بررسی کیفیت عناصر غذایی و تجزیه لاشبرگ بلوط وی‌ول (*Quercus libani*) در مرحله اول تجزیه در جنگل‌های زاگرس شمالی (مطالعه موردی: جنگل‌های هواره خول بانه)

فرهاد قاسمی آقباش [۱،*]، گشین‌اله ویسی [۲]، وحید حسینی [۳]

[۱] استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
[۲] دانش‌آموخته مقطع کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
[۳] استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: ghasemifarhad@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۰۸

چکیـــده

در بوم‌سازه‌های جنگلی، تجزیه لاشبرگ مهم‌ترین راه ورود عناصر غذایی به خاک است و قابلیت در دسترس بودن عناصر غذایی خاک به میزان زیادی ناشی از پویایی عناصر غذایی و تجزیه لاشبرگ در جنگل است. این تحقیق با هدف ارزیابی پویایی عناصر غذایی و تجزیه لاشبرگ در جنگل‌های زاگرس شمالی با استفاده از روش کیسه لاشبرگ به مدت ۱۸۰ روز در جنگل هواره خول واقع در شهرستان بانه انجام گرفت. در این مطالعه کیسه لاشبرگ‌ها در فواصل زمانی ۳۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز جمع‌آوری شده و اندازه‌گیری نرخ تجزیه و ترکیبات شیمیایی لاشبرگ‌ها نظیر نیتروژن، کربن، فسفر، پتاسیم و کلسیم انجام گرفت. نتایج نشان داد که بین نرخ تجزیه با کیفیت اولیه لاشبرگ‌ها و همچنین نسبت‌های کیفی C:N و C:P همبستگی معنی‌داری وجود نداشت. با توجه به درجه‌بندی کیفی لاشبرگ‌ها بر اساس مقدار نیتروژن در تحقیق حاضر مقدار میانگین نیتروژن وی‌ول ۱/۳۷ درصد به دست آمد؛ بنابراین می‌توان گونه بلوط وی‌ول را در گروه متوسط قرار داده و جزو گونه‌های اصلاح‌کننده خاک به‌حساب آورد. در لاشبرگ مورد مطالعه فسفر و نیتروژن عملکرد مشابهی داشته به‌طوری که غلظت آن‌ها در طول زمان افزایش یافته بود (به ترتیب ۷/۲۷ و ۳۰/۳۸ میلی‌گرم بر گرم) اما عناصر کلسیم، پتاسیم و منیزیم نیز معمولاً با کاهش در غلظت مواجه شده بودند. غلظت عناصر غذایی لاشبرگ بلوط وی‌ول در منطقه مورد مطالعه نیز به‌صورت Ca>N>P>K> Mg بود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه لاشبرگ، زاگرس شمالی، عناصر غذایی، کیسه لاشبرگ، نیتروژن

مـــقـــدمـــه

تجزیه لاشبرگ فرایندی اساسی در چرخه عناصر غذایی بوده و برای پایداری بوم‌سازه‌های جنگلی لازم و ضروری است (Purahong *et al.*, 2014). اهمیت فرایند تجزیه لاشبرگ در بازگشت انرژی، مواد آلی و عناصر غذایی پوشش گیاهی از طریق لاشریزه‌ها کاملاً مشهود است (Kara *et al.*, 2014). به‌طوری که بر اساس آن چرخه موادغذایی، آزادسازی دی‌اکسیدکربن در اتمسفر و معدنی‌شدن عناصر غذایی تنظیم می‌شود (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۱). در بوم‌سازه‌های جنگلی چرخه عناصر غذایی یک فرایند زیستی است که بر حاصلخیزی خاک و تولید جنگل تأثیر می‌گذارد. بخش انتهایی این چرخه با بازگشت عناصر غذایی به خاک به‌صورت لاشریزه و تجزیه مواد آلی به عناصر قابل‌جذب خاتمه می‌یابد (فرهادی، ۱۳۸۵). تجزیه مواد آلی، بر میزان دسترسی گیاهان به عناصر غذایی موجود در خاک مؤثر است (Berg & McClaugherty, 2008). کیفیت لاشبرگ و سرعت تجزیه آن به عواملی مانند سختی، مورفولوژی، نسبت کربن به نیتروژن و فسفر و طول عمر برگ‌ها یا

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

محتویات اجزاء قابل حل در آب (Augusto *et al*., 2002) و همچنین به میزان زیادی به‌وسیله خصوصیات شیمیایی آن، مخصوصاً به سطح لیگنین و سطوح عناصر غذایی بستگی دارد (Berg & McClaugherty, 2008). در اثر تجزیه لاشبرگ، عناصر غذایی برگ‌ها به خاک برمی‌گردد به‌طوری که عناصر موردنیاز برای رشد گیاهان تأمین می‌شود (Polyakova & Billor, 2007). ارتباط موجود بین نرخ تجزیه لاشبرگ‌ها و اقلیم و همچنین نقش آن‌ها در افزایش فعالیت میکروبی خاک که منجر به پویایی عناصر غذایی لاشریزه‌ها می‌شود (Berger & Berger, 2014). ریزش برگ‌ها، شاخه‌ها و دیگر قسمت‌های درخت مسیر اصلی انتقال عناصر غذایی و مواد آلی به خاک است (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۱). تجزیه بیولوژیکی لاشریزه‌ها کارکردی ضروری در بوم‌سازه‌ها محسوب می‌شود که تولید آن را از طریق تغییر و تحولات عناصر غذایی تنظیم کرده و در چرخه کربن به‌واسطه آزادسازی کربن آلی به‌صورت دی‌اکسیدکربن نقش اساسی ایفا می‌کند (Virzo De Santo *et al*., 2009). عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی جزء عناصر پرمصرف و ضروری هستند این عناصر از طریق اتمسفر، هوادیدگی مواد مادری و تجزیه لاشبرگ‌ها وارد چرخه عناصر غذایی بوم‌سازه‌های جنگلی می‌شوند. صالحی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی و مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل‌های کمتر تخریب یافته و تخریب یافته زاگرس جنگل‌های حوزه شهرستان پلدختر دریافتند که درختان بلوط از یک طرف به‌واسطه تجمع لاشبرگ در زیر تاج پوشش و از طرف دیگر به‌واسطه ایجاد یک جریان پیوسته چرخه عناصر غذایی، خاک‌های حاصلخیزی را در زیر تاج پوشش خود ایجاد می‌کنند. Davey و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای در خصوص تجزیه لاشبرگ بلوط (*Quercus robur* L.) و همبستگی موجود بین نرخ تجزیه و غلظت اولیه برخی از عناصر لاشبرگ بلوط گزارش دادند که بین میزان اولیه عناصر منگنز و کلسیم لاشبرگ‌ها با نرخ تجزیه آن‌ها ارتباط معنی‌داری وجود دارد. به‌واسطه افزایش تاج پوشش درختان، لاشبرگ تولیدی نیز افزایش پیدا می‌کند. این عامل سبب تولید مهم‌ترین عناصر غذایی خاک مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌شود؛ بنابراین افزایش لاشبرگ تولیدی درختان یکی از عوامل اصلی ایجاد همبستگی مثبت بین تاج پوشش درختان و عناصر غذایی خاک است. مطالعه پویایی و تجزیه لاشبرگ گونه‌های راش، پلت و توسکای ییلاقی در رویشگاه‌های طبیعی و دست کاشت منطقه هیرکانی نشان داد که الگوی تغییر در غلظت‌های عناصر غذایی و لیگنین در طول فرایند تجزیه در کلیه لاشبرگ‌های مورد مطالعه و در هر دو رویشگاه مورد مطالعه مشابه الگوی عمومی (افزایش غلظت عناصر نیتروژن و فسفر و کاهش غلظت پتاسیم در مدت زمان انکوباسیون) ارائه شده است (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۱). در جنگل‌های زاگرس زادآوری گونه بلوط بیشتر محدود به نقاطی است که شرایط مناسبی ازنظر تاج پوشش درختی، ماده آلی، لاشبرگ سطحی و همچنین جهت دامنه دارد به‌طوری که در مناطقی که ضخامت لاشبرگ زیاد بوده و دامنه شمالی بوده زادآوری دانه‌زاد بلوط از شرایط بهتری برخوردار بوده است (فتاحی، ۱۳۷۳). همچنین زادآوری دانه‌زاد بلوط با مواد آلی خاک، نیتروژن، پتاسیم و ضخامت لاشبرگ همبستگی مثبت معنی‌داری را نشان داده است (میرزایی، ۱۳۸۶). لاشبرگ‌ها را می‌توان با درجه‌بندی کیفی طبقه‌بندی کرد (Jamaludheen & Kumar, 1999). ارزش هر کدام از لاشبرگ‌ها را در ارتباط با حاصلخیزی خاک ارزیابی نمود و به نقش گونه‌های درختی در خاصیت اصلاح‌کنندگی خاک پی برد. در حال حاضر جنگل‌های بلوط غرب در بیشتر مناطق با فقر ماده آلی خاک و عدم بازگشت ماده آلی (لاشریزه‌ها) به خاک مواجه هستند. لذا انجام این تحقیق بیش از هر زمان دیگر ضرورت داشته و یافته‌های آن می‌تواند در احیاء و توسعه این جنگل‌ها نقش اساسی بازی نماید؛ از آنجا که در رویشگاه زاگرس مطالعه کمی در خصوص فرایند تجزیه لاشبرگ انجام گرفته است، لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی پویایی عناصر غذایی و تجزیه

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

لاشبرگ بلوط وی‌ول در طی مدت زمان انکوباسیون در زاگرس شمالی در جنگل‌های منطقه هواره خول بانه انجام گرفت تا به یک الگوی مناسب در خصوص تغییرات عناصر غذایی لاشبرگ و روند تجزیه آن در طی مدت‌زمان بررسی دست یافت.

مواد و روش‌ها

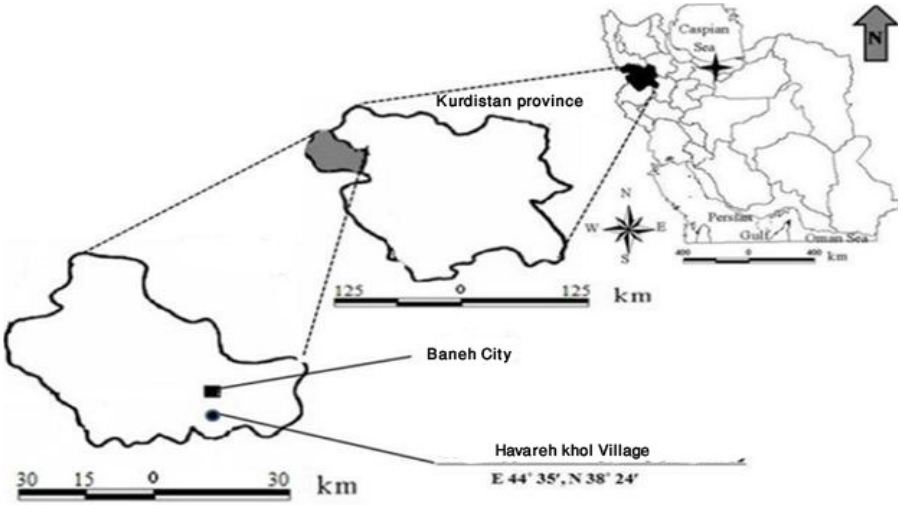
منطقه مورد مطالعه

شهرستان بانه در شمال غربی استان کردستان واقع شده است و شامل چهار بخش مرکزی نمشیر، ننور، آرمرده و بلکه است. جهت مطالعه پویایی عناصر غذایی لاشبرگ گونه بلوط وی‌ول (*Quercus libani*) در زاگرس شمالی جنگل‌های روستای هواره خول واقع در ۱۳ کیلومتری شرق شهرستان بانه از استان کردستان انتخاب شد (شکل ۱). روستای هواره‌خول در بخش ننور و دهستان بویین واقع شده است. این جنگل ۳۴۷ هکتار وسعت داشته و در موقعیت جغرافیایی (۲۴ و″۳۸ شمالی و (۳۵ تا ″ ۴۴ شرقی و در محدوده ارتفاعی ۱۵۸۰ تا ۲۲۵۰ متری از سطح دریا گسترش یافته است (غضنفری، ۱۳۸۲).

بر اساس آمار و اطلاعات ده‌ساله ایستگاه هواشناسی بانه که در نزدیک‌ترین فاصله از منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است. میانگین بارندگی منطقه معادل ۶۰۳ میلی‌متر بوده و میانگین درجه حرارت سالیانه نیز ۱۴/۰۸ درجه سانتی‌گراد است که ماه‌های مرداد و بهمن با میانگین دمای ۳۷/۰۹ و ۱۱/۸۹- درجه سانتی‌گراد به ترتیب گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال هستند. طبق روش دومارتن اقلیم منطقه نیمه مرطوب است.

روش انجام تحقیق

لاشبرگ گونه بلوط در فصل خزان و بلافاصله بعد از افتادن و قبل از هرگونه بارندگی به‌طور دستی از کف جنگل جمع‌آوری شد. به همین منظور قبل از شروع فصل خزان در توده مورد نظر با توجه به تعداد تکرارها، پنج نقطه جمع‌آوری لاشبرگ به‌طور انتخابی مشخص‌شده و لاشبرگ‌های مربوط به سال‌های قبل پاک‌سازی شد تا لاشبرگ‌های تازه خزان‌کرده از این نقاط جمع‌آوری شود (Berg & McClaugherty, 2008). لاشبرگ‌های جمع‌آوری‌شده در داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت در فضای آزمایشگاه خشک شدند.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان کردستان

Figure 1. Location of the study area in Iran and Kurdistan province

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

در این مطالعه از تکنیک کیسه لاشبرگ[1] استفاده شد (Berg & McClaugherty, 2008). ابعاد کیسه‌های لاشبرگ به‌کار برده شده در این تکنیک ۲۰×۲۰ سانتی‌متر با روزنه دو میلی‌متر از جنس نایلون و تعداد ۵۰ کیسه لاشبرگ آماده شد. در هر کیسه در حدود پنج گرم نمونه لاشبرگ خشک‌شده در فضای آزمایشگاه با توجه به اهداف تحقیق قرار داده شد. قبل از نصب کیسه‌ها در عرصه، به‌منظور ارزیابی میزان رطوبت اولیه، سطوح اولیه عناصر غذایی لاشبرگ‌ها پنج نمونه لاشبرگ پنج گرمی زیر نمونه انتخاب شد و در آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد و سنجش‌های مربوطه انجام گرفت. قبل از نصب کیسه‌ها برچسبی شامل وزن اولیه لاشبرگ تهیه‌شده و در داخل کیسه لاشبرگ‌ها قرار داده شد. کیسه‌های لاشبرگ آماده‌شده با استفاده از میخ‌های آهنی ۱۵ سانتی‌متری برای جلوگیری از جابجایی آن‌ها، در پنج نقطه (در همان عرصه که قبلاً جمع‌آوری شده بود) نصب شد. برداشت کیسه لاشبرگ‌ها در فاصله زمانی ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ روز انجام شد. کیسه لاشبرگ‌ها بعد از جمع‌آوری به‌سرعت در کیسه‌های پلاستیکی مهر و موم شده به آزمایشگاه منتقل شد. بعد از اینکه محتویات داخل کیسه در آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند؛ اندازه‌گیری‌های مربوط به نرخ تجزیه از طریق روابط مربوطه محاسبه شد. برای محاسبه وزن از دست رفته لاشبرگ‌ها از روش وزنی استفاده شد (به نقل از قاسمی و همکاران، ۱۳۹۱).

میزان آزادسازی عناصر غذایی در لاشبرگ‌ها در طول مدت انکوباسیون از طریق رابطه زیر محاسبه شد (Guo and Sims, 1999).

$$R(\%) = [W0C0 - WtCt/ W0C0] \times 100$$

Wt : وزن خشک باقی‌مانده

W0: وزن خشک اولیه

C0: غلظت عناصر غذایی در لاشبرگ اولیه (mg/g)

Ct: غلظت عناصر غذایی بعد از جمع‌آوری (mg/g)

در آزمایشگاه لاشبرگ‌های موجود در کیسه‌ها در صورت آلودگی به مواد آلی ناپاک یا مواد معدنی اضافی با ملایمت پاک شد. سپس در آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک‌شده و در ادامه با استفاده از آسیاب خرد شد. سپس آنالیزهای شیمیایی در پنج تکرار روی هر نمونه لاشبرگ جهت تعیین عناصر غذایی نظیر نیتروژن، کربن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم انجام گرفت. نیتروژن لاشبرگ‌ها بعد از هضم نیم گرم از نمونه در اسیدسولفوریک غلیظ و به‌کارگیری یک قرص کاتالیزور با روش کجلدال تعیین گردید (به نقل از Bremner & Mulvaney, 1982). برای تعیین درصد کربن آلی از روش احتراق استفاده شد. به این صورت که نمونه‌ها در کوره الکتریکی با دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت چهار ساعت قرار داده شده و بعد از سپری شدن این مدت، با اندازه‌گیری میزان ماده آلی از دست رفته (سوخته شده) ۴۵٪ آن به‌عنوان کربن آلی محاسبه گردید (به نقل از Nelson & Sommers, 1982). فسفر لاشبرگ‌ها با استفاده از روش اولسن و دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد (Olsen & Dean, 1965). پتاسیم، کلسیم و منیزیم لاشبرگ‌ها با استفاده از روش طیف‌سنجی اتمی و دستگاه طیف‌سنج اتمی اندازه‌گیری شدند (Issac & Johnson, 1975).

روش‌های آماری مورد استفاده

ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی شد. برای مقایسه تغییرات غلظت و ماده آلی از دست رفته در طول زمان از آنالیز Repeated measurement استفاده شد. مقایسه ترکیب شیمیایی لاشبرگ‌ها در اول و انتهای مدت‌زمان انکوباسیون با استفاده از آزمون T جفت نشده انجام شد. برای مشخص کردن همبستگی بین نرخ تجزیه و غلظت عناصر لاشبرگ‌ها از همبستگی پیرسون استفاده شد. کلیه آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS Ver. 16 و ترسیم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزارExcel و تمام آزمون‌ها در سطح معنی‌دار یک و پنج درصد انجام شد.

[1] Litterbag

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

نتایج

ترکیب شیمیایی اولیه لاشبرگ‌ها و زمان آخر انکوباسیون

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که به‌جز کلسیم بین ترکیب شیمیایی اولیه لاشبرگ‌ها و زمان آخر انکوباسیون در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد به‌طوری که غلظت آن‌ها در زمان آخر کمتر بود (جدول ۱).

نرخ تجزیه لاشبرگ‌ها

روند تجزیه لاشبرگ‌ها نشان داد که نرخ تجزیه لاشبرگ‌های گونه وی‌ول در طول مدت‌زمان انکوباسیون از ۱۳/۱۹ درصد در روز ۳۰ به ۳۷/۳۲ درصد در روز ۱۸۰ رسیده است. در تمامی زمان‌های انکوباسیون، بین نرخ تجزیه لاشبرگ‌های وی‌ول، اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود (شکل ۲).

همبستگی بین نرخ تجزیه لاشبرگ با مقادیر اولیه غلظت‌های عناصر غذایی و نسبت‌های کیفی لاشبرگ طی مدت انکوباسیون

نتایج نشان داد که بین مقادیر اولیه غلظت‌های عناصر غذایی و همچنین نسبت‌های کیفی C:P و C:N با تجزیه لاشبرگ همبستگی معنی‌داری وجود ندارد. همبستگی بین مقادیر اولیه عناصر مختلف با هم نیز نشان داد که بین غلظت اولیه عناصر فسفر و منیزیم، پتاسیم و فسفر، فسفر با نسبت C:P، رابطه منفی معنی‌دار و بین فسفر و کلسیم، منیزیم و نسبت C:P همچنین بین نیتروژن و فسفر رابطه مثبت معنی‌دار وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۱- ترکیب شیمیایی اولیه لاشبرگ‌ها و زمان آخر انکوباسیون (میلی‌گرم بر گرم)

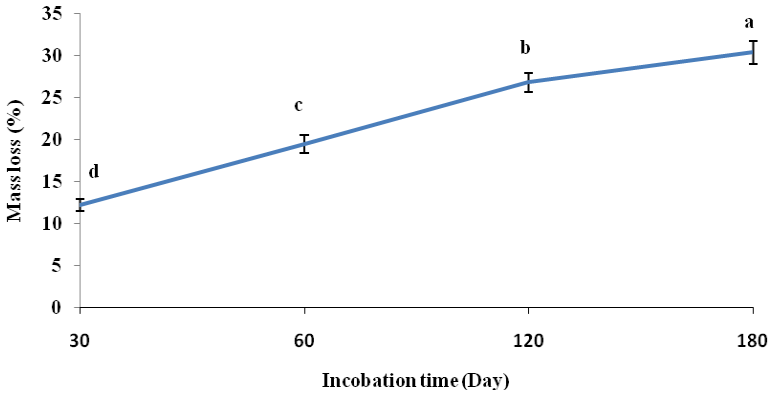
Table 1. Initial composition of Leaf litters and the end of incubation time (mg/g)

عناصر Nutrients	ترکیب شیمیایی اولیه لاشبرگ‌ها Initial composition of Leaf litters	زمان آخر انکوباسیون The end of incubation time
	میانگین ± اشتباه معیار Mean ± Standard error	میانگین ± اشتباه معیار Mean ± Standard error
Magnesium	3.21± 0.17a	1.9± 0.29 b
Calcium	38.64± 0.48a	39.49± 1.06 a
Phosphorus	4.4± 0.27a	7.27± 0.13b
Nitrogen	13.72± 1.20a	30.38± 1.32b
Carbon	570± 1.09 a	480± 2.44 b
Potassium	9.4± 0.11 a	4.44± 0.11b
C:N	42.96± 3.82 a	16.03± 0.57b
C:P	129.54± 0.91a	66.02± 1.39 b

حروف متفاوت در هر سطر اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد را نشان می‌دهد.

Different letters per row shows significant differences in the level of five percent

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]



شکل ۲- درصد وزن از دست رفته لاشبرگ‌ها (میانگین ± اشتباه معیار) در مدت‌زمان انکوباسیون

Figure 2. Mass loss of leaf litters (Mean ± Standard error) during the incubation time

مقدار F با فرض کرویت واریانس‌ها برابر است با ۷۱/۱۹۵ و معنی‌داری ۰/۰۰۰ است (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد وزن از دست رفته لاشبرگ‌ها در مدت زمان انکوباسیون

Table 2. Analysis variance of Mass loss of leaf litters during the incubation time

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	1956.875	3	652.292	71.195	.000

جدول ۳- همبستگی بین نرخ تجزیه لاشبرگ با مقادیر اولیه غلظت‌های عناصر غذایی و نسبت‌های کیفی لاشبرگ

Table 3. The correlation between litter decomposition rates with initial values of nutrient concentrations and ratios of litter quality

غلظت اولیه عناصر Initial concentration of nutrients	نرخ تجزیه Mass loss	Magnesium	Calcium	Phosphorus	Nitrogen	Carbon	Potassium	C:N	C:P
Mass loss	1								
Magnesium	-0.238	1							
Calcium	0.278	-0.828	1						
Phosphorus	0.542	-0.914*	0.934*	1					
Nitrogen	0.338	-0.878	0/852	0.930*	1				
Carbon	-0/276	0.645	-0.667	-0.538	-0.318	1			
Potassium	-0.767	0.751	-0.704	-0.895*	-0.808	0.239	1		
C:N	-0.270	-0.876	0/825	0/745	0/689	-0.860	-0.405	1	
C:P	-0.504	0.943*	-0/950	-0/963**	-0/852	0.741	0.777	-0.879	1

*، ** به ترتیب بیانگر ارتباط معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

* , ** A significant relationship at probability level five and one percent, respectively.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

پویایی عناصر غذایی لاشبرگ‌ها طی مدت انکوباسیون

پویایی منیزیم لاشبرگ‌ها طی مدت انکوباسیون

بر اساس نتایج مشخص شد که پویایی منیزیم از شروع فرایند تجزیه روند کاهشی به خود گرفته و در روز ۱۸۰ به پایین‌ترین حد خود رسیده است که البته با میزان آن در روزهای ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ هیچ گونه اختلاف معنی‌داری نداشته است (شکل ۳).

پویایی کلسیم لاشبرگ‌ها طی مدت انکوباسیون

نتایج نشان داد که تغییرات غلظت کلسیم در ابتدای انکوباسیون نسبت به روز ۳۰ دارای اختلاف معنی‌دار بوده و در روز ۳۰ به بالاترین حد رسیده و سپس شروع به کاهش تدریجی می‌کند این کاهش در روز ۱۲۰ اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد و سپس در پایان دوره شروع به افزایش می‌کند که این مقدار افزایش غلظت با زمان ۱۲۰ و غلظت اولیه آن اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (شکل ۴).

پویایی فسفر لاشبرگ‌ها طی مدت انکوباسیون

غلظت فسفر در تمام مدت‌زمان تجزیه افزایشی بوده به‌طوری که غلظت فسفر در زمان‌های انکوباسیون اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان می‌دهد، به‌طوری که همه سطوح با هم تفاوت معنی‌دار داشته و غلظت فسفر در پایان دوره به بالاترین حد خود رسیده است (شکل ۵).

پویایی نیتروژن لاشبرگ‌ها طی مدت انکوباسیون

غلظت نیتروژن تا زمان ۶۰ روز افزایش‌یافته که این افزایش غلظت با روز اول اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان داده است. در زمان ۱۲۰ روز غلظت نیتروژن کاهش می‌یابد که این مقدار کاهش اختلاف معنی‌داری را با زمان قبل نشان نمی‌دهد. مجدداً در روز ۱۸۰ افزایش معنی‌داری در غلظت نیتروژن مشاهده می‌شود که به بالاترین حد خود در انتهای دوره رسیده است (شکل ۶).

پویایی کربن لاشبرگ‌ها طی مدت انکوباسیون

غلظت کربن در تمام مدت‌زمان تجزیه کاهش یافته است. این روند کاهشی در فاصله روزهای ۱ و ۳۰ اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان داده و در بقیه زمان‌ها نیز روزهای ۱۲۰ و ۱۸۰ با روزهای ۱ و ۳۰ اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان دادند (شکل ۷).

پویایی پتاسیم لاشبرگ‌ها طی مدت انکوباسیون

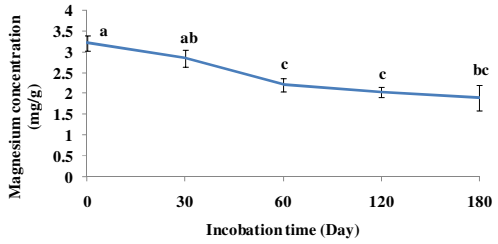
غلظت پتاسیم در طول مدت‌زمان انکوباسیون کاهش یافته است. کاهش غلظت پتاسیم لاشبرگ‌ها تا روز ۳۰ معنی‌دار بوده و از این روز به بعد هیچ اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های کاهش‌یافته آن در زمان‌های ۶۰ و ۱۲۰ روز مشاهده نشده است. کم‌ترین مقدار غلظت پتاسیم در پایان دوره مشاهده شد که با غلظت آن در زمان‌های اول، ۳۰ و ۶۰ اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان داد (شکل ۸).

مقادیر F به همراه سطوح معنی‌داری با فرض کرویت واریانس‌ها در جدول ۴ آمده است. این نتایج نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در پنج زمان مورد مطالعه برای عناصر غذایی مختلف است.

آزادسازی عناصر غذایی

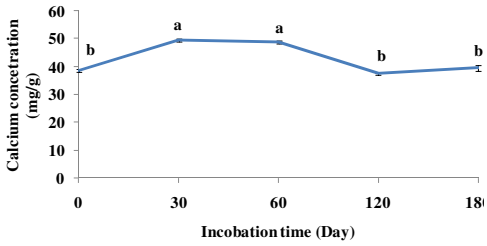
نتایج مربوط به درصد آزادسازی نیتروژن و فسفر در لاشبرگ وی‌ول منفی و بیش‌ترین درصد آزادسازی مربوط به عنصر نیتروژن (۶۰/۰۸ درصد) و کم‌ترین مقدار مربوط به فسفر (۱۸/۷۷ درصد) است. در حالی که درصد آزادسازی منیزیم، پتاسیم و کلسیم مثبت است. بیش‌ترین درصد آزادسازی مربوط به عنصر پتاسیم (۶۷/۳۴ درصد) و کم‌ترین درصد نیز مربوط به عنصر کربن (۱۴/۹۸) است (شکل ۹).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]



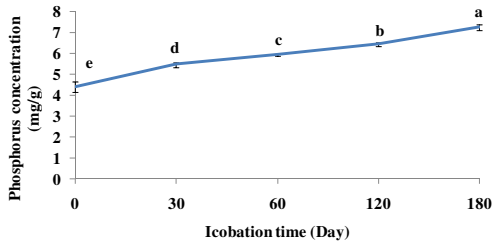
شکل ۳- پویایی منیزیم (میانگین ± اشتباه معیار) در مدت‌زمان انکوباسیون

Figure 3. Dynamic of magnesium (Mean ± Standard error) in the incubation time



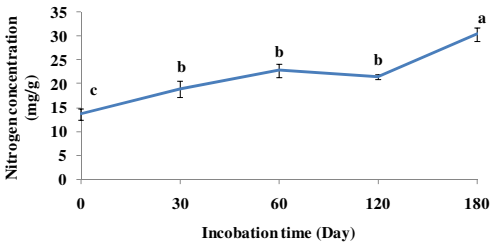
شکل ۴- پویایی کلسیم (میانگین ± اشتباه معیار) در مدت‌زمان انکوباسیون

Figure 4. Dynamic of calcium (Mean ± Standard error) in the incubation time



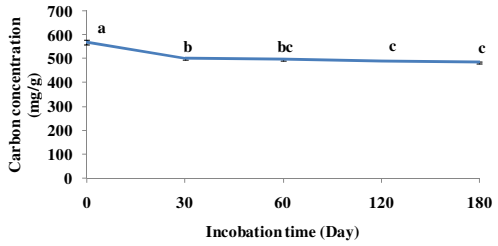
شکل ۵- پویایی فسفر (میانگین ± اشتباه معیار) در مدت‌زمان انکوباسیون

Figure 5. Dynamic of phosphorus (Mean ± Standard error) in the incubation time



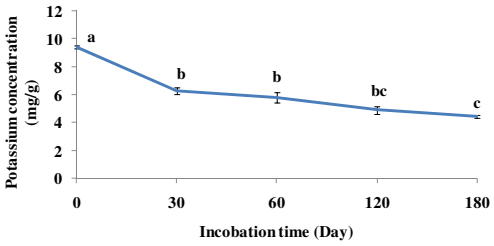
شکل ۶ - پویایی نیتروژن (میانگین ± اشتباه معیار) در مدت‌زمان انکوباسیون

Figure 6. Dynamic of nitrogen (Mean ± Standard error) in the incubation time



شکل ۷- پویایی کربن (میانگین ± اشتباه معیار) در مدت‌زمان انکوباسیون

Figure 7. Dynamic of carbon (Mean ± Standard error) in the incubation time



شکل ۸- پویایی پتاسیم (میانگین ± اشتباه معیار) در مدت‌زمان انکوباسیون

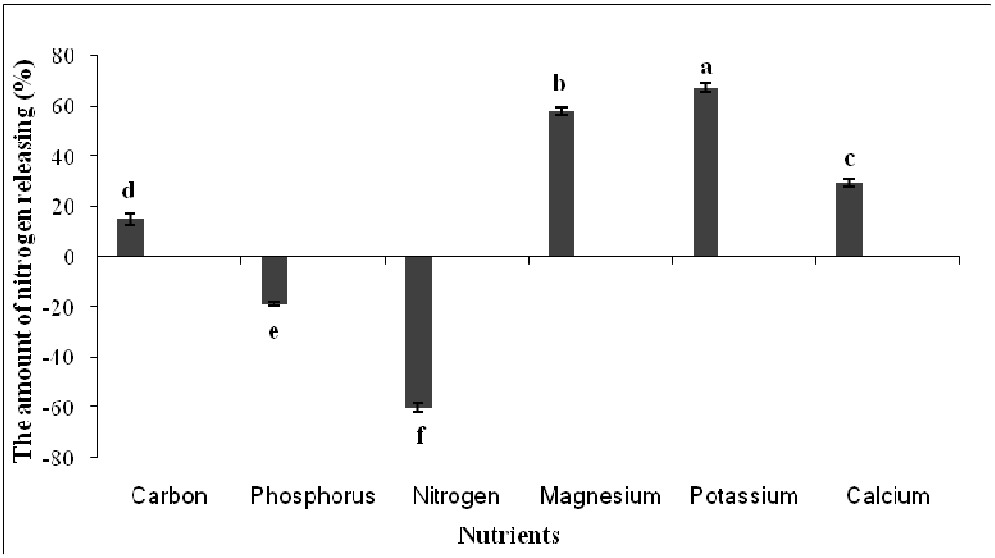
Figure 8. Dynamic of potassium (Mean ± Standard error) in the incubation time

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

جدول ۴- تجزیه واریانس پویایی عناصر غذایی در مدت‌زمان انکوباسیون

Table 4. Analysis variance of nutrients dynamics in the incubation time

Nutrients	Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Magnesium	Time	Sphericity Assumed	6.342	4	1.585	7.122	0.002
Calcium			693.648	4	173.412	73.330	0.000
Phosphorus			23.032	4	5.758	64.025	0.000
Nitrogen			739.394	4	184.848	19.377	0.000
Carbon			24760.000	4	6190.000	41.966	0.000
Potassium			75.947	4	18.987	65.362	0.000



شکل ۹- آزادسازی عناصر غذایی لاشبرگ‌ها در انتهای انکوباسیون

Figure 9. Releasing of leaf litter nutrients in the end of incubation

بحث

Jamulodheen و Kumar (۱۹۹۹) بر اساس مقدار نیتروژن لاشبرگ، گونه‌های درختی را به سه گروه غنی (نیتروژن بیش از ۱/۵ درصد)، متوسط (نیتروژن بین ۱ تا ۱/۵ درصد) و ضعیف (نیتروژن کمتر از ۱ درصد) تقسیم کردند. هدف آن‌ها از درجه‌بندی کیفی لاشبرگ‌ها تعیین گونه‌های اصلاح‌کننده خاک بود. در تحقیق حاضر مقدار در مدت‌زمان شش ماه مطالعه میانگین نیتروژن وی‌ول ۱/۳۷ درصد به دست آمد؛ بنابراین به نظر می‌رسد که بتوان گونه بلوط وی‌ول را در گروه متوسط قرار داده و تقریباً جزو گونه‌های اصلاح‌کننده خاک محسوب می‌شود. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و موافق با یافته‌های حسینی و همکاران (۱۳۸۲) و امینی و همکاران (۱۳۹۰) و قاسمی و همکاران (۱۳۹۱)، در لاشبرگ مورد مطالعه فسفر و نیتروژن عملکرد مشابهی داشته به‌طوری که غلظت آن‌ها در طول زمان تجزیه افزایش یافته است (شکل‌های ۵ و ۶). البته قبل از افزایش اندکی کاهش در غلظت‌های آن مشاهده می‌شود. بر اساس نظر Staaf و Berg (۱۹۸۲) این کاهش غلظت مربوط به آبشویی آن‌ها قبل از افزایش غلظت است هر چند در این مورد Swift و همکاران (۱۹۷۹) نظر متفاوتی دارند بدین‌صورت که در ابتدای فرایند تجزیه، میکروارگانیسم‌ها برای تجزیه سریع

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

اجزای ناپایدار لاشبرگ، به غلظت‌های بالای نیتروژن احتیاج دارند که این مسئله منجر به کاهش غلظت نیتروژن در شروع فرایند تجزیه می‌شود. Oladoye و همکاران (۲۰۰۸) و همچنین Bo و همکاران (۲۰۰۶) دلیل افزایش نیتروژن را ناشی از فعالیت میکروارگانیسم‌هایی دانسته‌اند که از لاشبرگ‌ها تغذیه می‌کنند (تجزیه میکروبی باعث کاهش سلولز و همی‌سلولز و ترکیبات کربن‌دار شده و در نتیجه مقدار نسبی نیتروژن افزایش می‌یابد). دلیل افزایش فسفر نیز تجزیه میکروبی و آبشویی ترکیبات کربن‌دار و نیتروژن دار قابل حل ذکر شده است (Bo *et al*., 2006). Pandey و همکاران (۲۰۰۷) دلیل افزایش غلظت نیتروژن و فسفر را در اثر تثبیت میکروبی، ورود از طریق ته‌نشینی جوی و تثبیت N2 ذکر کرده‌اند. برخی از عناصر مانند نیتروژن و فلزات سنگین می‌توانند به‌واسطه فعالیت‌های صنعتی از طریق اتمسفر ته‌نشست نماید. از آنجا که در محدوده منطقه مورد مطالعه چنین فعالیت‌هایی دایر نیست بنابراین می‌توان تأثیر این عامل را در تغییرات ترکیبات شیمیایی لاشبرگ نادیده گرفت. اما Dinka و همکاران (۲۰۰۴)، نظر متفاوتی داشتند آن‌ها ابراز داشتند دلیل افزایش غلظت نیتروژن می‌تواند ناشی از جذب آن از آب اطراف لاشبرگ توسط میکروارگانیسم‌هایی باشد که از لاشبرگ تغذیه می‌کنند. کلسیم، منیزیم و پتاسیم نیز معمولاً با کاهش در غلظت مواجه می‌شوند (حسینی و همکاران، ۱۳۸۲؛ امینی و همکاران، ۱۳۹۰؛ قاسمی و همکاران، ۱۳۹۱) (شکل‌های ۳، ۴ و ۸). به‌طوری که این مسئله به‌وفور در مورد پتاسیم و منیزیم مشاهده می‌شود (Laskowski *et al*., 1995). البته غلظت منیزیم نسبت به پتاسیم به‌آرامی کاهش می‌یابد (Berg & McClaugherty, 2008). پتاسیم به دلیل این‌که در لاشبرگ به‌عنوان عنصر قابل حل در آب یافت می‌شود؛ به‌آسانی از لاشبرگ شسته می‌شود (Lisanework & Michelsen, 1994). مطابق با یافته‌های Berg و McClugherty (۲۰۰۸)، کلسیم نیز ابتدا با افزایش غلظت مواجه بوده و پس از رسیدن به پیک غلظت شروع به کاهش می‌یابد. مطابق با یافته‌های Wan-Qin و همکاران (۲۰۰۶) و قاسمی و همکاران (۱۳۹۱)، در تحقیق حاضر نیز غلظت کلسیم نسبت به نیتروژن و فسفر بیش‌تر بود. کلسیم در لاشبرگ گیاهی به‌صورت یون‌های کلسیم یا نمک‌های غیرمحلول در واکوئل‌ها دیده می‌شود. همچنین کلسیم در ساختار دیواره سلولی پیوندهایی محکم با سایر ترکیبات و به‌صورت پکتات برقرار می‌کند (Kim *et al*., 1998). بررسی نرخ تجزیه لاشبرگ وی‌ول نشان داد که روند تجزیه تا روز ۱۸۰ انکوباسیون افزایشی بوده و در تمامی زمان‌ها این روند افزایشی اختلاف معنی‌داری با هم داشتند و در پایان دوره به بالاترین میزان خود رسیده است (شکل ۲). در طول سال اول تجزیه ترکیب شیمیایی لاشبرگ و اقلیم محرک‌های اصلی تجزیه هستند (Bonanomi *et al*., 2010) و دلیل این امر می‌تواند در شرایط اکولوژیکی و توپوگرافی رویشگاه نهفته باشد. طبق نظر Berg و McClaugherty (۲۰۰۸) در مقیاس محلی نقش عامل کیفیت شیمیایی لاشبرگ پررنگ‌تر است و به نظر می‌رسد که این مسئله در مطالعه حاضر نیز صدق می‌کند. پارامترهای کیفی لاشبرگ (Ca، P، C، N، N :C) اهمیت زیادی در کنترل نرخ تجزیه در سطح کوچک یعنی رویشگاه دارند (Berg *et al*., 1993). بررسی ترکیبات شیمیایی لاشبرگ‌ها و تأثیرشان بر نرخ‌های تجزیه توسط تعداد زیادی از محققان انجام شده است (Sariyildiz *et al*., 2005). کیفیت لاشبرگ‌ها به‌عنوان عامل اصلی کنترل‌کننده نرخ تجزیه، توسط تعداد زیادی از محققان توصیف شده است (Wang *et al*., 2009). شاخص C:N و همچنین غلظت‌های فسفر و نیتروژن به‌عنوان بهترین پیش‌بینی‌کننده‌های نرخ تجزیه در سال اولیه تجزیه در بسیاری از مطالعات ذکر شده‌اند (Wang *et al*., 2009). البته میزان عناصر غذایی لاشبرگ (اساساً نیتروژن) تنظیم‌کننده نرخ تجزیه در مرحله اول است، در حالی که غلظت لیگنین این نقش را در مرحله پایانی تجزیه عهده‌دار است (Berg & Lisanework Michelsen, 1994; Ekbohm, 1983)؛ بنابراین

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

نسبت C:N لاشبرگ‌ها می‌تواند برای پیش‌بینی نرخ تجزیه لاشبرگ در کوتاه مدت مورد استفاده قرار بگیرد (Moron & Domingo, 2000). بر اساس نظریه Prescott (۲۰۰۵) شاخص‌هایی که کربن و میزان عناصر غذایی لاشبرگ را به هم مربوط می‌سازند مانند C:N و C:P اغلب به‌طور منفی با نرخ‌های اولیه تجزیه ارتباط دارند. مطابق با یافته‌های Li و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه حاضر نیز نتایج نشان دادند که در پایان زمان مطالعه فسفر و کلسیم و نیتروژن همبستگی مثبت، در حالی که منیزیم، کربن، پتاسیم، C:N و C:P همبستگی منفی با نرخ تجزیه دارند (جدول ۳). میزان نیتروژن و نسبت C:N پارامترهای کلیدی در ارزیابی نرخ تجزیه لاشبرگ و الگوهای آزادسازی این عناصر هستند (Berg & Parton *et al*., 2007; McClaugherty, 2008). وجود همبستگی مثبت بین غلظت کلسیم و نرخ تجزیه لاشبرگ توسط Silver و Miya (۲۰۰۱) و همچنین Davey و همکاران (۲۰۰۷) در مورد لاشبرگ بلوط گزارش شده است. برخلاف نتایج Bonanomi و همکاران (۲۰۱۰)، رفتار کلسیم و منیزیم در طی فرایند تجزیه لاشبرگ متفاوت بوده و یافته‌های تحقیق حاضر در مورد منیزیم عملکرد متفاوتی را نشان داد و مشخص شد که همبستگی منفی بین نرخ تجزیه و غلظت منیزیم وجود دارد. طبق یافته‌های Gosz و همکاران (۱۹۷۳) و قاسمی و همکاران (۱۳۹۱) فسفر از جمله عناصری است که در طول فرایند تجزیه در لاشبرگ‌ها و رویشگاه‌های مختلف، رفتار متفاوتی را نشان می‌دهد. در مطالعه حاضر نیز مشخص شد که همبستگی مثبت بین نرخ تجزیه و غلظت فسفر وجود دارد. در هر حال آنچه در بیش‌تر مطالعات به‌دفعات اشاره‌شده وجود همبستگی مثبت بین غلظت نیتروژن و نرخ تجزیه لاشبرگ در کوتاه‌مدت است و دلیل این امر افزایش بیوماس میکروبی غنی از نیتروژن در کل فرایند تجزیه است (Moro & Domingo, 2000; Wang *et al*., 2007). نسبت C:N به‌عنوان شاخص کیفیت لاشبرگ در سال ۱۹۲۰ پیشنهادشده و هنوز هم به‌عنوان یک شاخص معتبر در پیش‌بینی نرخ تجزیه لاشبرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۱). تعیین کیفیت لاشبرگ با محاسبه نسبت C:N انجام می‌گیرد. بالا بودن نسبت مذکور به دلیل کمبود نسبی نیتروژن است که منجر به کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و در نهایت تجزیه مواد می‌شود. از آنجا که نیتروژن از عناصر غذایی موردنیاز برای میکروارگانیسم‌ها محسوب می‌شود لذا تجزیه موادی که C:N آن‌ها کوچک‌تر است، سریع‌تر انجام می‌گیرد (Seneviratne, 2000). در کل، میزان تجزیه مواد آلی به‌طور معکوس با نسبت C:N و به‌طور مستقیم با غلظت‌های فسفر و نیتروژن در لاشبرگ ارتباط دارند (Corrigan, 2008). Taylor و همکاران (۱۹۸۹) بیان داشتند که حد بحرانی نسبت C:N، ۳۰ می‌باشد. لاشریزه با نسبت C:N بالاتر از ۳۰ نشان‌دهنده شروع تثبیت نیتروژن و زمانی که نسبت پایین‌تر از ۳۰ باشد نیتروژن در حال معدنی شدن است. بر این اساس در مطالعه حاضر نیز نسبت C:N در روز اول ۴۲/۹۶ به دست آمد که حاکی از تثبیت نیتروژن بوده ولی در زمان‌های بعد نسبت کاهش‌یافته و به زیر ۳۰ رسید که نشان‌دهنده آزادسازی نیتروژن بود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که روند افزایشی تجزیه لاشبرگ‌های وی‌ول در تمامی مقاطع زمانی انکوباسیون معنی‌دار بوده و در پایان دوره به بالاترین میزان خود رسیده است. دلیل این امر می‌تواند کیفیت اولیه لاشبرگ‌ها و یا وضعیت اکولوژیکی و توپوگرافی منطقه باشد. در پایان مدت‌زمان تجزیه مشخص شد که بین کیفیت اولیه لاشبرگ‌ها و همچنین نسبت‌های کیفی مورد مطالعه با نرخ تجزیه لاشبرگ‌ها همبستگی معنی‌داری وجود ندارد. با توجه به درجه‌بندی کیفی لاشبرگ‌ها بر اساس مقدار نیتروژن لاشبرگ گروه غنی، متوسط و ضعیف در تحقیق حاضر مقدار میانگین نیتروژن وی‌ول در مراحل اول فرایند تجزیه ۱/۳۷ درصد به دست آمد؛ بنابراین با در نظر گرفتن مدت‌زمان مطالعه می‌توان گونه بلوط وی‌ول را در گروه

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

متوسط قرار داده و تقریباً جزو گونه‌های اصلاح‌کننده خاک محسوب نمود. الگوی تغییر در غلظت عناصر غذایی در طول فرایند تجزیه مشابه الگوی عمومی ارائه شده است. بدین‌صورت که در لاشبرگ مورد مطالعه فسفر و نیتروژن عملکرد مشابهی داشته به‌طوری که غلظت آن‌ها در طول زمان افزایش‌یافته و کلسیم، پتاسیم و منیزیم نیز معمولاً با کاهش در غلظت مواجه شدند. به‌طوری که این مسئله به‌وفور در مورد پتاسیم و منیزیم مشاهده شد. البته غلظت منیزیم نسبت به پتاسیم به‌آرامی کاهش می‌یابد و غلظت عناصر غذایی لاشبرگ بلوط وی‌ول از الگوی زیر تبعیت می‌کند:

Ca>N>P>K> Mg

با توجه به اینکه بررسی حاضر در مراحل اولیه فرایند تجزیه انجام گرفت بنابراین برای دستیابی به پویایی عناصر غذایی و تجزیه لاشبرگ بلوط وی‌ول در مراحل آخر تجزیه پیشنهاد می‌شود که ارتباطات بین تجزیه لاشبرگ و کیفیت اولیه آن و همچنین تغییرات عناصر غذایی لاشبرگ این گونه در طول مدت‌زمان بیشتر (بیشتر از یک سال) بررسی شود. همچنین بررسی مشابهی در خصوص سایر گونه‌های بلوط نظیر برودار و دارمازو نیز انجام شود. برای دستیابی به تأثیر شکل زمین بر پویایی عناصر غذایی لاشبرگ‌های بلوط وی‌ول پیشنهاد می‌شود که چنین تحقیقی در دامنه‌های مختلف جغرافیایی و در ارتفاعات مختلف نیز انجام بگیرد.

منابع

امینی، ر. رحمانی، ر. حبشی، ه. ۱۳۹۰. دینامیک، فسفر، نیتروژن و کربن لاشبرگ درخت ممرز (مطالعه موردی: سری یک جنگل شصت‌کلاته گرگان). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۹(۱): ۱۰۳-۹۴.

حسینی، و.، عزیزی، پ.، طبری، م.، حسینی، م. ۱۳۸۲. مقایسه روند تجزیه لاشبرگ ممرز از دو رویشگاه در شرایط آزمایشگاهی یکسان. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۶۱: ۴۹-۴۵.

صالحی، ع.، محمدی، ا.، صفری، ا. ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و خصوصیات کمی درختان در جنگل‌های کمتر تخریب یافته و تخریب‌یافته زاگرس (مطالعه موردی :جنگل‌های حوزه شهرستان پلدختر). مجله جنگل ایران، ۳(۱): ۸۹ – ۸۱.

غضنفری، ه. ۱۳۸۲. بررسی رویش و تغییرات پراکنش قطری در توده‌های وی‌ول- مازودار به‌منظور ارائه الگوی تنظیم جنگل در منطقه بانه (مطالعه موردی هواره خول). رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران، ۸۸ ص.

فتاحی، م. ۱۳۷۳. بررسی جنگل‌های زاگرس و مهم‌ترین عوامل تخریب آن. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۶۳ ص.

فرهادی، ف. ۱۳۸۵. تعیین مقدار بازگشت عناصر غذایی از طریق لاشبرگ به کف جنگل در قطعه بررسی دائمی جنگل‌های میان‌بند خزر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران، ۶۰ ص.

قاسمی آقباش، ف.، جلالی، غ.، حسینی، و.، حسینی، م.، برگ، ب. ۱۳۹۱. پویایی عناصر غذایی و تجزیه لاشبرگ در جنگل طبیعی راش و توده‌های خالص و آمیخته توسکای ییلاقی و نوئل. رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران، ۲۰۰ص.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

میرزایی، ج.، اکبری‌نیا، م.، حسینی، و. و جلالی، غ. ۱۳۸۶ مقایسه تراکم زادآوری طبیعی گونه‌های چوبی در رابطه با عوامل فیزیوگرافی و خاک در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی منطقه حفاظت‌شده ارغوان در شمال ایلام). مجله پژوهش و سازندگی، ۷۷: ۲۳-۱۶.

هاشمی، ف.، حجتی، م.، حسینی نصر، م.، جلیلوند، ح. ۱۳۹۱. مقایسه عناصر غذایی و بازجذب آن‌ها در گونه‌های جنگل‌کاری‌شده آزاد، افراپلت و کاج بروسیا (مطالعه موردی جنگل داربکلا – مازندران). مجله جنگل ایران، ۵(۲): ۱۸۵-۱۷۵.

Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D. & Rothe, A., 2002. Impact of several common tree species of temperate forest on soil fertility. Annals of Forest Science, 59(2): 233–254.

Berg, B., Berg, M.P., Cortina, J., Escudero, A., Gallardo, A., Johansson, M.B., Madeira, M. & De Santo, A.V. 1993. Soil organic matter in some European coniferous forests. *In*: Breymeyer, A. (ed.). Geography of organic matter production and decay. Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences, Warsaw. 111–122.

Berg, B. & McClaugherty, C. 2008. Plant litter: decomposition, humus formation,carbon sequestration. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 338 p.

Berg, B., Johansson, M.B., Ekbohm, G., McClaugherty, C., Rutigliano, F. & Santo, A.V.D. 1996. Maximum decomposition limits of forest litter types: a synthesis. Canadian Journal of Botany, 74(5): 659-672.

Berger T., Berger P., 2014. Does mixing of beech (*Fagus sylvatica*) and spruce (*Picea abies*) litter hasten decomposition?. Plant and Soil, 377: 217 –234.

Bremner, J.M. & Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-Total. *In*: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (ed.). Methods of soil analysis. Part2. chemical and microbiological properties. ASA, SSSA, Madison, WI, 595-624.

Bo, L., Qing, L., Yanl, W.U. & Hail, H.E. 2006. Nutrient and litter patterns in three subalpine coniferous forests of Western Sichuan, China. Pedosphere, 16: 380-389.

Bonanomi, G., Incerti, G., Antignani, V., Capodilupo, M. & Mazzoleni, S. 2010. Decomposition and nutrient dynamics in mixed litter of Mediterranean species. Plant and Soil, 331(1-2): 481-496.

Corrigan, C. 2008. The Decomposition of leaf litter in litter traps: implications on forest biogeochemical cycling. Masret of Science thesis, University of Waterloo, Ontario, Canada. 164 p.

Davey, M., Berg, B., Emmett, B. & Rowland, P. 2007. Decomposition of oak leaf litter is related to initial litter Mn concentrations. Canadian Journal of Botany, 85(1): 16-24.

Dinka, M., Agoston-Szabo, E. & Toth, I. 2004. Changes in nutrient and fibre content of decomposing *Phragmites australis* litter. International Review of Hydrobiology, 89(5-6): 519-535.

Gosz, J.R., Likens, G.E. & Bormann, F.H. 1973. Nutrients release from decomposing leaf and branch litter in the Hubbard Brook forest, New Hampshire. Ecological Monographs, 43(2): 173-191.

Guo, L.B. & Sims, R.E.H. 1999. Litter decomposition and nutrient release via litter decomposition in New Zealand eucalypt short rotation forests. Agriculture, Ecosystems and Environment, 75: 133-144.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

Issac, R.A. & Johnson, W.C. 1975. Colloborative study of wet and dry techniques for the elemental analysis of plant tissue by atomic absorption spectrometer. Journal of AOAC International, 58: 436.

Jamaludheen, V. & Kumar, B.M. 1999. Litter of multipurpose trees in Kerala, India: variation in the amount, quality, decay rates and release of nutrients. Journal of Forest Ecology and Management, 115(1): 1-11.

Kara O., Bolat I., Cakıroglu, K. & Senturk, M. 2014. Litter decomposition and microbial biomass in temperate forests in Northwestern Turkey. Journal of Soil Science and Plant Nutrient, 14(1): 31-41.

Kim, C., Oh, J.S., Lim, J.H. & Choi, K. 1998. Nutrient dynamics in litterfall and decomposing leaf litter at the kwangnung LTER Site, Korea, 3p.

Laskowski, R., Berg, B., Johansson, M. & McClaugherty, C.A., 1995. Release pattern for potassium from decomposing forest leaf litter. Long-term decomposition in a Scots pin forest. XI. Canadian Journal of Botany, 73(12): 2019-2027.

Li, L.J., Zeng, D.H., Yu, Z.Y., Fan, Z.P., Yang, D. & Liu, Y.X. 2011. Impact of litter quality and soil nutrient availability on leaf decomposition rate in a semi-arid grassland of Northeast China. Journal of Arid Environments, 75(9): 787-792.

Lisanework, N. & Michelsen, A. 1994. Litterfall and nutrient release by decomposition in three plantations compared with a natural forest in the Ethiopian highland. Forest Ecology and Management, 65(2): 149-164.

Moro, M.J. & Domingo, F. 2000. Litter decomposition in four woody species in a Mediterranean climate: weight loss, N and P dynamics. Annals of Botany, 86(6): 1065-1071.

Nelson, D.W. & Sommers, L. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, Agronomy Monograph, A. L.Page, R. H. Miller and D. R. Keeney, Eds., vol. 9, pp. 539-579, American Society of Agronomy, Madison, Wis, USA, 2and edition.

Oladoye, A.O., Ola-Adams, B.A., Adedire, M.O. & Agboola, D.A. 2008. Nutrient dynamics and litter decomposition in *Leucaena leucocephala* (Lam.) de wit plantation in the nigerian derived savanna. West African Journal of Applied Ecology, 13(1): 96-103.

Olsen, S.R. & Dean, L.A. 1965. Phosphorus. In C. A. Black (ed), Methods of Soil Analysis, Part 11, Chemical and Microbiological Properties. Amer. Soc. Agron. Madison, Wis., p. 1035-1049.

Pandey, R.R., Sharma, G., Tripathi, S.K. & Singh, A.K. 2007. Litterfall, litter decomposition and nutrient dynamics in a subtropical natural oak forest and managed plantation in northeastern India. Forest Ecology and Management, 240(1): 96-104.

Parton, W., Silver, W.L., Burke, I.C., Grassens, L., Harmon, M.E., Currie, W.S., King, J.Y., Adair, E.C, Brandt, L.A., Hart, S.C. & Fasth, B. 2007. Global-scale similarites in nitrogen release patters during long-term decomposition. Science, 315(5810): 361-364.

Polyakova, O. & Billor, N. 2007. Impact of decidous tree species on litterfall quality, decomposition rates and nutrient circulation in pine stands. Forest Ecology and Management, 253(1): 11-18.

Prescott, C.E. 2005. Do rates of litter decomposition tell us anything we really need to know?. Forest Ecology and Management, 220(1): 66-74.

Purahong, W., Kapturska, D., Pecyna, MJ., Schulz, E. & Schloter M. 2014. Influence of different forest system management practices on leaf litter decomposition rates, nutrient

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

dynamics and the activity of ligninolytic enzymes: a case study from Central European forests. Plos One, 9(4): e93700.

Sariyildiz, T., Tüfekçioğlu, A. & Küçük, M. 2005. Comparison of Decomposition Rates of Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) litter in pure and mixed stands of both species in Artvin, Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 29(6): 429-438.

Seneviratne, G. 2000. Litter quality and nitrogen release in tropical agriculture: A synthesis, Biology and Fertility of Soils, 31(1): 60-64.

Silver, W.L. & Miya, R.K. 2001. Global patterns in root decomposition: comparisons of climate and litter quality effects. Oecologia, 129(3): 407-419.

Staaf, H. & Berg, B. 1982. Accumulation and release of plant nutrients in decomposing Scots pine needle litter. Long-term decomposition in a Scots pine forest, II. Canadian Journal of Botany, 60(8): 1561-1568.

Swift, M.J., Heal, O.W. & Anderson, J.M. 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems. University of California Press. Berkeley, California. 372p.

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(1): 97-104.

De Santo, A.V., De Marco, A., Fierro, A., Berg, B. & Rutigliano, F.A. 2009. Factors regulating litter mass loss and lignin degradation in late decomposition stages. Plant and Soil, 318 (1-2): 217-228.

Wan-Qin, Y., Kai-Yun, W., Kellomak, S. & Zhang, J. 2006. Annual and monthly variqtions in litter macronutrients of three subalpine forests in Western China. Pedosphere, 16: 788-798.

Wang, QK., Wang, S.L., Fan, B. & Yu, X.J. 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: 201–211.

Wang, Q., Wang, S. & Huang, Y. 2009. Leaf litter decomposition in the pure and mixed lantations of *Cunninghamia lanceolata* and *Michelia macclurei* in subtropical China. Biology and Fertility of Soils, 45(4): 371-377.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

Investigating Nutrient Quality and Litter Decomposition of Lebanon Oak (*Quercus libani*) in Early Stages of Decomposition Process in the Northern Zagros Forests (Case Study: Hoare Khul Forests in the City of Baneh)

Farhad Ghasemi Aghbash[1,*], Gashinoallah Veisi [2], Vahid Hosseini [3]

[1] *Assistant Professor, Faculty of Natural Resource and Environment, Malayer University, Malayer, Iran*
[2] *MS.c. Student Faculty of Natural Resource and Environment, Malayer University, Malayer, Iran*
[3] *Assistant Professor, Faculty of Natural Resource, Kurdistan University, Sanandaj, Iran*
[*] Corresponding author, E-mail address: ghasemifarhad@yahoo.com

Received: 26.04.2016 Accepted: 29.08.2016

Abstract

Litter decomposition is the most important way of nutrient entering to soil and soil nutrient availability is highly related to dynamics of nutrients and litter decomposition in the forest ecosystems. This study aimed to evaluate the dynamics of nutrients and litter decomposition in the northern Zagros forests using litterbag technique for 180 days in the Khul Hoare forests located in Baneh city. The litter bags were collected at intervals of 30, 60, 120 and 180 days and the rate of leaf litter decomposition and chemical compounds such as nitrogen, carbon, phosphorus, potassium and calcium were measured. The results showed there was no significant correlation between the rate of decomposition and the initial composition of nutrients and also C: N and C: P ratios. Due to the qualification of leaf litter based on the amount of nitrogen in this study, the average amount of nitrogen in *Quercus libani* was 1.37%. So Lebanon oak can be classified in the average group and it can be considered as a soil improver species. In the studied litter, phosphorus and nitrogen had a similar performance and their concentration increased over time (7.27 and 30.38 mg/g respectively). While concentration of elements such as calcium, potassium and magnesium was decreased. The nutrient concentration of *Quercus libani* leaf litter was Ca>N>P>K> Mg.

Keywords: Litter decomposition, Northern Zagros, Nutrient, Litter bags, Nitrogen

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

Translated references

Amini, R., Rahmani, R. & Habashi, H. 2011. Nitrogen, phosphorus and carbon dynamics of hornbeam leaf litter (Case study: District one, Shastkalate forest, Gorgan). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(1): 94-103. (In Persian with English Abstract).

Farhadi, F. 2006. Determine the amount of nutrient return of leaf litter to the forest floor through the decomposition in the permanent plot of Caspian forests, MS.c. thesis, Gorgan Agriculture and Natural Resources University, Gorgan, Iran. (In Persian with English Abstract).

Fatahi, M. 1994. Study of Zagros forests and the most important factor in its destruction. Institute Research of Forests and Pastures Press. 63 p. (In Persian with English Abstract).

Ghasemi Aghbash, F., Gh, J., Hosseini, V., Hosseini, M. & Berg, B. 2012. Dynamic of nutrient and decomposition of leaf litter in natural forest of beech and pure and mixed stands of alder and norway spruce, Ph.D. thesis, Tarbiat Modares Natural Resources Universitry, Noor, Iran. (In Persian with English Abstract).

Ghazanfari, H. 2003. Evaluation of growth and changes in the diameter distribution of *Quercus libani– Q. infectoria* stands to provide a forest regulation pattern in Baneh, Ph.D. thesis, Tehran Natural Resources University, Tehran, Iran. (In Persian with English Abstract).

Hashemi, S.F., Hojjati, S.M., Hosseini Nasr, S.M. & Jalilvand, H. 2012. Comparison of nutrient elements and elements retranslocation of Acer velutinum, *Zelkova carpinifolia* and *Pinus brutia* in Darabkla-Mazindaran. Iranian Journal of Forest, 14(2): 175-185. (In Persian with English Abstract).

Hosseini, V., Azizi, P., Tabari, M. & Hosseini, M. 2003. Comparison of decomposition ratein *Carpinus betulus* litters from two forest stands in similar conditions. Pajouhesh & Sazandegi, 61: 45-48. (In Persian with English Abstract).

Mirzaei, J., Akbarinia, M., Hosseini, S., Tabari, M. & Jalali, S. Gh. 2007. Comparison of natural regenerated woody species in relation to physiographic and soil factors in Zagros forests (Case study: Arghavan reservoir in north of Ilam province. Pajouhesh & Sazandegi, 77: 16-23. (In Persian with English Abstract).

Salehi, A., Mohammadi, A. & Safari, A. 2011. Investigation and comparison of physical and chemical soil properties and quantitative characteristics of trees in less-damage d and damaged area of Zagros forests (Case study: Poldokhtar, Lorestan province). Iranian Journal of Forest, 3(1): 81-89. (In Persian with English Abstract).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]