵/۳۳ b	۴/۴۳ c	۴/۳۷ c	۴/۰۰ c	برگ بلوط	آمیخته یک جیبه
۴/۴۱	۴/۷۱ a	۴/۶۰ ab	۴/۵۶ b	۴/۳۸ c	۳/۷۹ c	آمیخته یک جیبه	

حروف لاتین غیر مشابه، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین زمان‌های مختلف در هر نوع لاشبرگ در سطح ۹۵ درصد با کمک آزمون دانکن می‌باشد

بود. مقایسه میانگین‌ها درون هر توده نشان داد که در توده کاج بین تمام زمان‌ها در سطح ۹۵ درصد تفاوت‌ها معنی‌دار می‌باشد ولی در توده بلوط در ۱۲۰ روز اول تفاوت‌ها معنی‌دار نبود ولی پس از آن تفاوت‌ها معنی‌دار می‌باشد. در توده کاج تفاوت‌ها در تمام زمان‌ها معنی‌دار بود (جدول ۲).

**آمیخته دو جیبه:** نتایج نشان داد که در توده بلوط و کاج، متوسط میزان تجزیه لاشبرگ در حالت آمیخته بیشتر از حالت خالص بود و متوسط میزان تجزیه در توده بلوط بیشتر از توده کاج بود. مقایسه میانگین‌ها بین دو توده در زمان‌های مختلف نشان داد که در سطح ۹۵ درصد در ۲۴۰ روز اول اختلاف‌ها معنی‌دار نبود ولی پس از آن اختلاف‌ها معنی‌دار ( $P < 0/05$ )

جدول ۲ - میزان تجزیه حالت آمیخته دو جیبه طی دوره یکساله

متوسط سالیانه	زمان (روز)					توده
	۳۶۰	۲۴۰	۱۸۰	۱۲۰	۶۰	
۴/۹۷	۳/۴۴ e	۴/۲۶ d	۴/۴۳ c	۵/۱۹ b	۷/۵۴ a	کاج
۵/۵۱	۴/۵۲ b	۴/۹۷ b	*۵/۱۴ b	۶/۶۹ a	۷/۲۷ a	بلوط

\* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد

های با غلظت نیتروژن بیشتر و به عبارتی C/N کمتر و همچنین مقدار لیگنین کمتر با سرعت بیشتری تجزیه می‌شوند (۳۷). لاشبرگ بلوط به دلیل داشتن مقادیر زیاد نیتروژن موجب افزایش جمعیت موجودات خاکریزی و افزایش سرعت معدنی شدن عناصر می‌شود (۳۲). مطالعات نشان دادند که درختان پهن‌برگ در مقایسه با سوزنی‌برگان، مقدار نیتروژن بیشتر و مقدار کربن کمتری دارند و در نتیجه سرعت تجزیه در پهن‌برگان بیشتر از سوزنی‌برگان می‌باشد (۳۲).

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان درصد وزن باقی‌مانده لاشبرگ در حالت‌های خالص و آمیخته، با گذشت زمان کاهش می‌یابد. در ۱۲۰ روز اول، سرعت تجزیه بالا می‌باشد و پس از این زمان سرعت تجزیه کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر می‌توان بیان کرد که تجزیه طی دو مرحله انجام شده است. نتایج این تحقیق مطابق با نتایج حسینی و همکاران (۳ و ۴) می‌باشد. Berg و McClagherty (۱۲) بیان کردند که تجزیه لاشبرگ در دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول تجزیه (۳ ماه اول)، مولکول‌های کوچک انحلال‌پذیر کربن، مثل آمینواسیدها و نشاسه‌ها، نسبت به لیگنین سریع‌تر تجزیه می‌شوند و از دست می‌روند. در

نتایج این تحقیق نشان داد که مقایسه میانگین‌ها بین میزان تجزیه در حالت آمیخته تک جیبه و دو جیبه در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نبود.

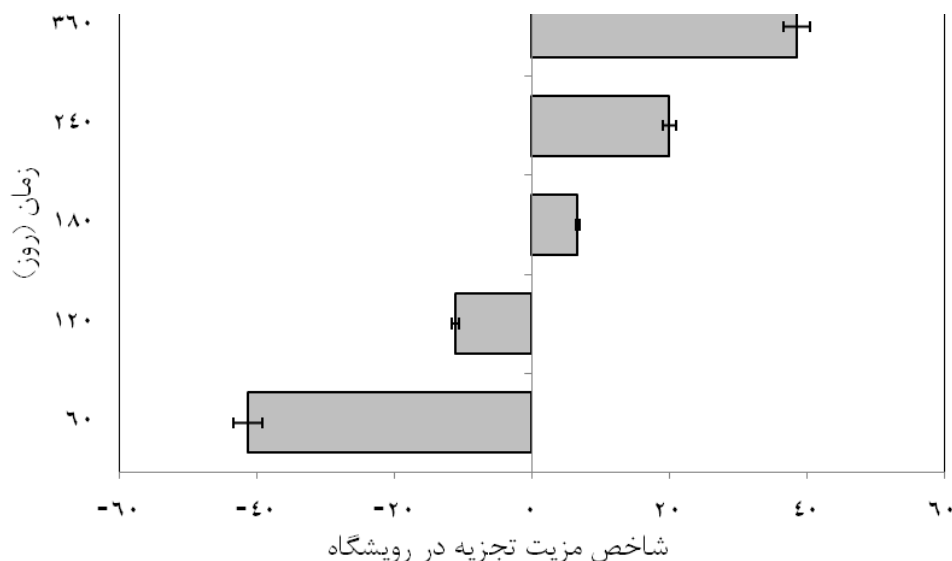
**شاخص مزیت تجزیه در رویشگاه:** این شاخص نشان دهنده تغییرات سرعت تجزیه لاشبرگ در رویشگاه اصلی نسبت به سایر رویشگاه‌ها می‌باشد. محاسبه شاخص مزیت تجزیه در رویشگاه برای لاشبرگ بلوط و سوزن کاج در توده‌های مورد نظر نشان داد که این شاخص در ۱۲۰ روز اول منفی بوده است و با گذشت زمان این شاخص افزایش یافت و تجزیه لاشبرگ‌ها در رویشگاه اصلی سریعتر انجام شده است (شکل ۵).

## بحث

در این تحقیق میزان تجزیه لاشبرگ بلوط و سوزن کاج طی یکسال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میزان تجزیه لاشبرگ بلوط و سوزن کاج وجود دارد. با توجه به یکسان بودن شرایط اقلیمی، علت اصلی تفاوت در میزان تجزیه لاشبرگ بلوط و سوزن کاج مربوط به تفاوت در غلظت نیتروژن و مقدار C/N و مقدار لیگنین در آنها می‌باشد (۷، ۳۷). گونه-

روند تجزیه به صورت نمایی می‌باشد. مطالعات Taylor و همکاران (۳۵) نشان داد که در مراحل اولیه تجزیه، غلظت نیتروژن عامل کنترل میزان تجزیه است و در مراحل بعدی مقدار لیگنین، یا به عبارت دیگر نسبت لیگنین به نیتروژن عامل کنترل‌کننده می‌باشد.

مرحله بعد، تجزیه لیگنین انجام می‌شود و از آنجایی که لیگنین شامل مولکول‌های درشت و پیچیده می‌باشد، تجزیه آن مدت زمان بیشتری به طول می‌انجامد. در نتیجه کاهش سریع وزن در مراحل اولیه تجزیه و کاهش وزن کمتر در مدت زمان بیشتر طی مرحله دوم، منحنی حاصل برای



شکل ۵ - شاخص مزیت تجزیه در رویشگاه برای لاشبرگ بلوط و سوزن کاج طی دوره یکساله

سرعت روند کاهش وزن برگ بلوط و سوزن کاج در حالت خالص در هر دو توده یکسان می‌باشد. ولی در مرحله دوم (پس از ۱۲۰ روز)، سرعت این روند برای برگ بلوط در توده کاج کاهش می‌یابد و با سرعت کم ادامه می‌یابد، در حالیکه در توده بلوط سرعت آن کاهش نمی‌یابد و با همان سرعت اولیه ادامه می‌یابد. در مرحله دوم، سرعت روند کاهش وزن سوزن کاج در هر دو توده کاهش می‌یابد ولی سرعت آن در توده کاج بیشتر از توده بلوط می‌باشد. با توجه به یکسان بودن ترکیب شیمیایی لاشبرگ‌ها در هر دو توده، علت تفاوت در روند کاهش وزن را می‌توان تأثیر توده اصلی در روند تجزیه (۸) و به عبارت دیگر وجود شرایط ریزاقليمی متفاوت و حضور تجزیه‌کنندگان متفاوت در دو توده بیان کرد (۳۰). Ayres و همکاران (۹) طی مطالعات خود، بیان کردند که به طور متوسط، سرعت

نتایج این بررسی نشان داد که تجزیه لاشبرگ در رویشگاه اصلی با سرعت بیشتری انجام می‌شود. محاسبه شاخص مزیت تجزیه در رویشگاه برای لاشبرگ بلوط و سوزن کاج در توده‌های مورد نظر نشان داد که این شاخص در مرحله اول تجزیه منفی بوده است و با گذشت زمان این شاخص افزایش یافت. این شاخص در واقع نشان‌دهنده تغییرات سرعت تجزیه لاشبرگ در رویشگاه اصلی نسبت به سایر رویشگاه‌ها می‌باشد. اگر عدد این شاخص مثبت باشد، به این مفهوم است که سرعت تجزیه در رویشگاه اصلی بیشتر است و اگر عدد این شاخص منفی باشد نشان‌دهنده این امر می‌باشد که سرعت تجزیه در رویشگاه اصلی کمتر از سایر رویشگاه‌ها می‌باشد. بنابراین، پس از ۱۲۰ روز، سرعت تجزیه در رویشگاه اصلی، برای هر دو گونه افزایش یافته است. در مرحله اول تجزیه (۱۲۰ روز اول)



بود. در مرحله اول، سرعت کاهش وزن در توده کاج بیشتر از توده بلوط بود و در مرحله دوم، روند کاهش وزن در هر دو توده با سرعت کمتری ادامه می‌یابد. لاشبرگ‌های با غلظت عناصر غذایی بالا، می‌توانند سرعت تجزیه لاشبرگ‌های با کیفیت پایین را افزایش دهند (۱۰، ۲۳ و ۳۴). با توجه به اینکه لاشبرگ گونه‌های پهن‌برگ از نظر غلظت عناصر نیتروژن و فسفر غنی‌تر از لاشبرگ گونه‌های سوزنی‌برگ می‌باشد (۵، ۱۰، ۲۶ و ۲۸)، از این رو سرعت تجزیه سوزن‌های کاج در حالت آمیخته تحت تأثیر عناصر غذایی آزاد شده از لاشبرگ‌های در حال تجزیه بلوط قرار گرفته است. در واقع عناصر مغذی بین لاشبرگ‌ها از طریق انتشار و به کمک میسلیم و هیف‌های قارچ‌ها مبادله می‌گردد (۲۸). تحقیقات نشان دادند که بی‌مهرگان خاک، از جمله کرم خاکی و هزارپایان، از طریق قطعه قطعه کردن لاشبرگ‌ها نقش مهمی در مهیا کردن شرایط برای تجزیه آنها ایفا می‌کنند (۱۱ و ۳۳). تأثیر مثبت آمیختگی لاشبرگ‌ها روی تنوع، فراوانی و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک در مطالعات متعددی گزارش شده است (۱۷).

نتایج نشان داد که سرعت تجزیه برگ بلوط در مجاورت با سوزن کاج در توده بلوط کاهش می‌یابد. Seastedt (۳۴) بیان کرد که مخلوط شدن لاشبرگ‌های با کیفیت بالا با لاشبرگ‌های با کیفیت پایین منجر به افزایش سرعت تجزیه در لاشبرگ با کیفیت پایین می‌شود، از طرفی، می‌تواند منجر به کاهش سرعت تجزیه در لاشبرگ با کیفیت بالا هم شود. علت افزایش سرعت تجزیه لاشبرگ بلوط در حالت آمیخته با سوزن در توده کاج، نسبت به حالت خالص را می‌توان در توانایی جذب رطوبت توسط سوزن کاج بیان کرد که می‌تواند منجر به افزایش سرعت تجزیه شود (۳۶، ۳۷). با توجه به اختلاف در روند تجزیه حالت آمیخته تک جیبه و دو جیبه، در این تحقیق، تفاوت معنی‌داری بین این دو نوع آمیختگی وجود نداشت. علت آن را می‌توان در یکی بودن نسبت آمیختگی (نسبت یک به یک) دانست

تجزیه لاشبرگ‌ها در رویشگاه اصلی حدود ۸٪ بیشتر می‌باشد. لاشبرگ گیاهان گونه‌های مختلف، به طور قابل ملاحظه‌ای در خصوصیات فیزیکی و ترکیبات شیمیایی باهم متفاوت هستند و این خصوصیات روی تجزیه آنها تأثیر دارد (۹، ۲۰). همچنین، این تفاوت‌ها همانند سایر صفات گیاهان (شکل رویش، تأثیر روی ساختار خاک) (۱) موجب تغییر در نوع جوامع موجود در خاک می‌شود (۸). جمعیت میکروبی خاک با تجزیه بقایایی آلی انرژی و مواد مغذی مورد نیاز خود را تأمین می‌کند. از این رو نوعی رقابت انتخابی بین موجودات زنده خاک برای تجزیه لاشبرگ گونه‌ای خاص به صورت تخصصی ایجاد می‌شود (۹). نظر به اینکه تجزیه اجزای مختلف لاشبرگ، به آنزیم‌های متفاوتی نیاز دارد (۹)، از این رو برخی از میکروارگانیسم‌ها توانایی تولید آنزیم مخصوص برای تجزیه برخی از اجزا را ندارند (۳۱). از طرفی دیگر می‌توان به توانایی میکروارگانیسم‌ها برای تجزیه شکل خاصی از لاشبرگ، با ضخامت معین (۲۳) و یا سازگاری میکروارگانیسم‌ها با نوع خاصی از لاشبرگ را در یک منطقه اشاره کرد. به عبارت دیگر تمایل چندانی برای استفاده از لاشبرگ گونه‌ای که از رویشگاه یا توده دیگر به آن توده انتقال یافته به عنوان منبع غذایی از طرف میکروارگانیسم‌ها وجود ندارند (۹).

نتایج این بررسی نشان داد که سرعت روند کاهش وزن سوزن کاج در حالت آمیخته دوجیبه در هر دو توده در مرحله اول و دوم تجزیه، بیشتر از حالت خالص می‌باشد، به عبارت دیگر می‌توان بیان کرد که برای سوزن کاج، تأثیر آمیختگی لاشبرگ بیشتر از تأثیر نوع توده روی روند تجزیه بوده است. سرعت روند کاهش وزن برگ بلوط در مرحله اول در هر دو توده کمتر از حالت خالص می‌باشد ولی در مرحله دوم، برگ بلوط در توده کاج با سرعت بیشتری و در توده بلوط با سرعت کمتری نسبت به حالت خالص تجزیه می‌شود. روند کاهش وزن در حالت آمیخته یک جیبه در هر توده و در هر دو مرحله تجزیه، تقریباً مشابه

نحوه تجزیه لاشبرگ گونه‌های مختلف جنگلی به صورت آمیخته، لازم و ضروری می‌باشد. با توجه به اینکه تأثیر نسبت‌های مختلف آمیختگی و نوع آمیختگی در ارتباط با گونه‌های بومی در روند تجزیه لاشبرگ آنها، کاملاً شناخته شده نمی‌باشد، لازم است در مطالعات به این موارد نیز توجه شود.

(۳۶، ۲۵). این نتایج همسو با نتایج King و همکاران (۲۷) بود.

به‌طور کلی، تجزیه لاشبرگ به صورت آمیخته، منجر به افزایش سرعت تجزیه لاشبرگ و به عبارت دیگر، افزایش سرعت بازگشت مواد غذایی به خاک می‌شود. به منظور انتخاب گونه‌های مناسب برای ایجاد جنگل‌کاری‌های آمیخته و مناسب، مطالعه و کسب اطلاعات بیشتر در زمینه

## منابع

- ۴- حسینی، و.، عزیزی، پ.، طبری، م. و حسینی، س. م. ۱۳۸۴. مقایسه روند تجزیه لاشبرگ توسکا بیلاقی در دور رویشگاه با سنگ مادر متفاوت در شرایط آزمایشگاهی یکسان. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۸ (۳): ۵۵۱-۵۴۵.
- ۵- شعبانی، س.، اکبری نیا، م.، جلالی، س. غ. و علی عرب، ع. ۱۳۹۰. تأثیر حفرات جنگلی بر روی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در توده‌های بلوط-ممرزستان در جنگل خانیکان چالوس. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۴ (۴): ۶۰۴-۵۹۳.
- ۶- Abaye, D.A., Brookes, P.C., 2006. Relative importance of substrate type and previous soil management in synthesis of microbial biomass and substrate mineralization, *Eur. J. Soil Sci.* 57: 179-189.
- 7- Aerts, R., 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos*. 79: 439-449.
- 8- Austin, A.T., Vivanco, L., 2006. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. *Nature* 442, 555-558.
- 9- Ayres, E., Steltzer, H., Simmons, B.L., Simpson, R.T., Steinweg, J.M., Wallenstein, M.D., Mellor, N., Parton, W.J., Moore, J.C., Wall, D.H., 2009. Home-field advantage accelerates leaf litter decomposition in forests. *Soil Biology and Biochemistry*. 41: 606-610.
- 10- B.N. Richards 1987, *The microbiology of terrestrial ecosystems*. Longman, Harlow, pp. 399.
- 11- Bardgett, R.D., 2005. *The Biology of Soil: a Community and Ecosystem Approach*. Oxford University Press, Oxford, 242 pp.
- ۱- احمدلو، ف.، طبری، ط. و بهتری، ب. ۱۳۹۰. اثر تنش آبی بر برخی صفات فیزیولوژیکی بذر کاج حلب و کاج بروسیا. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۴ (۵): ۷۳۶-۷۲۸.
- ۲- بی‌نام، کتابچه طرح جنگلداری سری یک طرح جنگلداری دارابکلا-ساری. ۱۳۸۵. اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری، ۸۲ صفحه.
- ۳- حسینی، و.، عزیزی، پ.، طبری، م. و حسینی، س. م. ۱۳۸۲. مقایسه روند تجزیه لاشبرگ ممرز از دورویشگاه در شرایط آزمایشگاهی یکسان. پژوهش و سازندگی، ۶۱: ۴۹-۴۵.
- 12- Berg, B. and McClaugherty, C., 2008. *Plant Litter Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration*. Springer Publication, Berlin, 338 p.
- 13- Berg, B. and Staff, H., 1981. Leaching, accumulation and release of nitrogen in decomposing forest litter. *Journal of Ecological economics*, 33: 163-178.
- 14- Berg, B. and Staff, H., 1987. Release of nutrients from decomposing White birch leaves and Scot pine needles litter. *Journal of Pedobiologia*, 30: 55-63.
- 15- Berg, B., McClaugherty, C., De Santo, A. V., Johnson, D., 2001. Humus buildup in boreal forests: effects of litter fall and its N concentration. *Can. J. Forest Res.* 31: 988-998.
- 16- Blair, J.M., Parmelee, R.W., Beare, M.H., 1990. Decay rates, nitrogen fluxes, and decomposer communities of single- and mixed-species foliar litter. *Ecology*. 71: 1976-1985.
- 17- C. Pascoal, F. Cássio. 2004. Contribution of fungi and bacteria to leaf litter decomposition in a polluted river, *Applied and Environmental Microbiology* 70 (9): 5266-5273.

- 18-Conn, C., Dighton, J., 2000. Litter quality influences on decomposition, ectomycorrhizal community structure and mycorrhizal root surface acid phosphatase activity. *Soil Biol Biochem.* 32:489-496.
- 19-D.A. Wardle, K.I. Bonner, K.S. Nicholson. 1997. Biodiversity and plant litter: experimental evidence which does not support the view that enhanced species richness improves ecosystem function, *Oikos* 79 (2): 247-258.
- 20-Gartner, T.B., Cardon, Z.G., 2006. Site of leaf origin affects how mixed litter decomposes. *Soil Biology and Biochemistry.* 38:2307-2317.
- 21-Gartner, T.B., Cardon, Z.G., 2004. Decomposition dynamics in mixed-species leaf litter a review. *Oikos.* 104:230-246.
- 22-Gholz, H.L., Wedin, D.A., Smitherma, S.M., Harmon, M.E., Parton, W.J., 2000. Longterm dynamics of pine and hardwood litter in contrasting environments: toward a global model of decomposition. *Global Change Biology.* 6: 751-765
- 23-Hansen, R.A., 2000. Effect of habitat complexity and composition on a diverse litter microarthropod assemblage, *Ecology.* 81:1120-1132.
- 24-Hector, A., Beale, A.J., Minns, A., Otway, S.J., Lawton, J.h., 2000. Consequences of the reduction of plant diversity for litter decomposition: effect through litter quality and microenvironment. *Oikos.* 90:357-371.
- 25-J.P. Schimel, S. Hättenschwiler. 2007. Nitrogen transfer between decomposing leaves of different N status, *Soil Biology and Biochemistry* 39 (7): 1428-1436.
- 26-K. Chapman, J.B. Whittaker, O.W. Heal. 1988. Metabolic and faunal activity in litters of tree mixtures compared with pure stands, *Agricultural Ecosystem Environment* 24 (1-3): 33-40.
- 27-King RF, Dromph KM, Bardgett RD (2002) Changes in species evenness of litter have no effect on decomposition processes. *Soil Biol Biochem* 34:1959-1963
- 28-L.P. Liao, Y.Q. Ma, S.L. Wang, H. Gao, X.J. Yu. 2000. Decomposition of leaf litter of Chinese fir in mixture with major associated broad-leaved plantation species, *Acta Phytoecologica Sinica* 24 (1) 27-33.
- 29-Nilsson, M.-C., Wardle, D.A., Dahlberg, A., 1999. Effects of plant litter species composition and diversity on the Boreal forest plantsoil system, *Oikos.* 86:16-26
- 30-Ozalp, M., Conner, W.H., Lockaby, B.G., 2007. Above-ground productivity and litter decomposition in a tidal freshwater forested wetland on Bull Island, SC, USA. *Forest Ecol. - Manage.* 245, 31-43.
- 31-Paul, E.A., 2007. *Soil Microbiology, Ecology, and Biogeochemistry*, third ed. Academic Press, Amsterdam, 552 pp.
- 32-Polyakova, O., Billor, N., 2007. Impact of deciduous tree species on litterfall quality, decomposition rates and nutrient circulation in pine stands. *Forest Ecology and Management.* 253:11-18.
- 33-Song Fuqiang, Fan Xiaoxu, Song Ruiqing. 2010. Review of mixed forest litter decomposition researches, *Acta Ecologica Sinica* 30: 221-225
- 34-T.R. Seastedt. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes, *Annual Review of Entomology* 29: 25-46.
- 35-Taylor, B. R., Parkinson, D., Parsons, W. F. J., 1989. Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: A microcosm test. *Ecology* 70: 97-104.
- 36-Ward, S.E., Ostle, N.J., McNamara, N.P., Bardgett, R.D., 2010. Litter evenness influences short-term peatland decomposition processes. *Oecologia.* doi:10.1007/s00442-010-1636-y.
- 37-Wardle, D. A., Nilsson, M., Zackrisson, O., Gallet, C., 2003. Determinants of litter mixing effects in a Swedish boreal forest. *Soil Biology and Biochemistry.* 35: 827-835.
- 38-Zhang, P., Tian, X., He, X., Song, F., Ren, L., Jiang, P., 2008. Effect of Litter quality on its decomposition in broadleaf and coniferous forest. *European Journal of Soil Biology.* 44:392-399.

## The Study of litter decomposition process of *Caucasian oak* and *Red pine* using litterbag technique

Hojati S.M., Tafazoli M. Hashemi S.A. and Tafazoli M.

Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. of Iran

### Abstract

The present study was aimed to measure the rate of litter decomposition and home field advantage in *Pinus brutia*, *Ten* and *Quercus castanefolia* monocultures in Darabkola-Mazandaran. Fresh fallen litters were collected from the forest floor of those stands and after drying in Lab (65°C) were placed into litterbags (2 mm mesh). Three categories of litterbag were prepared and located on the mineral soil surface after removal of organic layers. One pocket bags filled with pure leaf and needle litter (10 g), one pocket bags filled with mixed litter (5g needle and 5g leaf) and two pocket bags filled with mixed litter (10g leaf and 10 g needle in each pockets, separately but connected). During one year incubation period, litterbags were collected from the field after 2, 4, 6, 8 and 12 months. Results showed that, the annual average of decomposition rate for pure needle in pine stand (4.01) was lower than in oak stand (4.18) but for pure leaf in pine stand (4.60) was higher than oak stand (4.58). The decomposition rate of mixed litter (two pocket bags) in oak stand was higher than in pine stand. Measuring of home field advantage showed that, litter decomposition rates were increased in home stand after 180 days.

**Key words:** Litter decomposition rate, Home field advantage, Litterbag, Darabkola.