

دینامیک نیتروژن، فسفر و کربن لاشبرگ درخت ممرز (مطالعه موردی: سری یک جنگل شصت کلاته گرگان)

روجا امینی^{۱*}، رامین رحمانی^۲ و هاشم حبشی^۳

*- نویسنده مسئول، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده جنگل‌داری و فن‌آوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. پست الکترونیک: amini.rj@gmail.com

۲- دانشیار، دانشکده جنگل‌داری و فن‌آوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳- استادیار، دانشکده جنگل‌داری و فن‌آوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۱۰

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۳

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، بررسی دینامیک عناصر غذایی کربن، نیتروژن و فسفر موجود در لاشبرگ گونه ممرز (*Carpinus betulus* L.) در لایه آلی راشتستان جنگل شصت‌کلاته گرگان طی دوره یکساله می‌باشد. در فصل پاییز، برگ‌های تازه خزان کرده در پنج قطعه نمونه (تکرار) از قطعه بررسی دائمی جمع‌آوری و درون کیسه‌های لاشبرگی با قطر منفذ دو میلی‌متر در محیط جنگل قرار داده شد. در طول یک سال، نمونه‌برداری از لاشبرگ (۸ نمونه) به منظور اندازه‌گیری عناصر غذایی انجام شد. نتایج نشان داد که تراکم نیتروژن کل لاشبرگ تازه ممرز، ۱/۵ درصد در ماده خشک بود که پس از یکسال به ۱/۹ درصد افزایش یافت. تراکم فسفر لاشبرگ تازه ۰/۱۳۴ درصد در ماده خشک بود که پس از یکسال به ۰/۱۳۶ درصد رسید. نسبت کربن به نیتروژن لاشبرگ تازه ۲۴/۵ بود که پس از یکسال به ۱۷/۴ کاهش یافت. نسبت کربن به فسفر لاشبرگ تازه، ۲۸۲ بود که در انتهای دوره به ۲۴۵ کاهش یافت. میانگین وزن لاشبرگ تازه، ۱۴/۶۵ گرم بود که پس از یکسال به ۸/۲۳ گرم رسید. نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن و نسبت نیتروژن به فسفر با وزن ثانویه لاشبرگ ممرز در سطح اطمینان ۹۹ درصد همبستگی معنی‌داری را نشان دادند. نسبت کربن به نیتروژن و کربن به فسفر، شاخص تمایز فازهای متفاوت تجزیه هستند. لاشبرگ ممرز، اصلاح‌کننده خاک رویشگاه می‌باشد و بر افزایش توان اکولوژیک رویشگاه اثرگذار است. همچنین در مطالعات جنگل‌کاری و احیای جنگل‌های مخروطی به توجه به اقلیم و ارتفاع توده از سطح دریا و شدت تخریب توده، کاربرد آن ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: دینامیک عناصر غذایی، نیتروژن، فسفر، کربن، ممرز.

مقدمه

جمعیت‌های جانداران و دینامیک عناصر غذایی مؤثر است. بنابراین تجزیه سبب افزایش حاصل‌خیزی خاک و در نهایت پایداری چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم جنگل می‌شود. فرایند زمانی تجزیه مواد آلی، بر میزان دسترسی گیاهان به عناصر غذایی موجود در خاک مؤثر است (Berg & McClaugherty, 2008). تجزیه لاشبرگ شامل سه مرحله می‌باشد. در مرحله اول مواد حل‌شدنی

در اکوسیستم‌های 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 به صورت لاشریزه و تجزیه مواد آلی به عناصر قابل جذب خاتمه می‌یابد (فرهادی، ۱۳۸۵). فرایند تجزیه بر اسیدیته خاک، تنوع و پایداری اکولوژیک

دست داده شده و درصد نیتروژن ضریب همبستگی زیادی بدست آمد ($R^2 = 0/86$).

با توجه به این که درختان ممرز ۳۰/۴ درصد از حجم گونه‌های جنگلهای تولیدی شمال ایران را تشکیل می‌دهد (رسانه و همکاران، ۱۳۸۰) و از سوی دیگر، برداشت چوب به شیوه صنعتی به تدریج موجب کاهش کمیت و کیفیت عناصر غذایی رویشگاه می‌شود، لازم است که شناخت دقیقی از روند تجزیه لاشبرگ این گونه که به‌عنوان منبع مهم عناصر غذایی در جنگل عمل می‌کند، انجام گیرد. جنگل‌کاری با گونه‌های اصلاح کننده خاک می‌تواند روشی مناسب برای احیا و بازسازی جنگلهای مخروبه باشد و روند بازگشت اکوسیستم جنگل به شرایط طبیعی را تسریع نماید. هدف از تحقیق حاضر، اندازه‌گیری تغییرات غلظت کربن، نیتروژن و فسفر موجود در لاشبرگ درخت ممرز، طی دوره یکساله و در مراحل مختلف تجزیه می‌باشد.

مواد و روشها

تحقیق حاضر در پارسل ۳۲ سری یک جنگل شصت کلاته گرگان انجام شد. عرصه مورد بررسی به لحاظ پستی و بلندی، ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی، شیب دامنه و همچنین ترکیب درختان در وضعیت نسبتاً یکنواختی قرار دارد و رویشگاه نمایانگر شرایط راشستان‌های آمیخته شرق هیرکانی است (بی‌نام، ۱۳۸۷). برای انجام این تحقیق، ۵ قطعه نمونه ۲۵۰۰ مترمربعی انتخاب شد. تجزیه لاشبرگ با استفاده از کیسه لاشبرگی بررسی شد (Bocock, 1964). در اوایل آذرماه ۱۳۸۵ در هر یک از قطعات نمونه که برای این تحقیق انتخاب شدند، حدود یک کیلوگرم برگ تازه خزان کرده ممرز به‌طور تصادفی جمع‌آوری شد. این برگها به‌طور جداگانه در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند تا به وزن ثابت برسند. برگهای مربوط به هر قطعه نمونه به ۹ نمونه با وزن تقریبی ۱۵ گرم با دقت

در آب، سلولز و همی سلولزهای حفاظت نشده تجزیه می‌شوند و تنها لیگنین و همی سلولزهایی که به‌وسیله لیگنین پوشیده شده‌اند، باقی می‌مانند. مرحله اول تا هنگامی که حدود ۴۰ درصد وزن لاشبرگ کاهش یابد، ادامه خواهد داشت. در مرحله دوم تخریب لیگنین، سرعت تجزیه لاشبرگ را کنترل می‌کند. در نهایت در مرحله تولید شبه هوموس (مرحله سوم) سطح لیگنین تقریباً ثابت می‌شود. در مرحله سوم سرعت تجزیه لاشبرگ نزدیک به صفر است و کاهش وزن جمععی به حد نهایی خود می‌رسد (Fog, 1988). عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و فسفر جزء عناصر محدود کننده رشد میکروبی می‌باشند و تخریب میکروبی سلولز، همی سلولز و بسیاری از مواد حل شدنی را برمی‌انگیزند. در نتیجه غلظت بیشتر نیتروژن و فسفر ممکن است سرعت اولیه تجزیه را افزایش دهد و در مراحل بعدی الگوی تجزیه را تغییر دهد. نسبت کربن به عناصر ماکرو، شاخص مهمی در تعیین الگوی عملکرد عناصر در تجزیه می‌باشد. این نسبت مشخص می‌کند که با پیشرفت تجزیه، آیا عنصر آزاد می‌شود یا به‌طور ساکن در مواد لاشریزه باقی می‌ماند (Berg & Staff, 1987).

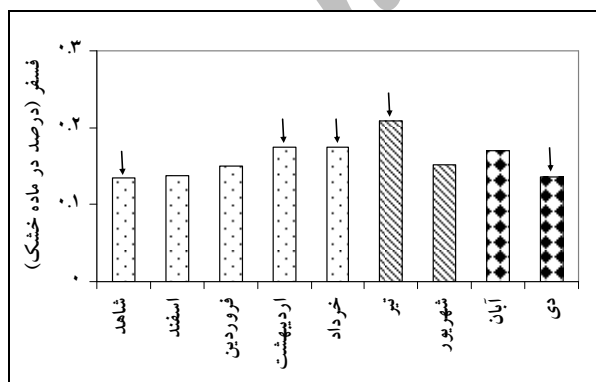
Osono & Takeda (2005) طی ۳ سال تأثیر ترکیبات آلی و نیتروژن را بر سرعت کاهش وزن لاشبرگ ممرز (*Carpinus laxifolora*) بررسی نمودند. طبق این پژوهش، فرایند تجزیه لاشبرگ به دو مرحله اولیه و ثانویه براساس عدم تحرک و تحرک نیتروژن تقسیم شد. کاهش وزن در تمام لاشبرگها در مرحله عدم تحرک نیتروژن سریع‌تر از مرحله تحرک بود. (Annunzio et al. 2008) با استفاده از نیتروژن نشان‌دار و روش کیسه لاشبرگی در جنگلهای راش اروپایی (*Fagus sylvatica*) کشورهای فرانسه، آلمان و دانمارک که دارای شرایط آب و هوایی متفاوت و جنگلهای با سنین مختلف و انواع هوموس بودند، مجموعه آزمایشهای تجزیه لاشبرگ را انجام دادند. این آزمایشها طی ۳ تا ۶ سال انجام شد و بین وزن از

(بی‌نام، ۱۳۸۵). مقایسه میانگین‌های عناصر غذایی و وزن لاشبرگ در دوره‌های زمانی متوالی با استفاده از آزمون t مستقل انجام شد. بررسی ارتباط بین زی‌وزن و عناصر اندازه‌گیری شده با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون و مدل‌سازی ارتباط بین زی‌وزن و عناصر غذایی با استفاده از رگرسیون انجام گردید.

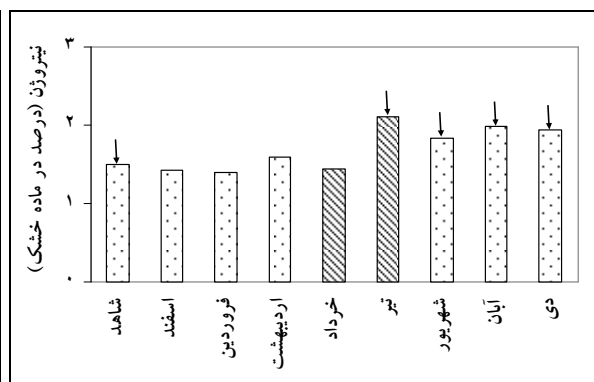
نتایج

میانگین نیتروژن در طول دوره بررسی لاشبرگ درخت ممرز ۱/۷ درصد در ماده خشک بدست آمد. مقدار نیتروژن در لاشبرگ تازه (نمونه شاهد) ۱/۵ درصد در ماده خشک بود و پس از یکسال به ۱/۹ درصد افزایش یافت. بین میانگین نیتروژن در خردادماه با تیرماه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (شکل ۱). تغییرات نیتروژن لاشبرگ طی یکسال شامل دو بخش بود؛ مقدار نیتروژن در بخش اول (شاهد: ۱/۵ درصد تا خرداد: ۱/۴ درصد) کاهش یافت (میانگین: ۱/۵ درصد) و در بخش دوم (تیر: ۲/۱ درصد تا دی: ۱/۹ درصد) افزایش یافت (میانگین: ۱/۹ درصد).

یک‌صدم تقسیم شدند (Cuevas & Lugo, 1998). یک نمونه به‌عنوان شاهد انتخاب و مقدار کربن، نیتروژن و فسفر آن اندازه‌گیری شد. ۸ نمونه دیگر در ۸ کیسه لاشبرگی از جنس پلی‌اتیلن در ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی‌متر با روزنه (mesh) ۲ میلی‌متر قرار داده شد (Delaney et al., 1996). کیسه‌ها در پایان بهمن‌ماه سال ۱۳۸۵ به جنگل منتقل شدند. کیسه‌های لاشبرگی مربوط به هر قطعه نمونه در محلی بین درختان که دارای تاج‌پوشش بسته بود تا از تابش و گرمای مستقیم ممانعت شود و محل تجمع و عبور جریان آب سطحی و رطوبت اضافی نبود، قرار داده شد. در روز آخر ماه‌های اسفند ۱۳۸۵ و فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، شهریور، آبان و دی ۱۳۸۶ یک کیسه لاشبرگی از هر قطعه نمونه به‌طور تصادفی برای اندازه‌گیری وزن و مقدار کربن، نیتروژن و فسفر انتخاب شد. وزن لاشبرگ‌های داخل کیسه‌های لاشبرگی پس از خشک شدن در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت، با دقت یک‌صدم اندازه‌گیری شد که وزن ثانویه لاشبرگ نامیده شد. مقدار نیتروژن کل لاشبرگ، با روش کج‌لدال، فسفر با روش اسپکتروفتومتری و کربن با روش والکی- بلک اندازه‌گیری شد



شکل ۲- تأثیر زمان بر میانگین فسفر لاشبرگ ممرز

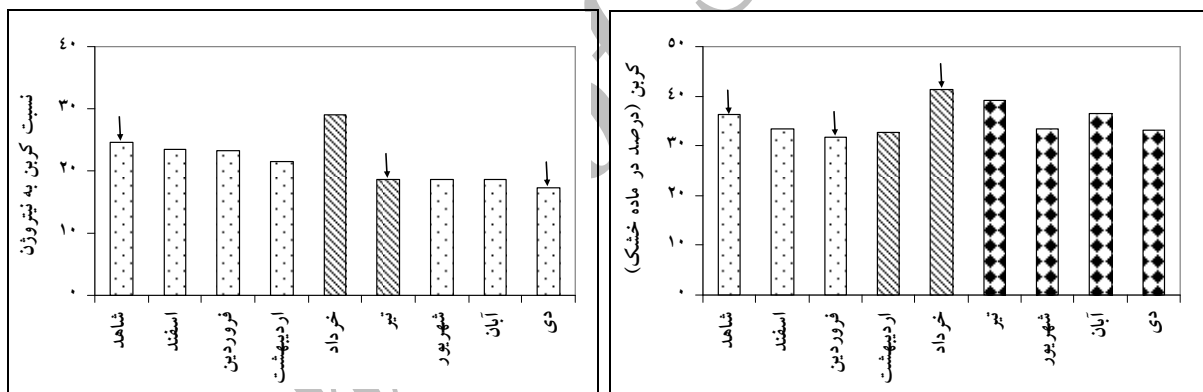


شکل ۱- تأثیر زمان بر میانگین نیتروژن لاشبرگ ممرز

(فلش نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار گروه شاهد با ماه‌های نمونه‌برداری و اشکال مشابه در دو ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در آن دو ماه می‌باشند).

کربن در لاشبرگ تازه (نمونه شاهد)، $36/3$ درصد در ماده خشک بود و پس از یکسال به $33/2$ درصد کاهش یافت. بین میانگین کربن در اردیبهشت ماه با خرداد و تیرماه با شهریور و شهریورماه با آبان و آبان ماه با دی در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت (شکل ۳). تغییرات کربن لاشبرگ طی یکسال شامل ۳ بخش بود؛ مقدار کربن در بخش اول (اسفند: $36/3$ درصد تا اردیبهشت: $32/7$ درصد) کاهش یافت، در بخش دوم (خرداد و تیر: $40/1$ درصد) افزایش و در بخش سوم (شهریور تا دی: $33/3$ درصد) کاهش یافت.

میانگین فسفر در طول دوره بررسی لاشبرگ درخت ممرز $0/16$ درصد در ماده خشک بدست آمد. مقدار فسفر لاشبرگ تازه (نمونه شاهد)، $0/134$ درصد در ماده خشک بود و پس از یکسال به $0/136$ درصد افزایش یافت. بین میانگین فسفر در تیرماه با شهریور و آبان ماه با دی در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت (شکل ۲). تغییرات فسفر طی یکسال شامل دو بخش بود؛ مقدار فسفر در بخش اول (اسفند: $0/13$ درصد تا تیر: $2/08$ درصد) ماهانه افزایش یافت و در بخش دوم (شهریور: $1/5$ درصد تا دی: $1/36$ درصد) کاهش یافت. میانگین کربن در طول دوره بررسی لاشبرگ درخت ممرز، $35/3$ درصد در ماده خشک بدست آمد. مقدار



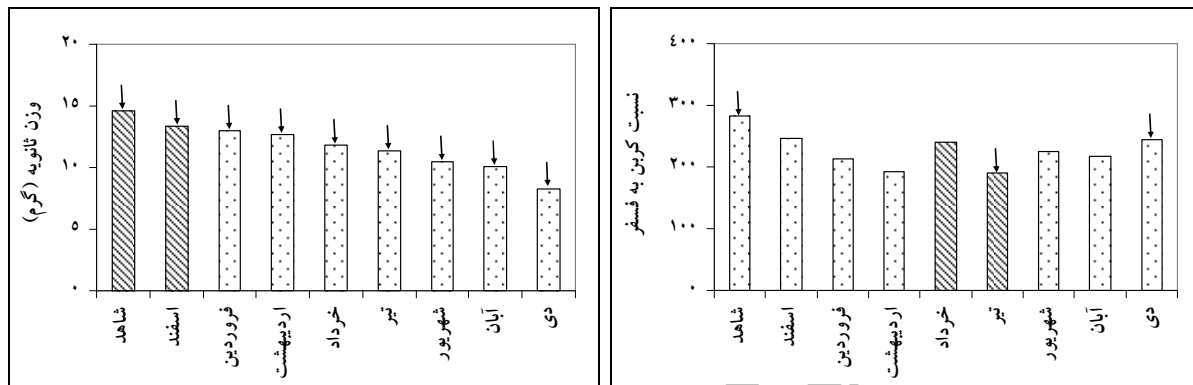
شکل ۳- تأثیر زمان بر میانگین کربن آلی لاشبرگ ممرز

شکل ۴- تأثیر زمان بر میانگین نسبت کربن به نیتروژن لاشبرگ ممرز (فلش نشان دهنده اختلاف معنی دار گروه شاهد با ماه های نمونه برداری و اشکال مشابه در دو ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در آن دو ماه می باشد).

بخش دوم (ماه خرداد: ۲۹) به طور محسوس افزایش و در بخش سوم (تیر: $18/6$ تا دی: $17/3$) کاهش یافت. میانگین نسبت کربن به فسفر در طول دوره بررسی لاشبرگ ممرز 228 بدست آمد. نسبت کربن به فسفر در لاشبرگ تازه (نمونه شاهد)، 282 بود و پس از یکسال به $244/6$ کاهش یافت. بین میانگین نسبت کربن به فسفر لاشبرگ ممرز در خردادماه با تیر در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت (شکل ۵). تغییرات کربن به فسفر شامل سه بخش بود؛ نسبت کربن به فسفر در

میانگین نسبت کربن به نیتروژن در طول دوره بررسی لاشبرگ ممرز $21/7$ بدست آمد. نسبت کربن به نیتروژن در لاشبرگ تازه (نمونه شاهد)، $24/5$ بود و پس از یکسال به $17/3$ کاهش یافت. بین میانگین نسبت کربن به نیتروژن لاشبرگ ممرز در خردادماه با تیر در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت (شکل ۴). تغییرات کربن به نیتروژن شامل سه بخش بود؛ مقدار کربن به نیتروژن در بخش اول (اسفند: $24/5$ تا اردیبهشت: $21/5$) کاهش، در

بخش اول (اسفند: ۲۴۶/۹ تا اردیبهشت: ۱۹۱/۶) کاهش، نوسان داشت. در بخش دوم (خرداد: ۲۴۰) افزایش و در بخش سوم



شکل ۵- تأثیر زمان بر میانگین نسبت کربن به فسفر لاشبرگ ممرز

شکل ۶- تأثیر زمان بر میانگین وزن ثانویه لاشبرگ ممرز

فلش نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار گروه شاهد با ماه‌های نمونه‌برداری و اشکال مشابه در دو ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در آن دو ماه می‌باشند.

میانگین وزن ثانویه لاشبرگ ممرز در طول دوره بررسی ۱۱/۷ گرم بود. میانگین وزن ثانویه در لاشبرگ تازه ۱۴/۶ گرم در هر کیسه لاشبرگی بود و پس از گذشت یکسال به ۸/۲ گرم رسید. بین میانگین وزن ثانویه لاشبرگ ممرز در نمونه شاهد با تمام ماه‌های نمونه‌برداری، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (شکل ۶).

بین وزن ثانویه لاشبرگ ممرز با مقدار نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن و نسبت نیتروژن به فسفر در سطح اطمینان ۹۹ درصد همبستگی معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱).

جدول ۱- همبستگی بین وزن ثانویه با مقادیر نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن و نسبت نیتروژن به فسفر در لاشبرگ ممرز

N/P	C/N	نیتروژن	
-۰/۴۸	۰/۵۵	-۰/۷	ضریب همبستگی
۰/۰۰۱	۰/۰	۰/۰	سطح معنی‌داری
۴۵	۴۵	۴۵	تعداد

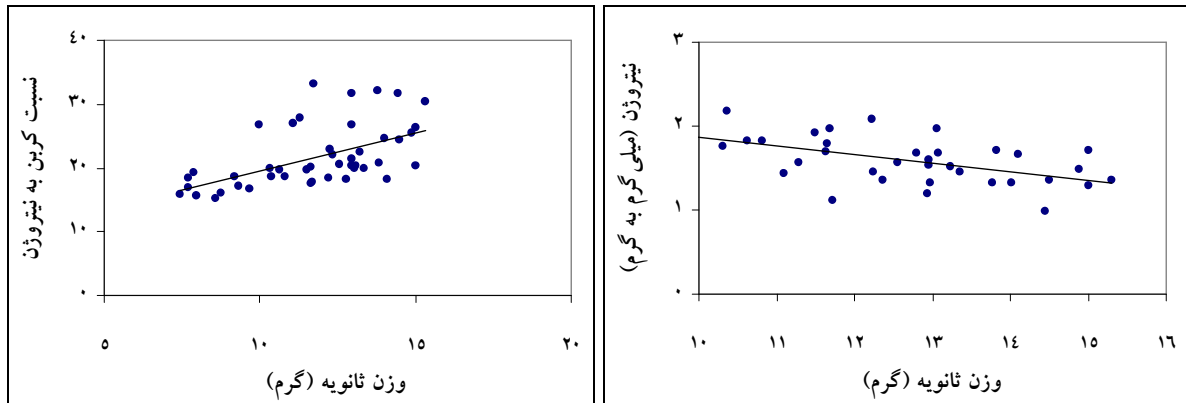
$$N_c = -0.101W_s + 2.88$$

$$R^2 = 0.48$$

رابطه ۱

همبستگی بین وزن ثانویه و نیتروژن لاشبرگ ممرز معکوس و منفی و بهترین مدل برازش شده برای این دو متغیر مدل خطی است (شکل ۷ و رابطه ۱).

N_c : نیتروژن موجود در لاشبرگ درخت ممرز (میلی‌گرم در گرم) و W_s : وزن ثانویه لاشبرگ درخت ممرز (گرم) می‌باشد.



شکل ۷- تغییر مقدار نیتروژن با وزن ثانویه لاشبرگ ممرز شکل ۸- تغییر نسبت کربن به نیتروژن با وزن ثانویه لاشبرگ ممرز

همبستگی میان وزن ثانویه و نسبت نیتروژن به فسفر لاشبرگ ممرز معکوس و منفی و بهترین مدل برازش شده برای رابطه این دو متغیر، مدل سهمی است (شکل ۹ و رابطه ۳).

$$NP = 0.156W_s^2 - 3.979W_s + 35.10 \quad \text{رابطه ۳}$$

$$R^2 = 0.38$$

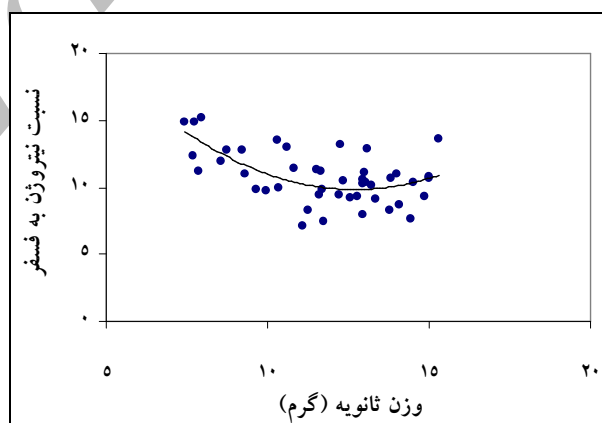
NP: نسبت نیتروژن به فسفر لاشبرگ ممرز و W_s : وزن ثانویه لاشبرگ ممرز (گرم) می باشد.

همبستگی بین وزن ثانویه و نسبت کربن به نیتروژن لاشبرگ ممرز مستقیم و مثبت و بهترین مدل برازش شده برای این دو متغیر، مدل توانی است (شکل ۸ و رابطه ۲).

$$CN = 10.97e^{0.056W_s} \quad \text{رابطه ۲}$$

$$R^2 = 0.35$$

CN: نسبت کربن به نیتروژن لاشبرگ ممرز و W_s : وزن ثانویه لاشبرگ ممرز می باشد.



شکل ۹- تغییر نسبت نیتروژن به فسفر با وزن ثانویه لاشبرگ ممرز

بحث

داده و جزو گونه‌های اصلاح کننده خاک محسوب نمود. در پژوهش حاضر فرایند تحول فسفر شامل دو مرحله عدم تحرک و تحرک بود. با توجه به نتایج، مرحله اول (مرحله عدم تحرک) از ابتدای دوره آغاز شد و تا انتهای خردادماه ادامه یافت که با افزایش مقدار فسفر همراه بود. مرحله دوم (مرحله تحرک) از تیرماه آغاز شد و تا انتهای دوره بررسی ادامه یافت که با کاهش مقدار فسفر همراه بود. در مرحله اول به دلیل تجزیه میکروبی و آبشویی ترکیبات کربن‌دار و نیتروژن‌دار قابل حل، مقدار نسبی فسفر افزایش یافت. در مرحله دوم به دلیل تجزیه میکروبی ترکیبات فسفردار مقدار فسفر کاهش یافت. در واقع فسفر کنترل کننده رشد میکروبی می‌باشد. نتایج تحقیق Osono & Takeda (2005) نشان داد که دینامیک فسفر شامل دو مرحله عدم تحرک و تحرک است.

براساس نتایج تحقیق حاضر، نسبت کربن به نیتروژن لاشبرگ تازه ممرز ۲۴/۵۳ بود که پس از یکسال به ۱۷/۳۵ کاهش یافت. از ابتدای دوره بررسی تا اردیبهشت‌ماه، مقدار کربن و نیتروژن به دلیل آبشویی ترکیبات قابل حل کاهش یافت. اما با توجه به سهم بیشتر کربن در ساختار ترکیبات قابل حل، مقدار کربن با شیب بیشتری کاهش یافت و در نتیجه نسبت کربن به نیتروژن نیز کاهش یافت. در خردادماه مقدار نیتروژن به شدت کاهش یافت، در حالی که مقدار کربن در واحد سطح لاشبرگ افزایش یافت؛ در نتیجه نسبت کربن به نیتروژن در این ماه افزایش یافت. علت کاهش نیتروژن در خردادماه را می‌توان به آبشویی شدید ترکیبات نیتروژن‌دار در این ماه نسبت داد. از خردادماه تا انتهای دوره بررسی به دلیل عدم تحرک نیتروژن (افزایش مقدار نیتروژن) در اثر فعالیت میکروبها و کاهش مقدار کربن، نسبت کربن به نیتروژن کاهش یافت. در تحقیق حاضر، پس از گذشت ۸ ماه (از شهریورماه به بعد) نسبت کربن به نیتروژن لاشبرگ ممرز به مقادیر کمتر از ۲۰ کاهش یافت. با توجه به این که نسبت کربن به نیتروژن لاشبرگ یک شاخص کیفی است (Heal et al.,

1981) Berg & Staaf الگوی دینامیک نیتروژن را طی فرایند تجزیه لاشبرگ به ۳ مرحله تقسیم نمودند. مرحله اول شستشوی اولیه است که با آزاد شدن سریع ترکیبات نیتروژنی و تجزیه مواد سلولزی آغاز می‌شود و با کاهش سریع نیتروژن متمایز می‌شود. مرحله دوم با افزایش در مقدار نسبی و مطلق نیتروژن در لاشبرگ متمایز می‌شود. مرحله سوم، آزادسازی یا مرحله معدنی شدن نیتروژن است که با کاهش نیتروژن متمایز می‌شود. پس از این که نسبت کربن به نیتروژن با توجه به گونه و رویشگاه تا مقدار مشخصی (معمولاً ۲۰ تا ۳۰) کاهش یافت، این مرحله آغاز می‌شود (Delaney et al., 1996). در پژوهش حاضر، مرحله اول و دوم فرایند تجزیه در لاشبرگ ممرز مشاهده شد. با توجه به نتایج، مرحله اول شامل چهار ماه (اسفند تا خرداد) بوده که مقدار نیتروژن کاهش یافت. دلیل کاهش مقدار نیتروژن براساس مطالعات Berg & Staaf (1981) آبشویی ترکیبات نیتروژن‌دار می‌باشد. مرحله دوم (عدم تحرک) از تیرماه آغاز شد و تا انتهای مطالعه ادامه داشت. در مرحله عدم تحرک، مقدار نسبی نیتروژن لاشبرگ افزایش یافت. تجزیه میکروبی موجب کاهش سلولز و همی سلولز و ترکیبات کربن‌دار شده، در نتیجه مقدار نسبی نیتروژن افزایش یافت. این نتایج با یافته‌های حاصل از تحقیق Laskawski et al. (1995) مطابقت دارد.

Jamulodheen & Kumar (1999) براساس 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 اصلاح کننده خاک بود. در تحقیق حاضر، مقدار میانگین نیتروژن ممرز ۱/۶۹ درصد بدست آمد. بنابراین با توجه به یافته‌های Jamulodheen & Kumar (1999) به نظر می‌رسد که بتوان گونه ممرز را در گروه غنی قرار

باقی مانده و غلظت نیتروژن در لاشبرگ، رابطه معکوس بدست آمده است (Melillo et al., 1982). همچنین در گونه ممرز بین وزن ثانویه و نسبت کربن به نیتروژن رابطه خطی مثبت وجود دارد (شکل ۸). بنابراین نسبت کربن به نیتروژن به عنوان یک شاخص کیفی برای پیش‌بینی مقدار تجزیه مناسب می‌باشد. از مدل‌های برازش یافته به روابط بین وزن ثانویه و نیتروژن، وزن ثانویه و نسبت کربن به نیتروژن، وزن ثانویه و نسبت نیتروژن به فسفر (روابط ۱، ۲ و ۳) می‌توان برای پیش‌بینی مقدار نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن و نسبت نیتروژن به فسفر لاشبرگ ممرز طی یکسال با استفاده از داده‌های وزن ثانویه در شرایط رویشگاهی مشابه استفاده نمود.

در این تحقیق، دینامیک عناصر نیتروژن و فسفر لاشبرگ ممرز طی یکسال تعیین شد که شامل دو مرحله پایایی عدم تحرک و تحرک بود. در واقع، ابتدا غلظت نسبی این دو عنصر در لاشبرگ ممرز تا حد مشخصی افزایش می‌یابد تا موجودات خاکری برای فعالیت و تجزیه ترکیبات حاوی نیتروژن و فسفر ترغیب شوند و مرحله تحرک آغاز گردد. بر این اساس می‌توان یکی از دلایل عمده تجزیه کندتر لاشبرگ برخی گونه‌ها را کم بودن میزان نسبی نیتروژن و فسفر برای آغاز فعالیت موجودات تجزیه کننده در لاشبرگ این درختان به دلایل ژنتیکی و یا فقر خاک دانست. لاشبرگ ممرز به دلیل مقادیر زیاد نیتروژن و فسفر و مقادیر کم نسبت کربن به نیتروژن، موجب افزایش جمعیت موجودات خاکری و افزایش سرعت معدنی شدن عناصر می‌گردد. بازگشت سریع عناصر معدنی به خاک موجب اصلاح ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش قابلیت دسترسی گیاهان به عناصر، افزایش حاصل‌خیزی خاک و در نتیجه افزایش توان اکولوژیک رویشگاه می‌شود. همچنین مقادیر نسبت کربن به نیتروژن، نیتروژن و نسبت نیتروژن به فسفر، به عنوان شاخص سرعت تجزیه لاشبرگ شناخته شدند؛ زیرا بین وزن ثانویه لاشبرگ و این شاخص‌ها همبستگی معنی‌داری

(1997) و از سویی کاهش نسبت کربن به نیتروژن و افزایش مقدار نیتروژن با افزایش فعالیت میکروبی و در پی آن با افزایش سرعت تجزیه همبستگی قابل‌توجهی دارد، می‌توان نتیجه گرفت که پس از گذشت ۸ ماه (از شهریورماه به بعد) سرعت تجزیه لاشبرگ ممرز افزایش یافته است. داده‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد که نسبت کربن به فسفر لاشبرگ تازه ممرز، ۲۸۲ بود که پس از یکسال به ۲۴۵ کاهش یافت. نسبت کربن به فسفر ممرز تا اردیبهشت‌ماه کاهش یافت که به دلیل عدم تحرک فسفر بود. در خردادماه به دلیل افزایش نسبی مقدار کربن (در اثر آبشویی ترکیبات نیتروژن‌دار)، نسبت کربن به فسفر افزایش یافت. در تیرماه به دلیل افزایش مقدار فسفر، نسبت کربن به نیتروژن افزایش یافت. از تیرماه تا انتهای دوره بررسی نسبت کربن به فسفر کاهش یافت، زیرا مرحله تحرک (آزادسازی) فسفر آغاز شد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که پس از گذشت یکسال، وزن لاشبرگ ممرز حدود ۴۶ درصد کاهش یافت. به‌ویژه این که از آبان‌ماه به‌طور محسوسی به شیب کاهش وزن لاشبرگ افزوده شد. زیرا فسفر از مرحله عدم تحرک خارج شده و آزاد شد. نسبت کربن به فسفر نیز پس از گذشت ده ماه (از آبان‌ماه) کاهش یافت. Berg & Staaf (1981) علت کاهش وزن لاشبرگ تازه را آبشویی مواد قابل حل ذکر نمودند. کاهش وزن لاشبرگ تازه قبل از شدت یافتن فعالیت میکروارگانیسم‌ها رخ می‌دهد که طی آن بیشتر مواد حل‌شدنی در آب به‌سرعت آبشویی می‌شوند.

بین مشخصه‌های کیفیت لاشبرگ با سرعت تجزیه لاشبرگ همبستگی وجود دارد (Loranger et al., 2002). در تحقیق حاضر بین وزن ثانویه و درصد نیتروژن (شکل ۷) و همچنین بین وزن ثانویه و نسبت نیتروژن به فسفر رابطه خطی منفی مشاهده شد (شکل ۹). نیتروژن و نسبت نیتروژن به فسفر به عنوان شاخص‌های کیفیت لاشبرگ محسوب می‌شوند. در مطالعات دیگر نیز بین درصد مواد

- 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.
- Bockock, K.L., 1964. Changes in the amount of Dry matter, Nitrogen, Carbon and Energy in decomposing Woodland leaf litter in relation to the activities of soil fauna. *Journal of ecology*, 52: 273-284.
- Cuevas, E. and Lugo, A.E., 1998. Dynamics of organic matter and nutrient return from litterfall in stands of ten tropical tree plantation species. *Forest Ecology and Management*, 112: 263-279.
- Delaney, M.T., Fernandez, I.J., Simmons, J.A. and Briggs, R.D., 1996. Red maple and white pine litter quality: initial change with decomposition. University of Maine, Technical bulletin, 162, 19 p.
- Fog, K., 1988. The effect of added Nitrogen on the rate decomposition of organic matter. *Biological Reviews*, 63: 433-462.
- Heal, O.W., Anderson, J.M. and Swift, M.J., 1997. Plant litter quality and decomposition: An historical overview. In: Cadisch, G. and Giller, K.E. (eds.), *Plant litter quality and decomposition*. University of London, 3-30 p.
- Jamaludheen, V. and 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: 1-11.
- Laskowski, R., Niklinska, M. and Maryanski, M., 1995. Dynamics of chemical elements in forest litter. *Ecology*, 76 (5): 1339-1406.
- Loranger, G., Ponge, J.F., Imbert, D. and Lavelle, P., 2002. Leaf decomposition in two semi-evergreen tropical forests: influence of litter quality. *Biology and Fertility of Soils*, 35: 247-252.
- Mellilo, J.M., Aber, J.D. and Muratore, J.F., 1982. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter dynamics in forest ecosystems. *Journal of Ecology*, 63: 621-626.
- Osono, T. and Takeda, H., 2005. Decomposition of organic chemical components in relation to Nitrogen dynamics in leaf litter of 14 species in cool temperate forest. *Ecological studies*, 20: 41-49.
- وجود دارد. بنابراین با اندازه‌گیری وزن ثانویه و با هزینه کمتر در شرایط رویشگاهی مشابه می‌توان به مقدار نیتروژن و شاخص‌های تجزیه طی یکسال از روند تجزیه دست یافت.
- ### منابع مورد استفاده
- بی‌نام، ۱۳۸۵. دستورالعمل انجام آزمایشات خاک و گیاه. مؤسسه تحقیقات آب و خاک، ۲۷۸ صفحه.
- بی‌نام، ۱۳۸۷. طرح تجدیدنظر طرح جنگل‌داری سری یک دکتر بهرام‌نیا. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳۰۰ صفحه.
- رسانه، ی.، مشتاق کهنمویی، م. و صالحی، پ.، ۱۳۸۰. بررسی کمی و کیفی جنگلهای شمال کشور. مقالات همایش ملی مدیریت جنگلهای شمال و توسعه پایدار، رامسر، ۱۶-۱۷ شهریور: صفحه ۲۵.
- 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، ۶۱ صفحه.
- Annunzio, R., Zeller, B., Nicolas, M., Doth, F. and Saint andre, L., 2008. Decomposition of European Beech (*Fagus sylvatica*) litter: Combining quality theory and ^{15}N labelling experiments. *Soil Biology and Biochemistry*, 40: 322-333.
- Berg, B. and McLaugherty, C., 2008. *Plant Litter Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration*. Springer Publication, Berlin, 338 p.
- Berg, B. and Staff, H., 1981. Leaching, accumulation and release of nitrogen in decomposing forest litter. *Journal of Ecological economics*, 33: 163-178.

Nitrogen, phosphorus and carbon dynamics of hornbeam leaf litter (Case study: District one, Shastkalate forest, Gorgan)

R. Amini ^{1*}, R. Rahmani ² and H. Habashi ³

1* - Corresponding author, M.Sc. Graduated of silviculture and forest ecology, Faculty of Forestry and Wood technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Iran. E-mail: amini.rj@gmail.com

2- Associate Prof., Faculty of Forestry and Wood technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Iran.

3- Assistant Prof., Faculty Forestry and Wood technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Iran.

Received: 24.11.2009

Accepted: 01.08.2010

Abstract

The aim of this study was investigation of Carbon, Nitrogen and Phosphorus dynamics in *Carpinus betulus* L. leaf litter in organic layer of a broad-leaved mixed forest in Gorgan. Fresh litters were collected from five plots in district one, Shastkalate forest and were placed into some litterbags with 2 mm mesh. Then, they were located in the study site. Over one year (8 sampling), chemical analysis was carried out. Result showed total Nitrogen concentration in fresh litters was 1.5% and after one year increased to 1.9%. Phosphorus concentration in fresh litter was 0.134% and increased to 0.136% after one year. Carbon to Nitrogen ratio in fresh litter was 24.5, but after one year decreased to 17.4. Carbon to Phosphorus ratio in fresh litter was 282 and after one year decreased to 245. Weight of fresh litter was 14.65gr, but decreased to 8.23gr after one year. Nitrogen content, C/N and N/P ratios of Hornbeam leaf litters were correlated with secondary weight of litter. C/N and C/P ratios were appropriated for discriminating of decomposition phases. Hornbeam Leaf litters caused soil fertility and increased site indexes. It is necessary to use *Carpinus* in reforestation and rehabilitation of destroyed forest, considering climate, elevation and forest degradation density.

Key words: Nutrient dynamics, Nitrogen, Phosphorus, Carbon, *Carpinus betulus*.