

پویایی عناصر غذایی لاشبرگ بلوط وی‌ول (*Quercus libani Oliv.*) تحت تاثیر گلازنی طی دو زمان مختلف در جنگل‌های بانه

وحید حسینی^{۱*}، کیومرث محمدی سمانی^۲ و فائزه مرادی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۱)

چکیده

گلازنی در جنگل می‌تواند بر کمیت و پویایی عناصر غذایی لاشبرگ در طی زمان اثر به‌جای بگذارد. هدف این پژوهش، مقایسه اثر گلازنی بر ویژگی‌های شیمیایی لاشبرگ بلوط پس از خزان و نه ماه بعد بود. به این منظور، یک توده جنگلی کمتر دست‌خورده (آرامگاه جنگلی) و در مجاورت آن یک گلاجار واقع در روستای مجسه شهرستان بانه انتخاب گردید. در هر توده، ۱۰ قطعه نمونه ۴ در ۴ متر انتخاب و نمونه‌های لاشبرگ، در آبان ماه و در همان قطعات نمونه در تیر ماه سال بعد برداشت شدند. در مجموع ۴۰ نمونه لاشبرگ تهیه و خصوصیات شیمیایی شامل کربن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، pH، EC، نسبت C/N و C/P اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد لاشبرگ‌های آرامگاه در ابتدای خزان در مقایسه با گلاجار از کیفیت بالاتری برخوردار بود که مقدار بالاتر کربن، نیتروژن، پتاسیم و مقدار کمتر نسبت C/N بیانگر آن بود. همچنین در طی زمان، سرعت تجزیه در لاشبرگ‌های آرامگاه سریع‌تر از گلاجار بود. به‌طور کلی می‌توان گفت با گلازنی و کاهش حجم برگ در فصل رویش و همچنین کاهش لاشبرگ در فصل خزان، شرایط خرد اقلیم در زیر درختان تحت تاثیر قرار گرفته و باعث کاهش کیفیت لاشبرگ‌ها و پایین آمدن سرعت بازگشت عناصر غذایی به خاک می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بلوط وی‌ول، زاگرس شمالی، کیفیت لاشبرگ، گلازنی، نسبت کربن به نیتروژن

۱. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان کردستان و مرکز پژوهش و توسعه جنگلداری زاگرس شمالی دکتر هدایت غضنفری، سنندج، ایران.

۲. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان، کردستان و مرکز پژوهش و توسعه جنگلداری زاگرس شمالی دکتر هدایت غضنفری، سنندج، ایران.

۳. علوم زیستی جنگل، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، ایران.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: V.Hosseini@uok.ac.ir

مقدمه

پایداری ساختار و عملکرد اکوسیستم به چرخه عناصر غذایی گوناگون گره خورده است که مستقیماً بر حاصلخیزی جنگل تأثیر می‌گذارد (۷). تجزیه لاشبرگ فرآیند غالب در چرخه کربن و عناصر غذایی در اکوسیستم جنگل است که سالانه ورود تقریباً ۶۰ میلیارد تن کربن به خاک و اتمسفر را در سطح جهان به عهده دارد (۲۷ و ۴۰). بیشتر مطالعات انجام شده در مورد تجزیه لاشریزه (Litter) بر تجزیه لاشبرگ (Leaf Litter) متمرکز شده‌اند، زیرا لاشبرگ‌ها تقریباً ۴۸ درصد ورودی لاشریزه به خاک را دربر گرفته و تقریباً ۱/۵ و ۲/۸ برابر سریع‌تر به ترتیب از شاخه‌های ریز و ریشه‌های موین در جنگل تجزیه می‌شوند (۹).

نسبت عناصر شیمیایی به یکدیگر از نظر اکولوژیکی (Ecological Stoichiometry) بیانگر چرخه مواد و جریان انرژی در اکوسیستم بوده و درک بهتری از سازوکارهای ذخیره مواد و چرخه زیستی آنها می‌دهد (۳۲). تجزیه لاشریزه و رها سازی مواد غذایی توسط مقدار نیتروژن، نسبت C/P، C/N و دیگر شاخص‌های شیمیایی تنظیم می‌شود (۱۰). به عنوان مثال مقدار پایین نسبت C/N می‌تواند تجزیه را تسهیل نماید و یا نسبت N/P می‌تواند نشان دهد که کدامیک از دو عنصر N یا P تجزیه پذیری لاشبرگ را محدود می‌نماید (۱۵). مقدار N و P رها شده در طی تجزیه لاشبرگ دارای رابطه مثبت با مقدار اولیه N و P در لاشبرگ و دارای رابطه منفی با نسبت C/N و C/P در لاشبرگ است. در نتیجه نسبت کربن به عناصر در لاشبرگ می‌تواند به نمایان ساختن تغییرات ویژگی‌های مواد غذایی در شرایط مختلف محیطی کمک نموده و درک بهتری از چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم جنگلی را فراهم نماید (۱۶ و ۲۲).

یکی از اهداف اصلی اکولوژی درک و پیش‌بینی اثرات و تغییرات حاصل از فعالیت‌های انسانی بر جوامع گیاهی و فرآیندهای موجود در اکوسیستم‌ها است (۳۰). تخریب جنگل و کاهش درصد تاج پوشش باعث بالا رفتن درجه حرارت بستر جنگل و کاهش رطوبت لاشبرگ‌ها می‌شود که به دنبال خود بر فعالیت‌های

زیستی خاک تأثیر گذاشته و نهایتاً منجر به کاهش نرخ تجزیه خواهد شد (۴۲). Paudel و همکاران (۲۸) در مطالعه اثر آشفستگی‌ها بر سرعت تجزیه در چین، گزارش کردند که با کاهش درصد تاج پوشش، نرخ تجزیه لاشبرگ کاهش یافت. در جنگل‌های زاگرس مدیریت عرفی الگویی بوده که جهت تأمین نیازهای معیشتی مردم محلی شکل گرفته است که تأمین این نیازها، به روش‌هایی مانند جنگلداری سنتی، رمه‌گردانی و گلازنی صورت می‌گیرد (۳۹). مردم محلی محدوده‌هایی از جنگل را به صورت عرفی مشخص و آنها را بین ساکنان تقسیم نموده‌اند که به آن گلاجار می‌گویند (۲۳). فعالیت گلازنی و بهره‌برداری شاخ و برگ درختان جنگلی جهت تعلیف دام در توده‌های جنگلی، می‌تواند بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و زیستی خاک را از طریق مداخله بر چرخه عناصر غذایی، ترسیب کربن و تجزیه لاشبرگ، تحت تأثیر قرار دهد (۱۹ و ۳۱). طی این بهره‌برداری سنتی، از یک‌سو ورودی لاشبرگ به بستر جنگل شدیداً کاهش خواهد یافت و از سوی دیگر با برداشت برگ‌ها و ایجاد تغییر در تاج پوشش درختان، سایه انداز و در نتیجه خرداقلیم بستر جنگل تغییر خواهد کرد. سابقه کاربری زمین از طریق ایجاد تغییرات در ذخایر مواد غذایی خاک، اسیدیته و جوامع تجزیه کننده، می‌تواند اثرات کنترلی مهمی را بر فرآیند تجزیه اعمال نماید (۵).

در ارتباط با فرآیند تجزیه لاشبرگ در جنگل‌های زاگرس، کار اندکی انجام شده است که از آن جمله می‌توان به بررسی تجزیه لاشبرگ گونه ویول در منطقه هواره خول بانه توسط Ghasemi و همکاران (۱۱) و تجزیه لاشبرگ گونه بلوط ایرانی در منطقه چهار زبر کرمانشاه توسط Ghasemi و Zarafshar (۱۲) به روش کیسه لاشبرگ اشاره نمود. ایشان نسبت C/N اولیه را در لاشبرگ ویول ۴۲/۹ و در لاشبرگ بلوط ایرانی ۴۰/۷ گزارش نمودند. در هر دو مطالعه و در طی فرآیند تجزیه مقدار C/N هر دو گونه کاهش یافت. اما تاکنون مطالعه‌ای در زمینه اثر فعالیت‌های انسانی بر کیفیت لاشبرگ و مقایسه آن با شرایط طبیعی، در جنگل‌های زاگرس انجام نگرفته است.

Quercus libani Oliver و *Quercus brantii* Lindl برودار می‌باشند.

روش پژوهش

جهت انجام این پژوهش، با توجه مساحت ۱/۲ هکتاری آرامگاه، در هر منطقه، ۱۰ قطعه نمونه با ابعاد ۴ در ۴ متر با فاصله حدودی ۲۰ متر، جهت جمع‌آوری لاشبرگ، انتخاب شد، به-طوری‌که از یکسو گویای شرایط منطقه آرامگاه باشد و از سوی دیگر حجم لاشبرگ جمع‌آوری شده برای انجام آزمایش‌های شیمیایی کافی باشد. جهت توزیع مناسب برداشت لاشبرگ‌ها، در هر یک از چهار گوشه هر قطعه نمونه، یک ریزقطعه نمونه ۱×۱ متری در نظر گرفته شد و نمونه لاشبرگ‌های گونه بلوط وی‌ول جمع‌آوری و سپس با یکدیگر ترکیب شد. این کار در مساحتی تقریباً برابر در گلاجار مجاور آرامگاه با خصوصیات فیزیوگرافیکی یکسان انجام شد. نمونه‌های لاشبرگ در نوبت اول بعد از دو ماه از آخرین عملیات گلازنی و بعد از خزان در آبان ماه و در نوبت دوم در همان قطعات نمونه، در انتهای تیر ماه برداشت شدند. لاشبرگ‌ها در هر دو نوبت از لاشبرگ‌های خرد نشده و بدون تجزیه ظاهری آشکار و از لایه L (لایه سطحی لاشبرگ) جمع‌آوری شدند (۱۱). با توجه به حجیم بودن لاشبرگ، از هر ریزقطعه نمونه حدود ۱۰۰ گرم لاشبرگ برداشت شد به صورتی که در نهایت، از هر قطعه نمونه، حدود ۴۰۰ گرم لاشبرگ ترکیبی حاصل شد. در هر کدام از مناطق، در هر نوبت، ۱۰ نمونه لاشبرگ (ترکیبی) جمع‌آوری شد. بنابراین در مجموع ۴۰ نمونه لاشبرگ (ترکیبی) تهیه و بعد از آسیاب کردن آنها، جهت اندازه‌گیری میزان اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربن، پتاسیم، فسفر و نیتروژن به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه برای اندازه‌گیری درصد کربن آلی از روش سوزاندن (۲۴)، برای اسیدیته از روش پتانسیومتری با کمک دستگاه pH سنج، برای هدایت الکتریکی از روش پتانسیومتری و با کمک EC سنج (۳۸)، برای نیتروژن از روش کج‌دال با کمک دستگاه اتوکجلیتیک (۱۷)، برای تعیین میزان فسفر از روش اولسن با کمک اسپکتروفتومتر

در مناطق جنگلی استان کردستان، آرامگاه‌های جنگلی دست نخورده‌ای در شهرستان بانه وجود دارد که به دلایل عرفی و مذهبی، برای قرن‌ها، تا حد زیادی دست نخوره باقی مانده‌اند. پوشش گیاهی و ساختار جنگل در این مناطق کمتر مورد تخریب یا بهره‌برداری قرار گرفته است و معمولاً در مساحت‌های بیشتر از ۰/۳ هکتار و در مجاورت روستاها یافت می‌شوند (۲۳). در این مناطق، تجمع لاشبرگ و تجزیه آن، مواد مغذی را به خاک و زیست توده موجود برمی‌گرداند. در کنار آنها گلاجارهایی وجود دارد که به دلایل گلازنی و چرای دام، به صورت قابل ملاحظه‌ای دچار آشفته‌گی شده‌اند (۲۹). بنابراین هدف از پژوهش حاضر مقایسه کیفیت لاشبرگ گونه بلوط وی‌ول و پویایی برخی عناصر غذایی آن، در دو توده گلازنی شده و آرامگاه جنگلی بعد از خزان و ۹ ماه پس از آن در منطقه مجسه در شهرستان بانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

این پژوهش در منطقه‌ای از جنگل‌های زاگرس در استان کردستان و شهرستان بانه و در منطقه‌ای به نام مجسه در محدوده طول جغرافیایی ۵۸° ۴۳' ۰۶" تا ۵۸° ۴۴' ۵۷" شمالی و عرض جغرافیایی ۳۹° ۸۵' ۳۲" تا ۳۹° ۸۵' ۶۲" شرقی انجام گردید. میانگین بارندگی سالانه ۶۸۶/۳ میلی‌متر است، که بیشترین میانگین بارش در ماه‌های بهمن و فروردین رخ می‌دهد. متوسط دمای سالانه ۱۴/۲ درجه سانتی‌گراد با حداقل ۱/۴ درجه سانتی-گراد در ماه‌های دی و بهمن و حداکثر دما ۲۸/۳ درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه است (۱). ابتدا یک توده کمتر دست‌خورده به مساحت ۱/۲ هکتار به نام آرامگاه جنگلی مجسه انتخاب شد. مجاور این توده، یک توده‌ی دیگر به نام گلاجار انتخاب شد که به صورت مستمر و توسط افراد محلی به صورت سنتی برای قرن‌ها بهره-برداری شده است به نحوی که در دوره‌های مشخصی، شاخ و برگ درختان برداشت و جهت تعلیف دام در فصل زمستان استفاده می‌شوند (۲۹ و ۳۹). گونه‌های درختی غالب منطقه ویول



شکل ۱. لاشبرگ تازه خزان کرده (الف) و شلابرگ ۹ ماه پس از خزان گونه ویول (ب)

(۱۷) و برای پتاسیم لاشبرگ‌ها از روش شعله سنجی و با استفاده از فلیم فتومتر استفاده شد (۳۵).

روش تحلیل

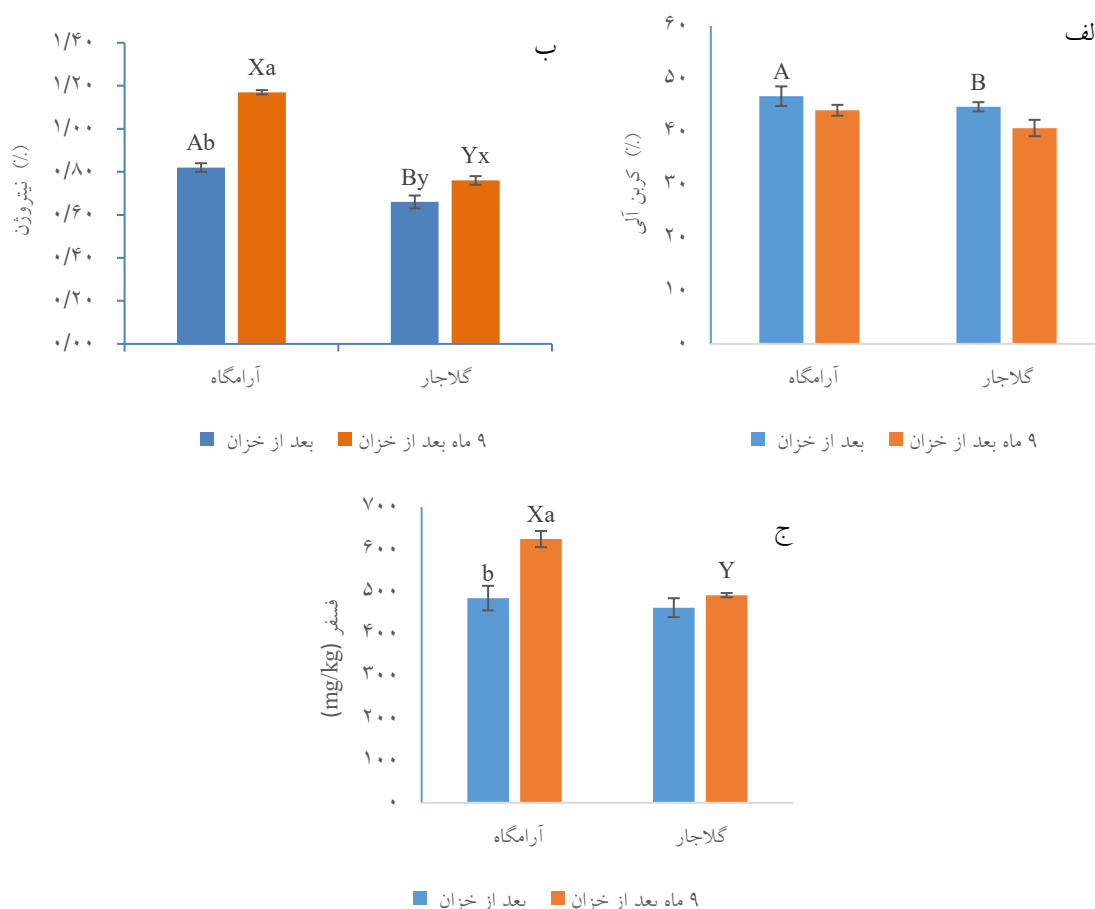
از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای تعیین نرمال بودن داده‌ها و آزمون لون برای تعیین همگنی واریانس‌ها استفاده شد. در نهایت از آزمون تی مستقل (Independent Samples T-Test) جهت مقایسه عناصر بررسی شده در دو منطقه آرامگاه جنگلی و گلاجار و از آزمون تی جفتی (paired t-test) جهت مقایسه تغییرات متغیرها در دو فصل برداشت استفاده شد. همچنین برای بررسی کلی داده‌ها با هم و در نظر گرفتن دو عامل کاربری و زمان با هم از آزمون فاکتوریل با دو عامل زمان برداشت (در دو سطح بلافاصله بعد از خزان و نه ماه بعد از خزان) و مدیریت کاربری (در دو سطح گلاجار و آرامگاه جنگلی) استفاده شد. مقدار واریانس توجیه شده برای هر متغیر از تقسیم مقدار مجموع مربعات بر مجموع کل اصلاح شده (Corrected Total) بدست آمد و برحسب درصد بیان شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده، از نرم افزار SPSS v.25 استفاده شد.

نتایج

کربن، نیتروژن و فسفر

نتایج تحلیل واریانس دوطرفه (جدول ۱) نشان داد گذر زمان بر مقدار کربن، نیتروژن و فسفر لاشبرگ اثر معنی‌دار برجای

گذاشته است ($p < 0.01$)، در حالیکه اثر مدیریت کاربری فقط بر مقدار نیتروژن لاشبرگ از نظر آماری معنی‌دار بوده است ($p < 0.01$). بر اساس نتایج آزمون تی جفتی میانگین کربن لاشبرگ‌ها در ابتدا و انتهای دوره، در هر کاربری تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول ۲)، اما با توجه به نتایج آزمون تی مستقل، مقدار کربن لاشبرگ‌ها بلافاصله بعد از خزان در دو مدیریت کاربری با هم تفاوت معنی‌دار نشان دادند ($p < 0.01$; جدول ۳). بیشترین مقدار کربن در لاشبرگ‌های بعد از خزان آرامگاه و کمترین آن در لاشبرگ‌های ۹ ماه بعد از خزان گلاجار به ترتیب ۴۶/۷۴ و ۴۰/۷۳ درصد اندازه‌گیری شد (شکل ۲- الف). مقدار کربن در لاشبرگ‌ها در طی زمان روند کاهشی داشت که در آرامگاه ۶ درصد و در گلاجار ۹/۷ درصد نسبت به اول دوره کاهش یافت. نتایج آزمون تی جفتی نشان داد تفاوت میانگین نیتروژن لاشبرگ‌ها در ابتدا و انتهای دوره در آرامگاه و همچنین در گلاجار از نظر آماری معنی‌دار بودند ($p < 0.01$; جدول ۲)، اما مقدار فسفر لاشبرگ‌ها در ابتدا و انتهای دوره فقط در آرامگاه اختلاف معنی‌دار داشتند ($p < 0.01$; جدول ۲). با توجه به نتایج آزمون تی مستقل، مقدار نیتروژن در لاشبرگ‌های تازه خزان کرده با لاشبرگ‌های انتهای دوره همان کاربری در هر دو مدیریت کاربری، با هم تفاوت معنی‌دار داشتند ($p < 0.01$; جدول ۳). بیشترین مقدار نیتروژن در لاشبرگ‌های ۹ ماه بعد از خزان آرامگاه و کمترین آن در لاشبرگ‌های بعد از خزان گلاجار به ترتیب ۱/۱۷ و ۰/۶۶ درصد اندازه‌گیری شد (شکل ۲- ب). با توجه به نتایج



شکل ۲. میانگین کربن، نیترژن و فسفر لاشبرگ پس از خزان و ۹ ماه بعد در دو کاربری آرامگاه و گلاچار. حروف کوچک بیانگر تفاوت بین زمان‌های مختلف هر مدیریت کاربری (a و b برای آرامگاه و x و y برای گلاچار) و حروف بزرگ مختلف بیانگر تفاوت بین زمان‌های یکسان (A و B برای بعد از خزان و X و Y برای ۹ ماه بعد از خزان) در کاربرهای مختلف بر اساس آزمون تی است.

داشته است ($p < 0.01$). اختلاف بین مقدار C/N و C/P در لاشبرگ‌های آرامگاه در ابتدا و انتهای دوره و همچنین در گلاچار در طی زمان با توجه به نتایج آزمون تی جفتی، معنی‌دار بود ($p < 0.01$ ؛ جدول ۲). همچنین با توجه به نتایج آزمون تی مستقل، مقدار C/N لاشبرگ‌ها در ابتدا و انتهای دوره در دو مدیریت کاربری تفاوت معنی‌داری نشان دادند ($p < 0.01$ ؛ جدول ۳). مقدار C/N در لاشبرگ‌های آرامگاه از ۵۷ به ۳۷/۷ و در لاشبرگ‌های گلاچار از ۶۷/۸ به ۵۳/۶ کاهش یافت (شکل ۳-الف). مقدار C/P در لاشبرگ‌های آرامگاه از ۹۶۴/۸ به ۷۴۳/۲ و در لاشبرگ‌های گلاچار از ۹۶۸/۷ به ۸۳۵/۴ کاهش یافت (شکل ۳-ب).

آزمون تی مستقل مقدار فسفر لاشبرگ‌ها در انتهای دوره در دو مدیریت کاربری اختلاف معنی‌دار نشان دادند (جدول ۳). بیشترین مقدار فسفر در لاشبرگ‌های ۹ ماه بعد از خزان آرامگاه به مقدار ۶۲۴/۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شد (شکل ۲-ج). مقدار نیترژن و فسفر در هر دو مدیریت کاربری در طی زمان افزایش یافت.

نسبت کربن به نیترژن و فسفر

بر اساس نتایج تحلیل واریانس دوطرفه (جدول ۱) هم مدیریت کاربری و هم گذر زمان بر نسبت کربن به نیترژن (C/N) و نسبت کربن به فسفر (C/P) لاشبرگ‌ها اثر معنی‌داری

جدول ۱. آزمون تحلیل واریانس فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی

منبع تغییر	Df	کربن (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/Kg)	کربن به نیتروژن	کربن به فسفر	پتاسیم (mg/Kg)	اسیدیته	الکتریکی (μS/cm)	هدایت
زمان (T)	F	۵/۷۷*	۷۴/۷۵**	۱۱۴/۶۷**	۳۷/۴۳**	۵۶/۵۵**	۳۴/۲۱**	۱۵۷/۳۹**	۵۳/۳**	
میانگین مربعات	۱	۱۱۱/۳۹	۰/۵۱	۴۹۸۱۸۲	۳۰۳۸/۹۸	۱۸۱۷۳۰۲	۱۲۶۱۴۵۷	۱۱/۹۴۹	۱۰۶۶۶۷۵	
کاربری (L)	F	۳/۷۱	۱۱۷/۹۷**	۲/۴۶	۲۳/۳۱**	۸۳/۰۸**	۳۲/۱**	۷/۵۶**	۲۵/۷۴**	
میانگین مربعات	۱	۷۱/۶	۰/۸۱	۱۰۷۲۳	۱۸۹۲/۴۴	۲۷۷۲۶۳۹	۱۱۸۳۷۰۴	۰/۵۵۹	۵۱۴۳۸۲	
T×L	F	۰/۲۳۶	۲۲/۸۵**	۰/۲۳۷	۰/۶	۱۴۳/۸۳**	۷/۴۱*	۰/۹۷۸	۰/۰۰۰	
میانگین مربعات	۱	۴/۵۴	۰/۱۶	۱۰۲۹/۷	۴۸/۷۲	۴۷۹۹۷۵۴	۲۷۳۴۰/۹	۰/۰۷۱	۶/۴	
مدل	۳۶									
خطای کل	۴۰									

(** معنی دار در سطح ۰/۰۱، * معنی دار در سطح ۰/۰۵)

جدول ۲. آزمون تی جفتی (Paired) خصوصیات شیمیایی لاشبرگ (مقایسه اول دوره با انتهای دوره در هر مدیریت)

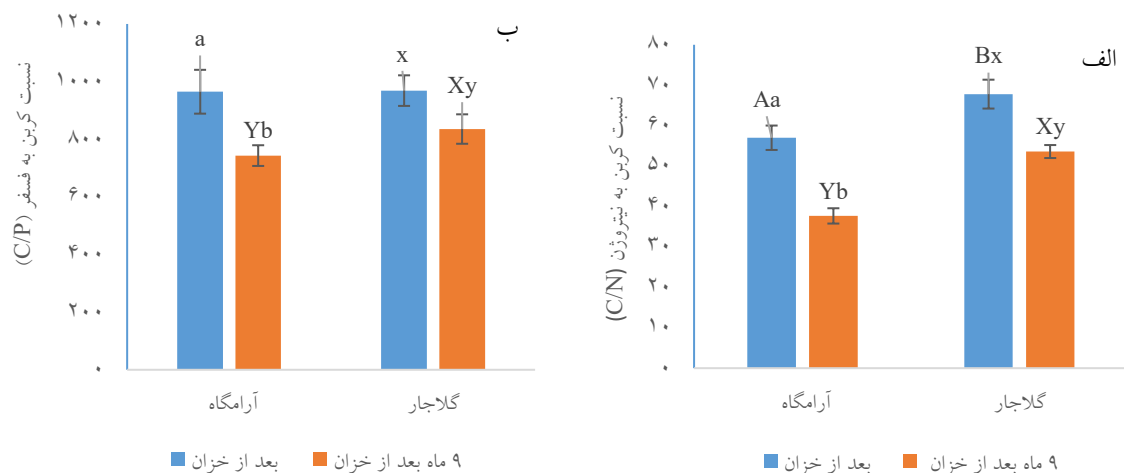
متغیر	کربن (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/Kg)	نسبت کربن به نیتروژن	نسبت کربن به فسفر	پتاسیم (mg/Kg)	اسیدیته	الکتریکی (μS/cm)	هدایت
درجه آزادی	۹								
t (آرامگاه)	۱/۳۱	۱۰/۳۶**	۳/۸۹*	۵/۲۸*	۲/۷۵*	۵/۶۹**	۷/۳۲**	۴/۸۱*	
t (گلاجار)	۲/۰۱	۲/۸۰*	۱/۳۱	۳/۱۳*	۲/۲۰*	۲/۴۰*	۱۴/۲۶**	۵/۳۵**	

(** معنی دار در سطح ۰/۰۱، * معنی دار در سطح ۰/۰۵)

جدول ۳. آزمون تی مستقل خصوصیات شیمیایی لاشبرگ (مقایسه دوره های زمانی یکسان دو مدیریت)

متغیر	کربن (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/Kg)	نسبت کربن به نیتروژن	نسبت کربن به فسفر	پتاسیم (mg/Kg)	اسیدیته	الکتریکی (μS/cm)	هدایت
درجه آزادی	۱۸								
t (بعد خزان)	۰/۹۷	۳/۹۸**	۰/۶۱۶	-۲/۴۷*	-۰/۱۷	۵/۱۹**	۱/۵۳	۲/۷۹*	
t (۹ ماه بعد از خزان)	۱/۷۹*	۱۲/۱۱**	۲/۹۳*	-۴/۸۹**	-۱/۲۰	۲/۵۰*	۲/۳۰*	۴/۱۶*	

(** معنی دار در سطح ۰/۰۱، * معنی دار در سطح ۰/۰۵)



شکل ۳. میانگین نسبت کربن به نیتروژن و فسفر لاشبرگ پس از خزان و ۹ ماه بعد در دو کاربری آرامگاه و گلاجار. حروف کوچک مختلف بیانگر تفاوت بین زمان‌های مختلف هر مدیریت کاربری (a و b برای آرامگاه و x و y برای گلاجار) و حروف بزرگ مختلف بیانگر تفاوت بین زمان‌های یکسان (A و B برای بعد از خزان و X و Y برای ۹ ماه بعد از خزان) در کاربری‌های مختلف بر اساس آزمون تی است.

اهمیت نسبی زمان و مدیریت کاربری بر ویژگی‌های لاشبرگ

تغییرات چهار متغیر فسفر، pH، هدایت الکتریکی و نسبت C/N لاشبرگ‌ها بیشترین اثر را از زمان پذیرفته‌اند به‌طوری‌که به ترتیب ۷/۷، ۷۷/۹، ۶/۴ و ۲/۸۴ درصد تغییرات این چهار متغیر متأثر از گذر زمان بوده است، حال آنکه مدیریت کاربری بیشترین اثر را بر مقدار نیتروژن لاشبرگ‌ها به مقدار ۷/۱ درصد داشته است (شکل ۵). در نسبت C/P لاشبرگ‌ها، اثر متقابل زمان و کاربری به مقدار ۵ درصد اثرگذار بوده است. در مقدار پتاسیم و کربن لاشبرگ‌ها اثر مدیریت کاربری و زمان تقریباً مشابه بوده است.

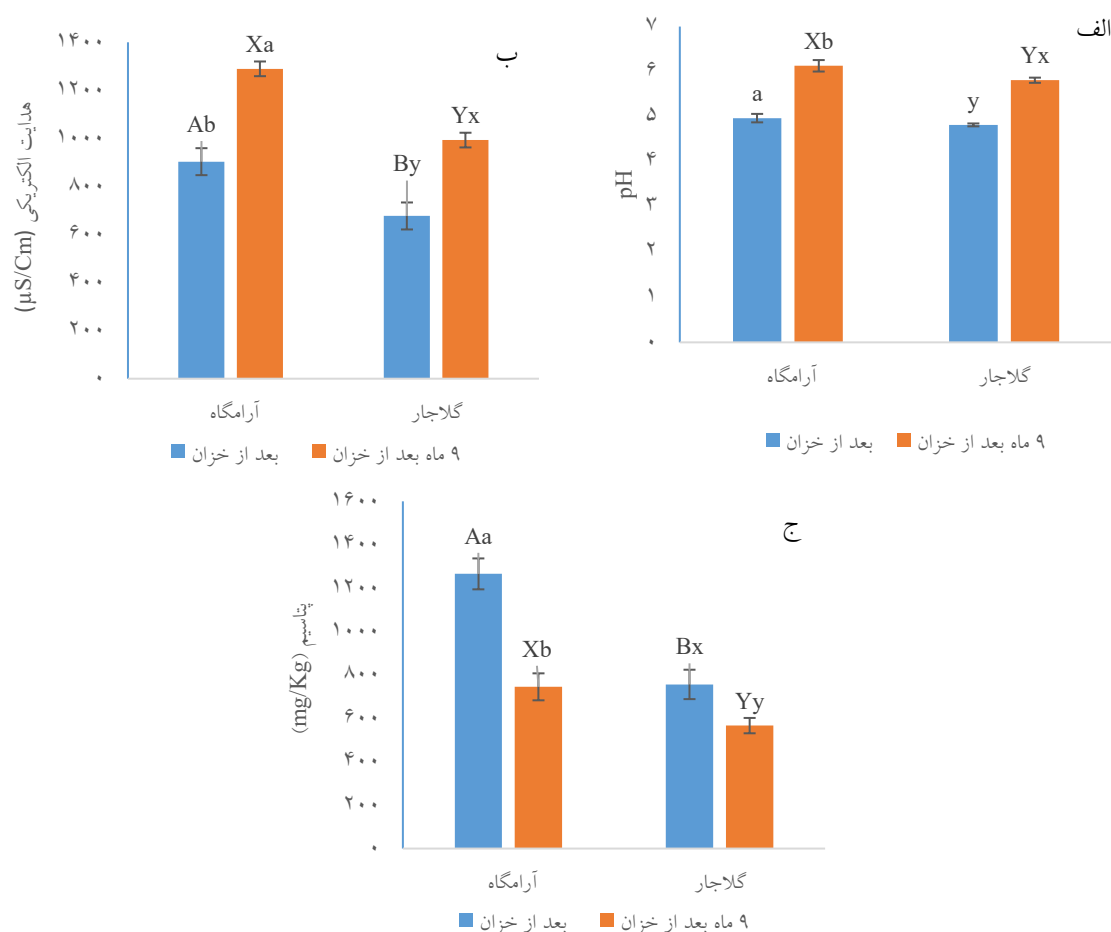
بحث

کربن، نیتروژن و فسفر و نسبت عناصر

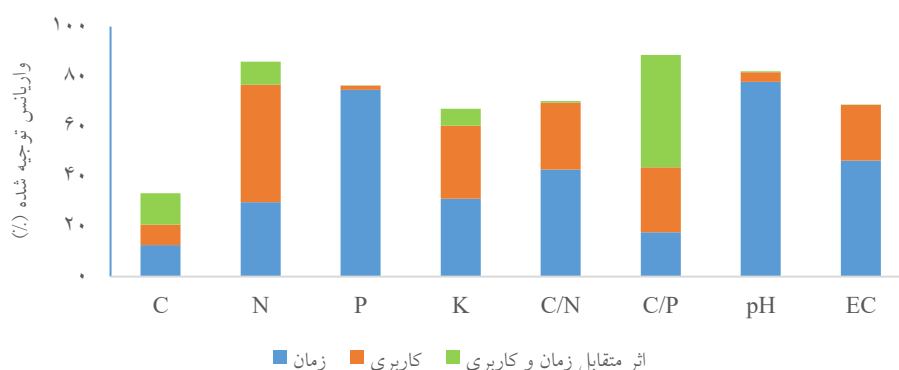
مقدار کربن فقط در لاشبرگ‌های اول دوره در آرامگاه با اول دوره در گلاجار تفاوت نشان داد در حالیکه مقدار نیتروژن لاشبرگ‌ها در تمامی تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌دار نشان

پتاسیم، pH و هدایت الکتریکی

نتایج تحلیل واریانس دوطرفه (جدول ۱) بیانگر اثر معنی‌دار دو عامل مدیریت کاربری و زمان بر مقدار pH، هدایت الکتریکی و پتاسیم لاشبرگ‌ها است ($p < 0.01$). با توجه به نتایج آزمون تی جفتی، هر سه متغیر اسیدیته، هدایت الکتریکی و پتاسیم در لاشبرگ‌های ابتدای دوره با انتهای دوره در هر مدیریت کاربری اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0.01$ جدول ۲). به استثناء pH لاشبرگ‌ها در ابتدای دوره، اختلاف مقدار این سه متغیر در زمان-های یکسان در دو مدیریت کاربری با توجه به نتایج آزمون تی مستقل، معنی‌دار بود ($p < 0.01$). مقدار pH و EC در هر دو مدیریت کاربری در طی زمان افزایش یافت. مقدار pH و EC لاشبرگ‌ها در آرامگاه به ترتیب ۲۳/۱ درصد و ۳۶/۳ و در گلاجار به ترتیب ۲۰/۵ درصد و ۸/۱ نسبت به اول دوره افزایش یافت (شکل ۴ الف و ب). مقدار پتاسیم در لاشبرگ‌های آرامگاه ۱/۱ و در لاشبرگ‌های گلاجار ۲۵/۱ درصد نسبت به اول دوره کاهش یافت (شکل ۴ ج).



شکل ۴. میانگین pH، هدایت الکتریکی و پتاسیم لاشبرگ پس از خزان و ۹ ماه بعد در دو کاربری آرامگاه و گلاجار. حروف کوچک مختلف بیانگر تفاوت بین زمان‌های مختلف هر مدیریت کاربری (a و b برای آرامگاه و x و y برای گلاجار) و حروف بزرگ مختلف بیانگر تفاوت بین زمان‌های یکسان (A و B برای بعد از خزان و X و Y برای ۹ ماه بعد از خزان) در کاربری‌های مختلف بر اساس آزمون تی است.



شکل ۵. مقدار تغییرات توجیه شده توسط زمان و مدیریت کاربری بر ویژگی‌های لاشبرگ

Samani و همکاران (۲۳) و همچنین Koosha و همکاران (۱۹) در خاک گلاجار مقدار کربن، نیتروژن و فسفر نسبت به خاک آرامگاه به‌طور معنی‌داری کمتر گزارش شده است که نشانگر کاهش حاصلخیزی خاک گلاجار نسبت به خاک آرامگاه می‌باشد. درواقع می‌توان کمتر بودن کربن و نیتروژن در لاشبرگ‌های ابتدای دوره گلاجار را حاصل از آن دانست. همچنین مقدار پایین‌تر نسبت C/N در لاشبرگ‌های اول دوره آرامگاه نسبت به گلاجار بیانگر کیفیت بالاتر لاشبرگ‌های تولید شده در آرامگاه می‌باشد. عواملی همانند سنگ مادری، pH خاک، وجود یون‌های کلسیم و همچنین کاتیون‌های دو و سه ظرفیتی آهن و آلومینیوم می‌تواند مانع جذب فسفر در دسترس خاک توسط گیاهان شود (۶). در نتیجه، علیرغم بیشتر بودن غلظت فسفر قابل جذب در خاک آرامگاه (۱۹)، دلیل عدم تفاوت در مقدار فسفر اول دوره در بین دو مدیریت کاربری را می‌توان به pH بالای خاک و سنگ بستر آهکی منطقه نسبت داد که به دنبال آن عدم تفاوت معنی‌دار را در نسبت C/P لاشبرگ‌ها در ابتدای دوره بین دو مدیریت کاربری مشاهده شد. اما در انتهای دوره، این نسبت در دو مدیریت کاربری تفاوت معنی‌دار نشان داد و در لاشبرگ‌های آرامگاه کمتر بود.

پتاسیم، pH و هدایت الکتریکی

مقدار پتاسیم و هدایت الکتریکی لاشبرگ‌ها در تمامی تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌دار نشان داد در حالیکه مقدار pH فقط در لاشبرگ‌های اول دوره آرامگاه با اول دوره گلاجار تفاوت نداشت. پتاسیم لاشبرگ بعد از ۹ ماه هم در آرامگاه و هم در گلاجار کاهش یافت اما این کاهش در لاشبرگ‌های آرامگاه بیشتر بود. پتاسیم وارد مواد ساختاری نشده و عموماً در محلول سلول گیاهی وجود دارد که به این ترتیب پتاسیم متحرک سریعاً از لاشبرگ‌های در حال تجزیه شسته می‌شود (۲۶). Bailr (۴) گزارش نمود که ۵۰ تا ۷۷ درصد پتاسیم اولیه لاشبرگ‌ها در دو ماه اول تجزیه در لاشبرگ سه گونه درختی شسته شدند. Laskowski و همکاران (۲۰) بیان کردند نرخ

داد. فسفر لاشبرگ‌ها اول و انتهای دوره آرامگاه و همچنین در انتهای دوره در دو محل اختلاف نشان داد. در طی فرآیند تجزیه، غلظت نیتروژن و فسفر در لاشبرگ و در طی زمان با پیشرفت تجزیه، افزایش و مقدار کربن کاهش یافت (۳). این مقدار افزایش در نیتروژن ۴۲ و ۱۵ درصد و در فسفر ۲۹ و ۶.۵ درصد به ترتیب در لاشبرگ‌های آرامگاه و گلاجار در طی زمان بوده است که بیانگر سرعت تجزیه بالاتر در لاشبرگ‌های آرامگاه است. در بسیاری از مطالعات تجزیه لاشبرگ از نسبت C/N و C/P به عنوان یک شاخص استفاده می‌شود و در واقع این نسبت به عنوان یک شاخص عمومی پذیرفته شده است (۲۲ و ۳۱). نسبت C/N و C/P نیز تایید کننده سرعت تجزیه بالاتر لاشبرگ‌های آرامگاه نسبت به گلاجار در طی زمان می‌باشد. نسبت C/N در لاشبرگ‌های آرامگاه و گلاجار به ترتیب ۳۳/۹ و ۲۰/۹ درصد نسبت به اول دوره کاهش نشان داد. همچنین نسبت C/P در لاشبرگ‌های آرامگاه و گلاجار به ترتیب ۲۲/۸ و ۱۳/۷ درصد نسبت به اول دوره کاهش داشت. درگلاجار به دلیل برداشت برگ درختان، تاج درختان باز و تاج پوشش تنک شده و درصد لاشبرگ سطح زمین کاهش می‌یابد (۲۳)، در نتیجه در خرد اقلیم زیر تاج پوشش درختان در کاربری گلاجار، شرایط برای تجزیه لاشبرگ درختان از مطلوبیت کمتری برخوردار بوده و سرعت تجزیه را کاهش می‌دهد. مدیریت تاج پوشش جنگل و به دنبال آن تغییرات محیطی در درجه حرارت و نور در کف جنگل می‌تواند منجر به ایجاد تغییر در فرآیندهای اکوسیستم همانند تجزیه لاشبرگ شود (۴۱). Sari و همکاران (۳۳) ۲۰۲۲، اعلام کردند که نرخ تجزیه لاشریزه در سیستم‌های مختلف کاربری زمین شامل قطعات کوچک جنگلی و دو سیستم بیشه زراعی متفاوت بوده است که تایید کننده نتایج این تحقیق است.

در ابتدای دوره، مقدار کربن و نیتروژن در لاشبرگ‌های آرامگاه و گلاجار تفاوت معنی‌دار نشان داد در حالیکه مقدار فسفر اختلافی نشان نداد. نرخ تجزیه لاشریزه ارتباط مستقیم با غلظت عناصر غذایی خاک دارد به‌طوری‌که جنگل‌های با خاک غنی، نرخ تجزیه سریع‌تر دارند (۱۰). طبق نتایج Mohammadi

مورد استفاده قرار می گیرد. Heiniger و همکاران (۱۴) از این عامل برای اندازه گیری غلظت عناصر غذایی (مجموع آنیون و کاتیون ها) استفاده نمودند. بنابراین، EC می تواند بیانگر یون های موجود در لاشبرگ باشد. مقدار بیشتر EC در لاشبرگ های اول دوره آرامگاه نسبت به گلاجار می تواند بیانگر بالاتر بودن این یون ها به دلیل حاصلخیزی بالاتر خاک آرامگاه باشد. در طی زمان مقدار EC لاشبرگ های اول دوره آرامگاه از ۹۰۳ به ۱۲۸۹ و در لاشبرگ های گلاجار از ۶۷۷ به ۹۹۳ میکروزیمنس در سانتی متر افزایش یافت. این افزایش علیرغم کاهش کاتیون های پتاسیم می تواند به انباشت کلسیم مرتبط باشد. Kavvadias و همکاران (۱۸) در یک مطالعه تجزیه لاشبرگ در شمال یونان، نشان دادند که غلظت کلسیم همانند نیتروژن و فسفر در طی فرآیند تجزیه افزایش می یابد و دلیل آن را حضور این عناصر در ساختار مواد آلی ذکر نمودند.

اهمیت نسبی زمان و مدیریت کاربری بر ویژگی های لاشبرگ

اثر زمان بر کربن، فسفر، نسبت C/N، پتاسیم، هدایت الکتریکی و pH لاشبرگ ها از اثر مدیریت کاربری بیشتر بود که می تواند بیانگر اثرگذاری پیشرفت روند تجزیه بر این متغیرها باشد (شکل ۴). نیتروژن بیشترین تاثیر را از مدیریت کاربری پذیرفته است. فرآیند تجزیه لاشبریزه از یک مدل سه مرحله ای شامل مرحله اولیه، بعدی و نهایی تبعیت می کند که مرحله اولیه بسته به کیفیت لاشبریزه معمولاً از چند ماه تا یک سال به طول می انجامد (۳). عامل اثر گذار بر سرعت تجزیه در مرحله اول تجزیه، به ترتیب اولویت ابتدا کیفیت لاشبریزه و سپس شرایط محیطی است (۸). در این مطالعه با توجه به مدت زمان ۹ ماه، می توان گفت که تجزیه در مرحله اول بوده است و نتایج واریانس توجیه شده تایید می کند که کیفیت لاشبریزه عامل اصلی اثر گذار بر سرعت تجزیه بوده است. تفاوت کیفیت لاشبرگ بین گونه های گیاهی مختلف، متفاوت است (۱۳)، اما کیفیت لاشبرگ در یک گونه و در یک رویشگاه با شرایط محیطی یکسان، نمی تواند تغییر

تغییرات غلظت پتاسیم در مراحل اول تجزیه، به غلظت اولیه لاشبرگ ها بستگی دارد، به طوریکه غلظت اولیه بیشتر پتاسیم منجر به رها شدن سریع تر پتاسیم می شود که تایید کننده نتایج این تحقیق است. غلظت پتاسیم در لاشبرگ های اول دوره در آرامگاه و گلاجار به ترتیب ۱۲۵۶ و ۷۹۳ میلی گرم در کیلوگرم اندازه گیری شد. که کاهش بیشتر پتاسیم در لاشبرگ های آرامگاه تا انتهای دوره نسبت به لاشبرگ های گلاجار می تواند بیانگر سرعت تجزیه بیشتر لاشبرگ های آرامگاه باشد. دلیل بیشتر بودن غلظت پتاسیم در لاشبرگ های اول دوره آرامگاه نسبت به گلاجار می تواند پایین تر بودن غلظت پتاسیم در خاک گلاجار نسبت به آرامگاه به علت آبشویی بیشتر باشد (۱۹).

میزان pH بخش های مختلف گیاهان معمولاً اسیدی بوده و برگ درختان خزان کننده مناطق معتدله عموماً دارای pH در دامنه ۶/۵ - ۵ هستند (۳۶). نتایج تحقیق حاضر نشان داد مقدار pH لاشبرگ های تازه خزان کرده ۴/۹۷ و ۴/۸۲ به ترتیب در لاشبرگ - های آرامگاه و گلاجار بوده است. در مراحل اولیه تجزیه، pH بقایای گیاهی افزایش می یابد. این افزایش به مقدار ۱/۱۳ و ۰/۹۹ به ترتیب در لاشبرگ های آرامگاه و گلاجار در طی ۹ ماه رخ داده است. Sjörs (۳۴) در مطالعه لاشبرگ دوازده گونه درختی پهن برگ قرار داده شده در کف جنگل به مدت یک ماه، افزایش متوسطی به میزان ۰/۷ را در pH لاشبرگ ها گزارش کرده است به صورتیکه مقدار متوسط pH در لاشبرگ این دوازده گونه بعد از یک ماه از ۵/۷ به ۶/۴ افزایش یافته است. کاهش در غلظت یون H^+ ، دلالت بر شسته شدن مواد اسیدی به ویژه ترکیبات شیره واکوئلی دارد. مقدار pH برگ در واقع یک صفت مرتبط با گیاه است که با pH لاشبرگ ارتباط مستقیم دارد و بر تجزیه لاشبرگ مؤثر است (۳۷). این مساله، می تواند دلیل عدم اختلاف معنی دار در مقدار pH لاشبرگ های اول دوره گونه بلوط ویول در آرامگاه و گلاجار باشد که دارای ویژگی های متفاوتی در خاک خود هستند.

هدایت الکتریکی (EC) عموماً برای اندازه گیری درجه شوری خاک و در شرایط آزمایشگاهی برای تعیین غلظت عناصر غذایی

گرفت. یافته‌های این تحقیق نشان داد لاشبرگ‌های آرامگاه در ابتدای خزان در مقایسه با لاشبرگ‌های گلاجار از کیفیت بالاتری برخوردارند که در مقدار بالاتر کربن، نیتروژن، پتاسیم و مقدار کمتر نسبت C/N خود را نشان داد. نسبت C/N در لاشبرگ‌های اول دوره آرامگاه و گلاجار به ترتیب ۵۷ و ۶۷/۸ به دست آمد. همچنین در طی زمان، سرعت تجزیه در لاشبرگ‌های آرامگاه بیشتر و سریع‌تر از لاشبرگ‌های گلاجار بود. نسبت C/N لاشبرگ‌های آرامگاه و گلاجار در انتهای دوره به ترتیب ۳۷/۷ و ۵۳/۶ و نسبت C/P به ترتیب ۷۴۳/۲ و ۸۳۵/۴ محاسبه شد. فرآیند گلازنی هم بر کیفیت لاشبرگ‌ها و هم بر سرعت فرآیند تجزیه در طی زمان اثرگذار است. با برداشت برگ درختان و کاهش حجم برگ در فصل رویش و همچنین کاهش لاشبرگ در فصل خزان، شرایط خرد اقلیم در زیر درختان تحت تاثیر قرار گرفته و باعث کاهش کیفیت لاشبرگ‌ها و پایین آمدن سرعت تجزیه می‌شود. تعمیم نتایج این مطالعه به سایر مناطق جنگلی نیاز به مطالعه‌ای در سطح وسیع‌تر و با تکرارهای بیشتر دارد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت‌های معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه کردستان قدردانی به عمل می‌آید.

چشم‌گیری داشته باشد (۲). تفاوت کیفیت لاشبرگ در گونه وی-ول در این مطالعه در دو مدیریت کاربری، می‌تواند تحت تاثیر تغییرات شرایط محیطی متاثر از بهره‌برداری بوده باشد. با انجام فرآیند گلازنی، ورود لاشبرگ به سطح خاک کاهش و از حاصلخیزی خاک کاسته می‌شود که بر کیفیت لاشبرگ اثر گذاشته است. مقدار نیتروژن لاشبرگ‌ها، شرایط محیطی متاثر از مدیریت کاربری را به خوبی نشان داد. در شاخص C/P اثر متقابل و در مقدار کربن و پتاسیم، اثر محیطی به همان میزان اثر زمان، بیانگر تاثیر تغییرات شرایط محیطی است. Li و همکاران (۲۱) در بررسی نسبت کربن به نیتروژن و فسفر در جنگل کاری در مناطق خشک اعلام کردند که روابط معنی‌دار بین گیاه و خاک نشان می‌دهد که چرخه نیتروژن بین برگ سبز- لاشبرگ - خاک- ریشه‌های موین رخ می‌دهد، در حالیکه چرخه فسفر به لاشبرگ وابسته است. این امر در واقع تایید کننده درصد بالای واریانس توجیه شده فسفر لاشبرگ از گذر زمان در تجزیه لاشبرگ و درصد بالای واریانس توجیه شده نیتروژن لاشبرگ از مدیریت کاربری است.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر اثر گلازنی و گذر زمان بر دینامیک عناصر غذایی لاشبرگ درختان گونه بلوط وی‌ول مورد مطالعه قرار

منابع

- 1- Anonymous. 2023. Statistical information of the Meteorological Department of Kurdistan Province, Baneh County. (In Persian) <https://www.wirimo.ir>
- 2- Aponte, C., Garcia, L.V. and Maranon, T., 2012. Tree species effect on litter decomposition and nutrient release in mediterranean oak forests changes over time. *Ecosystems*, 15: 1204–1218.
- 3- Berg, B. and McLaugherty, C., 2014. Plant Litter, Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration. Springer-Verlag, Berlin.
- 4- Blair, J.M., 1988. Nutrient release from decomposing foliar litter of three tree species with special reference to calcium, magnesium and potassium dynamics. *Plant and Soil*, 110: 49-55.
- 5- Cassani, M.T., Sabatte, M.L., Riveira Rubin, M.A., Sfeir, A.J. and Massobrio, M.J., 2021. Litter decomposition by soil fauna: effect of land use in agroecosystems. *Heliyon*, 7: e08127.
- 6- Chen, C., Zhang S., Li, L.D., Liu, Z.D., Chen, J.L., GU, X., Wang, L.F. and Fang, X., 2019. Carbon, nitrogen and phosphorus stoichiometry in leaf, litter and soil at different vegetation restoration stages in the mid-subtropical region of China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 43(8): 658-671.
- 7- Chen, B., Chen, L., Jiang, L., Zhu, J., Chen, J., Huang, Q., Liu, J., Xu, D. and He, Z., 2022. C:N:P stoichiometry of plant, litter and soil along an elevational gradient in subtropical forests of China. *Forests*, 13 (3): 372.

- 8- Couteaux, M.M., Bottner, P. and Berg, B., 1995. Litter decomposition, climate and litter quality. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 63–66.
- 9- Freschet, G.T., Cornwell, W.K., Wardle, D.A., Elumeeva, T.G., Liu, W., Jackson, B.G., Onipchenko, V.G., Soudzilovskaia, N.A., Tao, J. and Cornelissen, H.C., 2013. Linking litter decomposition of above and belowground organs to plant-soil feedbacks worldwide. *Journal of Ecology*, 101: 943-952.
- 10- Ge, X., Lixion, Z., Wenfa, X., Zhilin, H., Xiansheng, G. and Benwang, T., 2013. Effect of litter substrate quality and soil nutrients on forest litter decomposition: A review. *Acta Ecologica Sinica*, 33(2): 102-108.
- 11- Ghasemi Aghbash, F., Allah Veisi, G. and Hosseini, V., 2016. 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). *Journal of Zagros Forests Researches*, 3(1):1-17. (In Persian).
- 12- Ghasemi Aghbash, F. and zarafshar, M., 2018. Leaf litter decomposition and nutrient dynamics of Persian Oak (*Quercus brantii* Lindl.) in the Northern Zagros Forests (Case Study: Chahar Zabar forests of Kermanshah). *Iranian Journal of Forest*, 10(3): 347-359. (In Persian)
- 13- Hedenec, P., Zheng, H., Pessanha Siqueira, D., Lin, Q., Peng, Y., Schmidt, I.K., Guldberg Froslev, T., Kjoller, R., Rousk, J. and Vesterdal L., 2023. Tree species traits and mycorrhizal association shape soil microbial communities via litter quality and species mediated soil properties. *Forest Ecology and Management*, 527: e120608.
- 14- Heiniger, W.R., McBride, R.G. and Clay, D.E., 2003. Using soil electrical conductivity to improve nutrient management. *Agronomy Journal*, 95: 508-519.
- 15- Hosseini, V. and Aziz, P., 2006. Determining rate of litter decomposition of *Alnus subcordata* in Asalem and Vaz regions by C/N index under laboratory conditions. *Journal of Applied Sciences*, 6 (1): 40-42.
- 16- Jacob, M., Viedenz, K., Polle, A. and Thomas, F.M., 2010. Leaf litter decomposition in temperate deciduous forest stands with a decreasing fraction of beech (*Fagus sylvatica*). *Oecologia*, 164: 1083-1094.
- 17- Jafari Haghighi M., 2003. Methods of Soil Analysis. Tehran. (In Persian)
- 18- Kavvadias, V.A., Alifragis, D., Tsiontsis, A., Brofas, G. and Stamatielos, G., 2001. Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in northern Greece. *Forest Ecology and Management*, 144: 113-127.
- 19- - Koosha, N., Mohammadi Samani, K. and Hosseini, V., 2022. Carbon stock and some chemical properties of soil in sacred groves and pollarded forest stands of northern Zagros Forests. *Water and Soil*, 36(5): 579-591. (In Persian).
- 20- Laskowski, R., Berg, B., Johansson, M. and McClaugherty, C.A., 1995. Release pattern for potassium from decomposing forest leaf litter. Long-term decomposition in a Scots pine forest. *Canadian Journal of Botany*, 73: 2019-2027.
- 21- Li, Y., Dong, X., Yao, W., Han, C., Sun, S. and Zhao, C., 2022. C, N, P, K stoichiometric characteristics of the “leaf-root-litter-soil” system in dryland plantations. *Ecological Indicators*, 143: e109371.
- 22- Manzoni, S., Trofymow, J.A., Jackson, R.B. and Porporato, A., 2010. Stoichiometric controls on carbon, nitrogen, and phosphorus dynamics in decomposing litter. *Ecological Monographs*, 80: 89–106.
- 23- Mohammadi Samani, K., Hosseini, V. and Rostami, H., 2022. Physical and chemical properties of soil in sacred groves and surrounding oak woodlands in Baneh County. *Forest and Wood Products*, 74(4): 383-394. (In Persian).
- 24- Montane, F., Romanya, J., Rovira, P. and Casals, P., 2013. Mixtures with grass litter may hasten shrub litter decomposition after shrub encroachment into mountain grasslands. *Plant and Soil*, 368: 459-469
- 25- Mooshammer, M., Wanek, W., Schneckner, B., Wild, B., Leitner, S., Hofhansl, F., Bloxhi, A., Hammerle, I.A., Frank, H. and Fuchslueger, L., 2010. Stoichiometric controls of nitrogen and phosphorus cycling in decomposing beech leaf litter. *Ecology*, 93: 770-782
- 26- Osono, T. and Takeda, H., 2004. Potassium, calcium, and magnesium dynamics during litter decomposition in a cool temperate forest. *Journal of Forestry Research*, 8:23–31
- 27- Pan, Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P.E., Kurz, W.A., Phillips, L.O., Shvidenko, A., Lewis, L.S., Canadell, G.J., Ciais, P., Jackson, B.R., Pacala, A.S., McGuire, D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S. and Hayes, D., 2011. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333: 998-1003.
- 28- Paudel, E., Dossa, G.G.O., De Ble court, M., Beckschafer, P., Xu, J. and Harrison, R. D., 2015. Quantifying the factors affecting leaf litter decomposition across a tropical forest disturbance gradient. *Ecosphere*, 6 (12): 267.
- 29- Plieninger, T., Quintas-Soriano, C., Torralba, M., Mohammadi Samani, K. and Shakeri, Z., 2020. Social dynamics of values, taboos and perceived threats around sacred groves in Kurdistan, Iran. *People and Nature*, 2(4): 1237-1250.
- 30- Quested, H., Eriksson, O., Fortunel, C. and Garnier, E., 2007. Plant traits relate to whole-community litter quality and decomposition following land use change. *Functional Ecology*, 21: 1016-1026.
- 31- Ren, Y., Gao, G.L., Ding, G.D., Zhang, Y. and Zhao, P.S., 2024. Patterns and environmental drivers of C, N, and P stoichiometry in the leaf-litter-soil system associated with Mongolian pine forests. *Ecology and Evolution*, 14 (3): e11172.

- 32- Sardans, J., Janssens, I.A., Ciais, P., Obersteiner, M. and Penuelas, J., 2021. Recent advances and future research in ecological stoichiometry. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 50: e125611.
- 33- Sari, R.R., Rozendaal, D.M.A., Saputra, D.D., Hairiah, K., Roshetko, J.M. and Noordwijk, M., 2022. Balancing litterfall and decomposition in cacao agroforestry systems. *Plant Soil*, 473: 251- 271.
- 34- Sjors, H., 1959. Changes in pH of leaf litter during a field experiment. *Oikos*, 10: 225 - 232.
- 35- Soto, B. and Diaz-Fierros, F., 1993. Interactions between plant ash leachates and soil. *International Journal of Wildland Fire*, 3(4): 207-216.
- 36- Swift, M.J., Heal, O.W. and Anderson, J.M., 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Blackwell, Scientific Publications, Oxford.
- 37- Tao, J., Zuo, J., He, Z., Wang, Y., Liu, J., Liu, W. and Cornelissen, J.H.C., 2019. Traits including leaf dry matter content and leaf pH dominate over forest soil pH as drivers of litter decomposition among 60 species. *Functional Ecology*, 33: 1798–1810.
- 38- Ubeda, X., Pereira, P., Outeiro, L. and Martin D.A., 2009. Effects of fire temperature on the physical and chemical characteristics of the ash from two plots of cork oak (*Quercus suber*). *Land Degradation & Development*, 20(6): 589-608
- 39- Valipour, A., Plieninger, T., Shakeri, Z., Ghazanfari, H., Namiranian, M. and Lexer, M. J., 2014. Traditional silvopastoral management and its effects on forest stand structure in northern Zagros, Iran. *Forest Ecology and Managemen*, 327: 221-230.
- 40- Van Groenigen, K.J., Qi, X., Osenberg, C.W., Luo, Y. and Hungate, B. A., 2014. Faster decomposition under increased atmospheric CO2 limits soil carbon storage. *Science*, 344: 508–509.
- 41- Wang, B., Blondeel, H., Baeten, L., Djukic, I., De Lombaerde, E. and Verheyen, K., 2019. Direct and understorey-mediated indirect effects of human-induced environmental changes on litter decomposition in temperate forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 138: e107579.
- 42- Zhang, Q. and Zak, J.C., 1995. Effects of gap size on litter decomposition and microbial activity in a subtropical forest. *Ecology*, 76:2196–2204.

Nutrient Dynamics of Lebanon Oak (*Quercus libani* Oliv.) Leaf Litter Affected by Pollarding at Two Different Times in Forests of Baneh

V. Hosseini^{1*}, K. Mohammadi Samani² and F. Moradi³

(Received: August 27-2025; Accepted: January 31-2026)

Abstract

Pollarding in forest can affect quantity and dynamics of leaf litter nutrients over time. The aim of this study was to compare the effect of pollarding on the chemical properties of the oak leaf litter after fall and nine months later. A sacred grove (less disturbed forest) stand and a nearby pollarded forest stand (Gallajar) located in the Madjese in Baneh County, were selected. In each stand, ten plots 4×4 meters, were established and leaf litters were collected after leaf fall and nine months later in November of 2022 and July 2023 respectively. Totally, 40 leaf litter samples were collected. The measured chemical properties included carbon, nitrogen, phosphorus, potassium, pH, EC, C/N and C/P ratios. The results indicated that the leaf litter of sacred grove had higher quality than the Gallajar stand at the beginning of autumn, as indicated by the higher concentration of carbon, nitrogen, and potassium, as well as a lower C/N ratio. Additionally, the rate of litter decomposition in the sacred grove was faster than the Gallajar stand. In general, pollarding affected understory microclimate conditions through the reduction of leaves and litter input. Consequently, litter quality declined, and rate of nutrient return to the soil decreased.

Keywords: C/N Ratio, Lebanon oak, Litter quality, Pollarding, Northern Zagros

1. Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan and Dr. Hedayat Ghazanfari Center of Research and Development of Northern Zagros Forestry, Sanandaj, Iran.

2. Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan and Dr. Hedayat Ghazanfari Center of Research and Development of Northern Zagros Forestry. Sanandaj, Iran.

3. In Forest Biology, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

* Corresponding Author, Email: V.Hosseini@uok.ac.ir