حد نهایی تجزیه سوزن‌های نوئل در حالت خالص و ترکیبی با لاشبرگ گونه‌های راش، توسکا و پلت در توده دست کاشت نوئل خالص منطقه لاجیم

فرهاد قاسمی آقباش[1*]، سیدغلامعلی جلالی[2]، وحید حسینی[3] و سیدمحسن حسینی[2]

[1] ملایر، دانشگاه ملایر، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست

[2] نور، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌داری

[3] مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده منابع طبیعی، گروه منابع طبیعی

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۲۴

چکیده

پویایی تجزیه لاشبرگ ۴ گونه راش، توسکا، پلت و نوئل در توده دست کاشت نوئل خالص منطقه لاجیم به مدت ۴۰۰ روز با استفاده از روش کیسه‌لاشبرگ مطالعه شد. در این مطالعه حد نهایی تجزیه سوزن‌های نوئل در حالت‌های خالص و ترکیبی با لاشبرگ گونه‌های راش، توسکا و پلت مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های تحقیق نشان داد که حد نهایی تجزیه در انواع لاشبرگ‌های مورد مطالعه متفاوت بوده و لاشبرگ توسکا با غلظت اولیه بالای نیتروژن کمترین میزان (۰/۴۳) را به خود اختصاص داده است. یافته‌های تحقیق نشان دادند که ترکیب سوزن‌های نوئل با لاشبرگ پهن‌برگان اثر معنی‌داری در افزایش نرخ ثابت تجزیه آن داشته است. همچنین سوزن‌های نوئل در حالت خالص کمترین حد نهایی تجزیه را دارد (۵۹/۶۶) و از بین ترکیب‌های مورد مطالعه ترکیب سوزن‌های نوئل با لاشبرگ راش بالاترین حد نهایی تجزیه را به خود اختصاص داده است (۹۵/۳۳).

واژه‌های کلیدی: تجزیه لاشبرگ، غلظت‌های اولیه عناصرغذایی، لیگنین، نیتروژن، منگنز.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۴۵۵۷۴۳۴، پست الکترونیکی : ghasemifarhad@yahoo.com

مقدمه

لاشبرگ جنگل از تولیدات مهم فرایند فتوسنتز بوده و اصلی‌ترین مسیر بازگشت عناصرغذایی در بوم‌سازگان جنگلی است (۱۵). تجزیه لاشبرگ‌های گیاهی نقش مهمی در حاصلخیزی خاک جنگل، به‌واسطه چرخه عناصرغذایی و تشکیل مواد آلی خاک دارد. در اثر تجزیه لاشبرگ، عناصرغذایی برگ‌ها به خاک برمی‌گردد، به طوری‌که عناصر مورد نیاز برای رشد گیاهان تأمین می‌گردد (۲۴). به عبارتی، قابلیت دسترسی عناصرغذایی به میزان زیادی ناشی از پویایی تجزیه مواد آلی در خاک است. تجزیه لاشبرگ در سطح بوم‌سازگان زمینی به واسطه تنظیم ساختمان مواد آلی خاک، آزادسازی عناصرغذایی مورد نیاز گیاهان و تأثیر بر چرخه‌های CO_2 از خاک مهم است (۱، ۲۸). به همین دلیل تعداد قابل توجهی از بررسی‌ها، تجزیه لاشبرگ گیاهی را در گونه‌های مختلف و در محدوده زیادی از عوامل گوناگون حیاتی و غیرحیاتی، که تنظیم-کننده تجزیه هستند، مورد مطالعه قرار داده‌اند (۲۸). برگ و ماتزنر (۷) یک مدل عمومی از فرایند تجزیه را در سه مرحله برای لاشبرگ‌هایی با ترکیبات شیمیایی مختلف ارائه دادند. مرحله اول تجزیه، براساس سطوح عناصرغذایی و کربن تنظیم می‌گردد. در این مرحله، وجود مقادیر زیاد عناصرغذایی (مخصوصا نیتروژن) و همچنین پارامترهای اقلیمی (نظیر درجه‌حرارت و بارندگی) تجزیه مواد قابل

Archive of SID

www.SID.ir

حل در آب و همچنین سلولز و همی‌سلولز را تحریک می نمایند. مرحله بعدی، مرحله آخر فرایند تجزیه است که در آن تأثیر اقلیم بر روند تجزیه نزولی بوده و به صفر می رسد، در این مرحله ممکن است که نیتروژن تأثیر منفی بر پوسیدگی و تجزیه لیگنین داشته باشد. عوامل محدودکننده در طول مراحل آخر تجزیه شامل غلظت‌های نیتروژن، منگنز، کلسیم و همچنین شرایط اقلیمی و خاکی هستند (۲۷). سرانجام در مرحله سوم یا مرحله نزدیک به هوموس، میزان لیگنین تقریبا به حالت پایدار رسیده (معمولا ۵۰ تا ۵۵ درصد) و نرخ تجزیه به صفر نزدیک شده و میزان ماده آلی از دست رفته اغلب به حد نهایی خود رسیده است (۷). بنابراین مشاهده می‌شود که میزان تجزیه لاشبرگ به طور نرمال در مراحل پایانی فرایند تجزیه کاهش می‌یابد و هر چقدر زمان می‌گذرد مقادیر کاهش تشدید می‌شود که این امر می‌تواند در اثر افزایش ترکیبات مقاوم و تشکیل ترکیبات تازه‌ای که در برابر تجزیه مقاوم هستند، رخ بدهد. با تجزیه لاشبرگ و افزایش سطوح لیگنین، غلظت نیتروژن نیز افزایش می‌یابد (۳). نقش نیتروژن در تخریب لیگنین و تشکیل هوموس بسیار حائز اهمیت است (۱۳، ۲۲، ۲۶). البته مرز واضحی بین مرحله آخر تجزیه و مرحله نزدیک شدن به هوموس یا مرحله حدنهایی تجزیه وجود ندارد. در هر دوی این مراحل چندین خصوصیت کارکردی ازجمله اثرات ایجاد شده به وسیله نیتروژن، مشهود و معمول است. در شرایط عادی اثر بازدارندگی نرخ تجزیه به افزایش غلظت‌های لیگنین نسبت داده می‌شود (۶، ۱۴) که به احتمال خیلی زیاد ناشی از غلظت‌های بالای نیتروژن است که در تشکیل آنزیم لیگناز اثر بازدارندگی داشته و در نتیجه تخریب لیگنین را مختل می‌کند. بدیهی است که غلظت‌های لیگنین به تنهایی نقش بازدارندگی در تجزیه ندارد بلکه لیگنین در ترکیب با غلظت‌های خاص نیتروژن این نقش را ایفا می کند و مشاهده شده زمانی که غلظت نیتروژن پایین باشد امکان تجزیه بیشتر لیگنین فراهم می‌گردد (۸). مطالعات انجام شده در گذشته بیشتر بر فرایند تجزیه تک گونه‌ها متمرکز بوده، درحالی‌که در عرصه جنگل لاشبرگ گونه‌ها در کنار هم و باهم تجزیه می‌شوند. در جنگل‌های تک‌کشتی نیز لاشبرگ با لاشبرگ‌های قبلی (انباشته شده از قبل در قسمت‌های زیرین خاک) و همچنین لاشبرگ گونه-های علفی ترکیب می‌شوند. بنابراین تجزیه لاشبرگ‌های آمیخته به تدریج مورد علاقه محققان قرار گرفته است (۱۰).

در بررسی حاضر نیز حدنهایی تجزیه لاشبرگ‌ها در حالت خالص و ترکیبی در توده دست کاشت نوئل خالص مورد مطالعه قرار گرفت تا اثرات ترکیب لاشبرگ‌ها در تجزیه لاشبرگ و همچنین ظرفیت بالقوه آنها برای هوموسی شدن مورد مطالعه قرار بگیرد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه: به‌منظور انجام این تحقیق توده دست کاشت خالص نوئل واقع در سری ۵ طرح جنگل‌داری لاجیم در محدوده شهرستان سوادکوه انتخاب گردید. نزدیکترین مرکز جمعیتی آن شهر زیراب است که در ۳۰ کیلومتری آن واقع شده است. موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه در شکل و جدول ۱ آورده شده است.

جدول۱- ویژگی‌های اکولوژیکی توده دست کاشت نوئل خالص

عرض جغرافیایی / طول جغرافیایی	"۴۶ '۱۴ °۳۶ شمالی / "۱۳ '۷ °۵۳ شرقی
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۹۶۵
جهت عمومی	شمالی
شیب عمومی (٪)	۲۰
سن توده (سال)	۵۰

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

اگرچه منطقی‌ترین راه تجزیه و تحلیل شرایط آب و هوایی هر منطقه، استفاده از آمار و اطلاعات هواشناسی همان منطقه است اما چون در عرصه مورد مطالعه ایستگاه هواشناسی وجود نداشت به همین منظور از آمار و اطلاعات هواشناسی نزدیکترین ایستگاه، یعنی ایستگاه کلیماتولوژی افراچال واقع در محدوده سد شهید رجایی ساری، استفاده شد. بررسی‌های انجام شده در خصوص آمار ۴۰ ساله (۱۹۶۴-۲۰۰۳) این ایستگاه، نشان داد که میانگین متوسط درجه‌حرارت روزانه ۱۴٫۹ درجه‌سانتی-گراد، متوسط بارندگی سالیانه ۸۷۸٫۴ میلی‌متر و در مجموع اقلیم منطقه براساس فرمول گسترش یافته دومارتن از نوع اقلیم معتدل مرطوب است. براساس نمودار آمبروترمیک منطقه مورد مطالعه، میزان بارندگی در دو ماه تیر و مرداد از دو برابر دما کمتر بوده و این دو ماه به عنوان ماه‌های خشک محسوب می‌شوند.

روش کیسه لاشبرگ: قبل از شروع فصل خزان سایت‌های جمع‌آوری لاشبرگ در توده دست کاشت نوئل خالص مشخص و همزمان با شروع خزان و قبل از هر گونه بارندگی لاشبرگ‌های راش، توسکا و پلت از روی زمین و سوزن‌های نوئل از روی شاخه‌ها در تمامی جهات جمع-آوری شدند (۸). لاشبرگ‌های جمع‌آوری شده در داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت در فضای آزمایشگاه خشک شدند. سپس براساس نوع لاشبرگ از همدیگر تفکیک شدند. در این مطالعه از تکنیک کیسه‌لاشبرگ استفاده شد. این تکنیک یک روش معمول در انکوباسیون لاشبرگ در عرصه یا آزمایشگاه است که در آن لاشبرگ به میزان لازم در کیسه لاشبرگ با ابعاد مشخص قرار داده شده و برای مطالعات تجزیه لاشبرگ در طول مدت زمان مطالعه در آزمایشگاه یا عرصه نصب می‌شود. ابعاد کیسه لاشبرگ‌های بکار برده شده در این تکنیک ۲۰×۳۰ سانتی‌متر با روزنه دو میلی‌متر از جنس نایلون و با توجه به اهداف مطالعه به دو صورت دولایه (یک جیبه) برای مطالعات مربوط به لاشبرگ‌های انفرادی و سه‌لایه (دوجیبه) برای مطالعات لاشبرگ‌های ترکیبی بود (۸). در هر کیسه‌لاشبرگ در حدود ۱۰ گرم نمونه لاشبرگ خشک شده در فضای آزمایشگاه قرار داده شد. قبل از نصب کیسه‌ها برچسبی شامل نام گونه و وزن اولیه لاشبرگ تهیه شده و در داخل کیسه‌لاشبرگ‌ها قرار داده شد (۸). کیسه‌لاشبرگ‌های آماده شده تا زمانی که در عرصه

Archive of SID

www.SID.ir

نصب بشوند به طور خشک و در اتاق با دمای معتدل نگهداری شدند. برداشت کیسه‌لاشبرگ‌ها در فاصله زمانی ۴۰۰ روز از شروع مدت زمان انکوباسیون انجام شد (۲۷).

محاسبه حد نهایی تجزیه لاشبرگ‌ها: محاسبه حد نهایی تجزیه لاشبرگ‌ها با در نظر گرفتن رابطه (۱) و از طریق مدل مماسی که توسط برگ (۸) در نرم‌افزار Excel تهیه شده بود، انجام شد.

$$L = m\,(1-e^{-kt/m}) \qquad \text{رابطه ۱}$$

L= حداکثر ماده آلی از دست رفته، m = حد نهایی تجزیه، t = مدت زمان انکوباسیون (روز)، k = نرخ ثابت تجزیه

نرخ ثابت تجزیه به صورت سالیانه و از طریق رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$Ln(w/w_0) = -kt \qquad \text{رابطه ۲}$$

w_0= وزن اولیه لاشبرگ، w= وزن باقی‌مانده، t= زمان انکوباسیون (روز)، k= نرخ ثابت تجزیه

محاسبه ظرفیت بالقوه برای هوموسی شدن: ظرفیت بالقوه برای هوموسی شدن از طریق رابطه (۳) محاسبه گردید:

$$LH = (100 - \text{Limit Value}) / 100 \qquad \text{رابطه۳}$$

LH= ظرفیت بالقوه برای هوموسی شدن، Limit Value= حد نهایی تجزیه

آنالیزهای شیمیایی: در آزمایشگاه لاشبرگ‌ها در صورت آلودگی به مواد آلی ناپاک یا مواد معدنی اضافی با ملایمت پاک شدند. سپس در آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت برای انجام آنالیزهای شیمیایی خشک شدند. در ادامه با استفاده از آسیاب خرد و از الک نمره ۲۰ عبور داده شدند. سپس آنالیزهای شیمیایی در چهار تکرار بر روی هر نمونه لاشبرگ برای تعیین عناصرغذایی نظیر نیتروژن، کلسیم و همچنین منگنز و لیگنین انجام شد. نیتروژن لاشبرگ‌ها بعد از هضم نیم گرم از نمونه در اسیدسولفوریک غلیظ و بکارگیری یک قرص کاتالیزور با روش کجلدال تعیین گردید (۱۱). کلسیم و منگنز لاشبرگ-ها نیز با استفاده از روش طیف‌سنجی اتمی و دستگاه طیف‌سنج اتمی اندازه‌گیری شدند (۲۰) و سرانجام لیگنین لاشبرگ‌ها نیز از طریق روش کلاسون (Klason) و بوسیله هضم در اسیدسولفوریک ۷۲ درصد اندازه‌گیری شد (۱۶).

تجزیه و تحلیل اطلاعات: در ابتدا آزمون نرمال بودن داده-ها با استفاده از Kolmogorov-Smirnov و همگنی واریانس‌ها با آزمون Levene انجام شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها، مقایسه حد نهایی تجزیه و ظرفیت بالقوه برای هوموسی شدن از آنالیز واریانس (ANOVA) برای مقایسه کلی و از آزمون دانکن برای مقایسات چندگانه استفاده شد. ارزیابی همبستگی‌های بین حد نهایی تجزیه و غلظت‌های اولیه نیتروژن، کلسیم، منگنز و لیگنین در لاشبرگ از طریق ضریب همبستگی پیرسون انجام گردید. تمامی آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS v.17 و در سطوح معنی‌دار بودن ۰/۰۱ و P<۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

ترکیب اولیه لاشبرگ‌ها: به‌منظور ارزیابی ترکیب اولیه لاشبرگ‌ها از نظر عناصرغذایی نیتروژن، کلسیم، منگنز و همچنین لیگنین سنجش‌های شیمیایی در ۴ تکرار انجام شده که نتایج آن در جدول۲ آورده شده است.

براساس جدول۲ مشاهده می‌شود که از نظر غلظت نیتروژن لاشبرگ توسکا، از نظر کلسیم لاشبرگ پلت، از نظر منگنز لاشبرگ راش و از نظر غلظت لیگنین سوزن‌های نوئل بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده‌اند.

حد نهایی تجزیه لاشبرگ‌ها: حد نهایی تجزیه که برای بسیاری از لاشبرگ گونه‌ها محاسبه می‌شود نشان‌دهنده ذراتی است که تثبیت شده‌اند، بنابراین تجزیه آنها در نرخی پایین‌تر انجام شده و یا اینکه اصلا انجام نمی‌گیرد. در واقع با محاسبه آن می‌توان ظرفیت بالقوه لاشبرگ‌ها را برای

Archive of SID

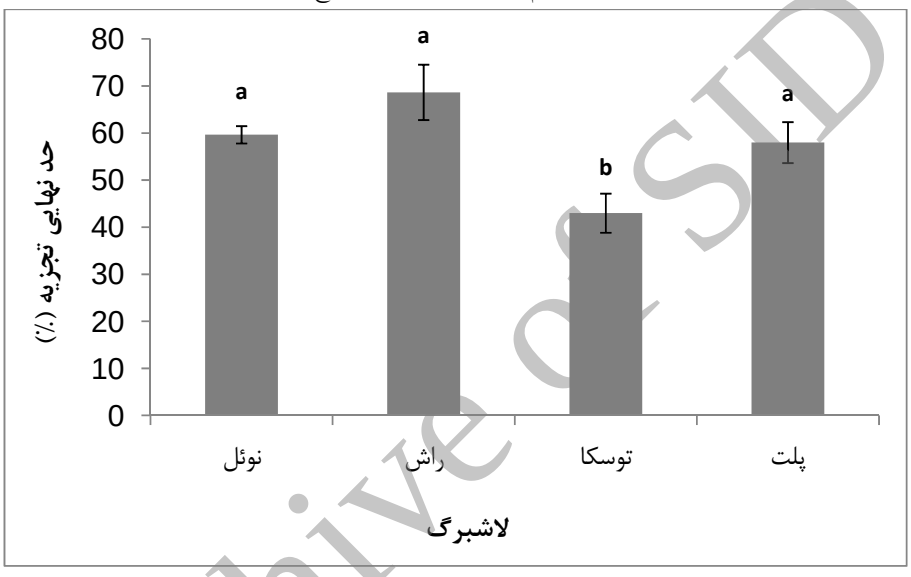
www.SID.ir

هوموسی شدن که یک وضعیت پایدار است، برآورد کرد. محاسبه حد نهایی تجزیه لاشبرگ گونه‌های مورد مطالعه نشان داد که از بین آنها لاشبرگ گونه توسکا کمترین میزان را به خود اختصاص داده است.

جدول۲- میانگین عناصر موجود در لاشبرگ گونه‌های مورد مطالعه (mg/g)

نوع لاشبرگ	لیگنین	منگنز	کلسیم	نیتروژن
نوئل	۲۹۲/۶±۹ a	۰/۰۵۵±۰/۰۰۳ bc	۹/۰۳±۰/۱ c	۱۲/۸۴±۰/۱ b
پلت	۲۴۲/۶±۱/۴ c	۰/۰۶۲۵±۰/۰۰۳ b	۳۴/۷±۰/۱۴ a	۱۳/۳۴±۰/۲۳ b
راش	۲۷۰/۶±۵/۲ b	۰/۲۱۲±۰/۰۱ a	۱۰/۴۲±۰/۴۲ c	۱۰/۴۹±۰/۰۱ c
توسکا	۲۰۴/۷±۲/۹ d	۰/۰۴±۰/۰۰۲ c	۲۵/۲۷±۰/۸۸ b	۲۰/۸۲±۰/۲۱ a

اعداد (میانگین ±اشتباه معیار) با حروف متفاوت در هر ستون باهم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ دارند.



شکل ۲- حد نهایی لاشبرگ گونه‌های مورد مطالعه

ترکیب سوزن‌های نوئل با لاشبرگ پهن‌برگانی مانند راش، پلت و توسکا اثر معنی‌داری در افزایش نرخ ثابت تجزیه آن داشته است. همچنین سوزن‌های نوئل در حالت خالص کمترین حد نهایی تجزیه را بخود اختصاص داده‌اند. از بین ترکیبات مورد مطالعه ترکیب سوزن‌های نوئل با لاشبرگ راش بالاترین حد نهایی تجزیه را دارند (جدول۳).

جدول۳- نرخ ثابت تجزیه، حد نهایی و ظرفیت بالقوه هوموسی شدن سوزن‌های نوئل در حالت خالص و آمیخته با لاشبرگ پهن‌برگان در توده دست کاشت نوئل (اعداد، میانگین ± اشتباه معیار هستند)

لاشبرگ	ظرفیت بالقوه هوموسی شدن	حد نهایی تجزیه	نرخ ثابت تجزیه
	(بخش)	(درصد)	(درصد در روز)
نوئل	(۰/۴۱ ± ۰/۰۱۸) a	(۵۹/۶۶ ± ۱/۸۵) d	(۰/۲۴۰ ± ۰/۰۱۱) b
نوئل (راش)	(۰/۰۴۷ ± ۰/۰۳۷) d	(۹۵/۳۳ ± ۳/۷۱) a	(۰/۳۸۰ ± ۰/۰۲۸) a
نوئل (پلت)	(۰/۳۳۳ ± ۰/۰۰۹) b	(۶۶/۶۶ ± ۰/۸۸) c	(۰/۳۵۰ ± ۰/۰۱۳) a
نوئل (توسکا)	(۰/۱۸۳ ± ۰/۰۰۳) c	(۸۱/۶۶ ± ۰/۳۳) b	(۰/۳۲۹ ± ۰/۱۷۷) a

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون باهم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ دارند.

Archive of SID
www.SID.ir

ترکیب لاشبرگ راش با سوزن‌های نوئل اثر معنی‌داری بر نرخ تجزیه آن نگذاشته است ولی حد نهایی تجزیه آن در مقایسه با حالت خالص افزایش یافته است. در نتیجه، بازده و کارآیی آن نیز در جهت ذخیره شدن کاهش یافته است (جدول۴).

جدول ۴- نرخ ثابت تجزیه، حد نهایی تجزیه و ظرفیت بالقوه هوموسی شدن لاشبرگ راش، توسکا و پلت در حالت خالص و آمیخته با سوزن‌های نوئل در توده دست کاشت نوئل (اعداد، میانگین ± اشتباه معیار هستند)

لاشبرگ	ظرفیت بالقوه هوموسی شدن (بخش)	حد نهایی تجزیه (درصد)	نرخ ثابت تجزیه (درصد در روز)
راش	(۰/۳۱۳ ± ۰/۰۵۹) a	(۶۸/۶۷ ± ۵/۸۹) b	(۰/۲۱۷ ± ۰/۰۱۴) a
راش (نوئل)	(۰/۰۴۰ ± ۰/۰۰۴) b	(۹۶/۰۰ ± ۴/۰۰) a	(۰/۴۰۲ ± ۰/۰۵۱) a
توسکا	(۰/۵۷۰ ± ۰/۰۴۲) a	(۴۳/۰۰ ± ۴/۱۶) a	(۰/۳۴۹ ± ۰/۰۲۳) a
توسکا (نوئل)	(۰/۵۱۰ ± ۰/۰۱۸) a	(۴۹/۳۳ ± ۱/۸۵) a	(۰/۳۷۸ ± ۰/۰۲۰) a
پلت	(۰/۴۲۰ ± ۰/۰۴۳) a	(۵۸/۰۰ ± ۴/۳۶) b	(۰/۴۶۲ ± ۰/۰۴۸) a
پلت (نوئل)	(۰/۱۱۷ ± ۰/۰۳۸) b	(۸۸/۳۳ ± ۳/۸۴) a	(۰/۴۰۸ ± ۰/۰۶۷) a

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون باهم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ دارند.

جدول ۴ همچنین حاکی از عدم تأثیر سوزن‌های نوئل در نرخ ثابت تجزیه، حد نهایی تجزیه و ظرفیت بالقوه لاشبرگ توسکا برای هوموسی شدن، است. همانند لاشبرگ توسکا، در مورد لاشبرگ پلت نیز سوزن‌های نوئل نتوانسته‌اند اثر معنی‌داری را در افزایش یا کاهش نرخ ثابت تجزیه آن داشته باشند ولی در مورد حد نهایی تجزیه و پتانسیل هوموسی شدن وضعیت کاملا متفاوت با لاشبرگ توسکاست، به این صورت که حد نهایی تجزیه لاشبرگ پلت در حالت آمیخته افزایش معنی‌داری را بخود گرفته است. همین عامل کافی است که پتانسیل آن برای هوموسی شدن کاهش یابد.

روابط بین حد نهایی تجزیه و غلظت‌های عناصرغذایی: به طور عمومی فرض بر این است که بین غلظت‌های بالای نیتروژن و حد نهایی تجزیه ارتباط خطی منفی وجود دارد. وضعیت لیگنین نیز مشابه نیتروژن است. ولی این وضعیت در خصوص عناصر کلسیم و منگنز کاملا متفاوت است. چگونگی این مسئله در بررسی حاضر مورد مطالعه قرار گرفته است که نتایج آن در جدول ۵ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود بین غلظت‌های اولیه نیتروژن و لیگنین با حد نهایی تجزیه ارتباط خطی منفی در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد. درخصوص غلظت‌های کلسیم و منگنز نیز مشاهده می‌شود که با حد نهایی تجزیه ارتباط خطی مثبت دارند که در مورد کلسیم در سطح ۹۵٪ و در منگنز در سطح ۹۹٪ معنی‌دار هستند.

جدول۵- همبستگی‌های بین حد نهایی تجزیه و غلظت‌های اولیه عناصر مورد بررسی در لاشبرگ در توده دست کاشت نوئل خالص

عناصر	R	n	$P <$ ۰/۰۵
نیتروژن	- ۰/۷۷۱	۱۶	۰/۰۵
کلسیم	۰/۷۷۰	۱۶	۰/۰۵
منگنز	۰/۹۷۶	۱۶	۰/۰۱
لیگنین	- ۰/۸۰۴	۱۶	۰/۰۵

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

با نزدیک شدن به مراحل آخر، تجزیه لیگنین بر تأثیر و برتری عناصرغذایی غلبه کرده، در نتیجه تجزیه لاشبرگ را اداره می‌کند و بطور همزمان میزان تجزیه نیز کاهش می‌یابد و ماده آلی از دست رفته تجمعی به حد نهایی خود نزدیک می‌شود (۲). در واقع حد نهایی تجزیه نشان‌دهنده پتانسیل لاشبرگ‌ها در تبدیل شدن به هوموس است. لاشبرگ با حد نهایی بالا، از قابلیت و پتانسیل پایین‌تری برای تبدیل شدن به هوموس برخوردار است (۸). مسئله قابل ذکر در اینجا اینکه مقادیر حد نهایی تجزیه الزاما به این معنی نیستند که اجزاء باقی‌مانده به طور کامل در برابر تجزیه مقاوم هستند بلکه این اجزاء به آرامی تجزیه می‌شوند و در مواردی که تجزیه صورت نمی‌گیرد با تغییر شرایط حیاتی و غیرحیاتی، فرایند تجزیه نیز تسهیل می‌گردد (۸). البته مابین غلظت-های اولیه عناصرغذایی و لیگنین با حد نهایی تجزیه ارتباطات معنی‌داری وجود دارد (۴). عموما غلظت‌های نیتروژن و لیگنین ارتباط معنی‌داری در سطوح بالا و به طور منفی با حد نهایی تجزیه دارند، بدین معنی که در لاشبرگ غنی از نیتروژن، محدود شدن ماده آلی از دست رفته زودتر اتفاق می‌افتد، به عبارتی لاشبرگ کمتری تجزیه می‌شود. به طوری که در یافته‌های این تحقیق نیز مشخص شد که لاشبرگ‌های غنی از نیتروژن (جدول۲) از ظرفیت بالقوه بالایی برای هوموسی شدن برخوردار هستند. ترکیب سوزن‌های نوئل با لاشبرگ پهن‌برگان اثر معنی‌داری در افزایش نرخ ثابت تجزیه آن داشته است (جدول۳)، به طوری که سوزن‌های نوئل در حالت ترکیب با لاشبرگ راش از حد بالای تجزیه برخوردار شده‌اند. لاشبرگ راش با میزان غلظت اولیه بالای منگنز خود نقش بسزایی در تخریب و تجزیه لیگنین سوزن‌های نوئل داشته و ظرفیت بالقوه آن را برای هوموسی شدن کاهش داده است. همین امر کاملا در مورد لاشبرگ راش نیز صادق بوده است (جدول۴). بنابراین با توجه به نقش و اهمیت لاشبرگ گونه راش در تجزیه و تخریب سوزن‌های نوئل، در نقاط کوهستانی جنگل‌های شمال کشور گونه راش می‌تواند به عنوان گونه همراه مناسبی برای نوئل معرفی گردد. درخصوص دو گونه توسکا و پلت وضعیت کاملا فرق می‌کند، به طوری که سوزن‌های نوئل بر روی پتانسیل هوموسی شدن پلت تأثیر معنی‌داری گذاشته‌اند، در حالی که تأثیر آنها بر روی لاشبرگ توسکا معنی‌دار نیست. یکسان بودن غلظت اولیه نیتروژن در لاشبرگ پلت و سوزن‌های نوئل دلیل این مسئله است، در حالی که در مورد لاشبرگ توسکا بالا بودن غلظت نیتروژن و انتقال آن به سوزن‌های نوئل در حالت ترکیبی سبب شده که سوزن-های نوئل نتوانند تأثیری در کاهش ظرفیت بالقوه هوموسی شدن آن داشته باشند، بعکس خودشان سریع‌تر تجزیه شوند (جدول۳). البته غلظت‌های اولیه منگنز و کلسیم ارتباط معنی‌دار مثبت با حد نهایی تجزیه دارند (۸)؛ موافق با این یافته‌ها، نتایج این تحقیق نیز حاکی از وجود چنین ارتباطاتی بود (جدول۵). میزان لاشبرگ باقی‌مانده در مرحله نزدیک به هوموس، توسط بقایای لیگنین که در برابر تجزیه مقاوم هستند، تنظیم می‌گردد. در واقع واکنش این بقایا با مولکول‌های نیتروژن در لاشبرگ‌های غنی، ترکیباتی (Hydrophobic) را بوجود می‌آورند که در به تأخیر انداختن تجزیه نقش بسزایی را ایفا می‌نمایند (۲۳). لیگنین و نیتروژن ازجمله ترکیبات شیمیایی هستند که در فرایند تجزیه نقش تأخیری دارند (۷). از این‌رو این مسئله می-تواند به لحاظ ظرفیت بالقوه لاشبرگ‌ها در تشکیل افق هوموس حائز اهمیت باشد. کارآمدترین تخریب‌کننده لیگنین و اسیدهای هومیک، قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید هستند (۱۸،۱۷). بیشتر این قارچ‌ها تولید پراکسیدازمنگنز یا سایر پراکسیدازها می‌کنند (۱۹،۱۷) و بیشتر گونه‌هایی که تولید پراکسیدازمنگنز می‌کنند توانایی تخریب لیگنین و اسیدهای هومیک را دارند (۲۵،۱۷). برگ و همکاران (۹) دریافتند که در مراحل آخر تجزیه، غلظت منگنز لاشبرگ با نرخ از دست‌دهی سالیانه ماده آلی

Archive of SID

www.SID.ir

لاشبرگ ارتباط مثبتی دارد. غلظت‌های اولیه بالای منگنز منجر به حد نهایی بالای تجزیه لاشبرگ می‌شوند (۵). این ارتباط مستقیم ممکن است در نتیجه توانایی غلظت‌های بالای منگنز در تجزیه بیشتر، قبل از اینکه اجزاء مقاوم در برابر تجزیه افزایش یابند، باشد (۴). برگ (۲) یک همبستگی معنی‌دار و مثبت بین حد نهایی تجزیه و غلظت کلسیم را در سوزن‌های نوئل گزارش کرد، این چنین همبستگی توسط داوی و همکاران (۱۲) نیز در مورد لاشبرگ بلوط گزارش گردید. کلسیم رویش گونه‌های قارچی عامل پوسیدگی سفید را پشتیبانی می‌کند (۲۱). در ارتباط با کلسیم اینگونه نتیجه‌گیری می‌شود که غلظت‌های بالای کلسیم ممکن است که تجمع هوموس را کاهش دهند و این امر منجر به افزایش حد نهایی تجزیه لاشبرگ-ها می‌گردد (۸). مطابق با نتایج برگ (۲)، ارتباط موجود بین نیتروژن و حد نهایی تجزیه نسبت به ارتباط منگنز، در سطح ضعیفی قرار داشت. برگ و همکاران (۴) اظهار داشتند که در سوزن‌های قهوه‌ای، نیتروژن هیچ ارتباطی با حد نهایی تجزیه نداشت. بنابراین، امکان دارد که در برخی موارد اثر نیتروژن در حد نهایی تجزیه پایین‌تر از منگنز باشد.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت که خود گونه-ها با تولید لاشبرگ‌هایی که از نظر ترکیبات شیمیایی متفاوت هستند، باعث ایجاد تغییراتی در حد نهایی تجزیه و در نتیجه تجمع هوموس در کف جنگل می‌شوند. در واقع تجمع مواد آلی خاک بستگی به اهمیت و مقدار حد نهایی تجزیه و همچنین میزان خزان لاشبرگ‌ها دارد. غلظت‌های لیگنین و نیتروژن با آثار تأخیری در نرخ تجزیه لاشبرگ‌ها، نقش بسزایی در این زمینه دارند. حد نهایی تجزیه سوزن‌های نوئل در رویشگاه‌های ضعیف و خالص پایین است. عموما در چنین رویشگاه‌هایی، کیفیت شیمیایی لاشبرگ، تعیین‌کننده اصلی حد نهایی تجزیه است و تجمع مواد ارگانیک خاک نه تنها از منظر ترکیب شیمیایی لاشبرگ بلکه از نظر متفاوت بودن خاک رویشگاه‌ها نیز از نظر عناصرغذایی و فلزات سنگین قابل بحث است.

منابع

1- Abaye, D.A., Brookes, P.C., 2006. Relative importance of substrate type and previous soil management in synthesis of microbial biomass and substrate mineralization, Eur. J. Soil Sci. 57: 179-189.
2- Berg, B., 2000. Initial rates and limit values for decomposition of Scots pine and Norway spruce needle litter – a synthesis for N-fertilized forest stands. Can J For Res. 30:122–135.
3- Berg, B., Berg, M., Bottner, P., Box, E., Breymeyer, A., Calvo de Anta, R., Coûteaux, M.M., Gallardo, A., Escudero, A., Kartz, W., Maderia, M., Mãlkönen, E., McClaugherty, C., Meentemeyer, V., Muńoz, F., Piussi, P., Remacle, J., Virzo de santo, A., 1993. Litter mass rates in pine forests of Europe and Eastern United States: some relationships with climate and litter quality. Biogeochmistry. 20: 127-159.
4- Berg, B., Davey, M.P., De Marco, A., Emmett, B., Faituri, M., Hobbie, S.E., Johansson, M.B., Liu, C., McClaugherty, C., Norell, L., Rutigliano, F.A., Vesterdal, L., Virzo De santo, A., 2009. Factors influencing limit values for pine needle litter decomposition: a synthesis for boreal and temperate pine forest systems. Biogeochemistry. 100:57-73.
5- Berg, B., Ekbohm, G., Johansson, M.B., McClaugherty, C., Rutigliano, F. A., De Santo, A., 1996. Maximum decomposition limits of forest litter types: a synthesis.
6- Berg, B., Lundmark, J.E., 1987. Decomposition of needle litter in lodgepole pine and Scots pine monocultures – a comparis on. Scand J For Res. 2:3–12.
7- Berg, B., Matzner, E., 1997. The effect of N deposition on the mineralization of C from plant litter and humus. Environ Rev. 5:1–25.
8- Berg, B., McClaugherty, C., 2008. Plant litter: Decomposition, Humus Formation,Carbon Sequestration. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 338 p.
9- Berg, B., Steffen, K., McClaugherty, C., 2007. Litter decomposition rates as dependent on litter Mn concentration. Biogeochemistry. 85:29–39.
10- Blair, J.M., Parmelee, R.W., Beare, M.H., 1990. Decay rates, nitrogen fluxes, and decomposer communities of single- and mixed-species foliar litter. Ecology. 71: 1976–1985.

Archive of SID

www.SID.ir

11- Bremner, J.M and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-Total. In: Page, A.L.,Miller, R.H.,Keeney,D.R.(Eds), Methods of Soil Analysis. Part2. Chemical and Microbiological Properties. ASA,SSSA,Madison, WI, pp, 595-624.
12- Davey, M., Berg, B., Emmett, B., Rowland, P., 2007. Controls of foliar litter decomposition and implications for C sequestration in oak woodlands. Can J Bot. 85:16–24.
13- Eriksson, K-E., Blanchette, RA., Ander, P., 1990. Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components. Springer Series in Wood Science. Springer Verlag, Berlin. 407 pp.
14- Fogel, R., Cromack., K. 1977. Effect of habitat and substrate quality on Douglas fir litter decomposition in western Oregon. Can J Bot. 55:1632–1640.
15- Fuqiang, S., Xiaoxu, F., Ruiqing, S., 2010. Review of mixed forest litter decomposition researches. Acta Ecologica Sinica. 30: 221–225.
16- Goering, HK., Van Soest, PJ., 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA Agricultural Handbook No. 379.
17- Hatakka, A., 2001. Biodegradation of lignin. In: Hofman M, Stein A (eds) Biopolymers vol 1.Lignin, humic substances and coal. Wiley, Weinheim, pp 129–180.
18- Hintikka, V., 1970. Studies on white-rot humus formed by higher fungi in forest soils. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 69:2.
19- Hofrichter, M., 2002. Review: Lignin conversion by manganese peroxidase (MnP). Enzyme Microb Technol. 30:454–466.
20- 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. J.Assoc.Agri.chem. 58-436.
21- Lindeberg, G., 1944. Ueber die Physiologic ligninabbauender Boden hymenomyzeten. ymb. Bot. Upsal. VIII(2), 183 pp.
22- Nömmik, H., Vahtras, K., 1982. Retention and fixation of ammonium and ammonia in soils. In: Stevenson FJ (ed) Nitrogen in agricultural soils. Agronomy Society of America, Madison, WI, pp123–171.
23- Piccolo, A., Spaccini, R., Haberhauer, G., Gerzabek, MH., 1999. Increased sequestration of organic carbon in soil by hydrophobic protection. Naturwissenschaften. 86:496–499.
24- 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. 253:11-18.
25- Steffen, K.T., Hofrichter, M., Hatakka, A., 2000. Mineralisation of 14C-labelled synthetic lignin and ligninolytic enzyme activities of litter-decomposing basidiomycetous fungi. Appl Microbiol Biotechnol. 54:819–825.
26- Stevenson, F.J., 1982. Humus chemistry. Genesis, composition, reactions. Wiley, New York. 443 pp.
27- Virzo De Santo, A., De Marco, A., Fierro, A., Berg, B., Rutigliano, F.A., 2009. Factors regulating litter mass and lignin degradation in late decomposition stages. Plant and Soil. 318:217-228.
28- Wardle, D. A., Nilsson, M., Zackrisson, O., Gallet, C., 2003. Determinants of litter mixing effects in a Swedish boreal forest. Soil Biology and Biochemistry.35: 827-835.

Archive of SID

www.SID.ir

Limit values of decomposition of Norway spruce *(Picea abies* (L) Karst) needles in both pure and mixed with leaf litter of Beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Caucasian Alder (*Alnus subcordata* C.A.Meyer) and Velvet Maple (*Acer velutinum* Boiss.) in pure Norway spruce plantation of Lajim Region.

Aghbash F.Gh.[1], Jalali Gh.A.[2], V.Hosseini[3] and M.Hosseini[2]

[1] **Natural Resource & Environment Faculty, Malayer University, Malayer, I.R. of Iran**

[2] **Forestry and Marine Science Faculty, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. of Iran**

[3] **Natural Resource Faculty, Ferdowsi University, Mashhad, I.R. of Iran**

Abstract

The leaf litter decomposition dynamics of four types of leaf litters including Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Caucasian Alder (*Alnus subcordata* C.A.Meyer), Velvet Maple (*Acer velutinum* Boiss.) and Norway spruce (*Picea abies* (L) Karst) was studied for 400 days at pure Norway spruce plantation using litterbag method in Lajim Region. In this study limit values of Norway spruce needles were calculated in both pure and mixed mode. The finding of this study showed that limit values of decomposition varied in litter types and it was the least (0.43) in Caucasian Alder leaf litters with highest initial Nitrogen concentration. The results showed that mixing leaf litters with Norway spruce needles significantly had a positive effect on Norway spruce needles decomposition rate. In addition, Norway spruce needles have the least limit values (56.66) in pure mode. Among mixed modes, Norway spruce needles mixed with Oriental Beech leaf litters showed the highest limit value rate (95.33).

Key words: Leaf litter decomposition, Initial nutrient concentrations, Lignin, Nitrogen, Manganese.

Archive of SID

www.SID.ir