Archive of SID

پویایی ترکیبات شیمیایی تاج‌بارش توده‌های طبیعی راش شرقی و دست‌کاشت پیسه‌آ در دوره برگدار

پریسا عباسیان[۱]، پدرام عطارد[۲]*، سید محمد حجتی[۳] و سید محمدمعین صادقی[۱]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
[۲]دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
[۳]استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۸؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۲/۱۶)

چکیده

این مطالعه به‌منظور مقایسهٔ اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC) و غلظت ترکیبات شیمیایی تاج‌بارش (نیترات، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) در توده‌های طبیعی راش شرقی (*Fagus orientalis* Lipsky) و دست‌کاشت پیسه‌آ (*Picea abies*) در منطقه کلاردشت، استان مازندران صورت گرفت. جمع‌آوری نمونه‌های تاج‌بارش و باران به‌مدت سه ماه (مرداد، شهریور و مهر ۱۳۹۱) انجام گرفت. به‌منظور نمونه‌گیری از تاج‌بارش و باران، به‌ترتیب ۲۰ عدد جمع‌آوری‌کننده در زیر هر توده و چهار در فضای باز نصب شد. نتایج آزمون دانکن نشان داد که مقدار متوسط pH در سطح ۹۵ درصد در توده‌های مختلف دارای تفاوت نیست، درصورتی که متوسط EC در توده‌های مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌داری است. متوسط غلظت نیترات در باران (۶/۵۰ میلی‌گرم در لیتر) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تاج‌بارش تودهٔ راش شرقی (۳/۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و متوسط غلظت عنصر فسفر در تاج‌بارش تودهٔ راش شرقی (۱۱/۰۸ میلی‌گرم در لیتر) به‌طور معنی‌داری بیشتر از باران (۵/۸۰ میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد. همچنین متوسط غلظت عناصر پتاسیم و کلسیم در توده پیسه‌آ (به‌ترتیب ۱۳/۴۳ و ۰/۹۴ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر از تودهٔ راش شرقی (به‌ترتیب ۶/۷۸ و ۰/۴۹میلی‌گرم در لیتر) و باران (به‌ترتیب ۳/۱۸ و ۰/۳۷ میلی‌گرم در لیتر) به‌دست آمد. متوسط ورود تمام مواد غذایی مورد مطالعه در هر رخداد باران به‌جز عنصر کلسیم در توده‌های مورد مطالعه و باران دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد بودند. متوسط غنای تمام یون‌های مورد بررسی به‌جز کلسیم در توده‌های مورد بررسی در سطح ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. آگاهی از مقدار ورود مواد غذایی که از طریق تاج‌بارش وارد اکوسیستم‌های جنگلی می‌شوند، در اتخاذ شیوه‌های صحیح مدیریتی و نیز انتخاب گونهٔ مناسب در امر جنگلکاری توده‌های مخروبهٔ ناحیهٔ خزری، ضروری است.

واژه‌های کلیدی: تودهٔ مخروبه، جنگلکاری، مواد غذایی، ناحیهٔ خزری.

* نویسندهٔ مسئول شماره تماس: ۰۲۶۳۲۲۴۹۳۱۲ ایمیل: attarod@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و هدف

در اکوسیستم جنگل، رابطهٔ نزدیکی بین چرخهٔ هیدرولوژی و عناصر شیمیایی وجود دارد. باران نه‌تنها منبع مهمی برای ورود مواد غذایی به اکوسیستم جنگل است، بلکه تأثیر به‌سزایی در انتقال مواد از تاج به لاشبرگ و سپس به خاک دارد. ترکیبات شیمیایی آب باران قبل از رسیدن به کف جنگل توسط هواسپهر و تاج‌پوشش درختان تغییر می‌کند (Rauch and Pacyna, 2009). این تغییرات مسیری مهم در پویایی مواد غذایی در جنگل به‌شمار می‌روند (Parker, 1983). در واقع اولین تغییرات پس از برخورد با تاج درختان رخ می‌دهد. شاخوبرگ درختان بعضی از عناصر موجود در باران را جذب می‌کنند، بنابراین غلظت آنها در تاجبارش کاهش می‌یابد. گاهی نیز غلظت بعضی از عناصر به‌واسطهٔ ترشح یا شسته شدن آنها از سطح برگ افزایش پیدا می‌کند (Li *et al*., 1994; Prakasa Rao *et al*., 1995; Chen *et al*., 1998; Chiwa *et al*., 2004; Zeng *et al*., 2005). بخش اصلی این ترکیبات از طریق تاجبارش و قسمت اندکی از آن از طریق ساقاب به کف جنگل می‌رسد (Douglas *et al*., 1988).

ساختار تاج و مورفولوژی برگ گونه‌های مختلف، تعیین‌کنندهٔ نحوهٔ پراکنش بارندگی، مقدار آب و نوع عناصر غذایی است که به سطح زیرین گیاهان چوبی می‌رسد (Carlyle-Moses, 2004). به‌طور کلی ترکیب شیمیایی موجود در تاجبارش پس از عبور از میان تاج پوشش جنگل به‌دلیل سه فرایند اصلی دچار تغییر می‌شود (Parker, 1983):

۱- تجمع مواد در هوا سپهر روی سطح شاخوبرگ درختان، ۲- ترشح مواد از داخل بافت‌های گیاهان به سطح بیرونی شاخوبرگ درختان و ۳- جذب عناصر شیمیایی به‌وسیله شاخوبرگ درختان (بافت‌های گیاهی).

ورود عناصر از طریق تاجبارش به سطح جنگل به‌علت اینکه عناصر به‌طور مستقیم و به‌سرعت در اختیار موجودات زنده قرار می‌گیرد و نیازی به معدنی شدن آنها از طریق فرآیندهای مربوط نیست، اهمیت زیادی دارد (Eaton *et al*., 1973). درواقع سرعت بازگشت عناصر غذایی از مهم‌ترین عوامل در جهت پایداری اکوسیستم‌هاست (Brasell *et al*., 1980). نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم از مهم‌ترین عناصر مورد نیاز درختان جنگل است که به‌شکل‌های مختلف از جمله تجزیهٔ کانی‌ها و بقایای درختان و آبشویی بخش‌های مختلف گیاهان توسط باران به خاک وارد می‌شوند (Eaton *et al*., 1973). با توجه به روند تخریب جنگل‌های طبیعی شمال کشور و نیاز روزافزون به محصولات چوبی، از دههٔ ۱۳۴۰، به‌منظور بازسازی عرصه‌های تخریب‌یافته هرساله ۳۰ تا ۴۰ هزار هکتار عملیات جنگل‌کاری و احیای جنگل‌ها توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور انجام می‌گیرد (Tabari and Pourmajidian, 2001). برای دستیابی به این مقصود، اولین جنگلکاری‌ها با گونه‌های پهن‌برگ بومی و تعدادی از گونه‌های سوزنی‌برگ غیربومی در مناطق مختلف کشور، در سطوح کوچک آغاز شد (پورعطایی، ۱۳۵۳). در این راستا در سال ۱۳۴۳، در شهرستان کلاردشت به کاشت نهال پیسه‌آ (*Picea abies*) با مبدأ بذر یوگسلاوی در جنگل‌های مخروبهٔ راش - ممرز اقدام شد (پورمجیدیان، ۱۳۷۰).

با توجه به اهمیت جنگل‌های راش شرقی (*Fagus orientalis*) و تأثیر جنگل‌کاری بر اکوسیستم و شرایط اکولوژیک، تحقیق حاضر به‌منظور اندازه‌گیری و مقایسهٔ مقادیر ترکیبات شیمیایی موجود در تاجبارش (نیترات No_3^-، فسفر P، پتاسیم K^+، کلسیم Ca^{2+} و منیزیم Mg^{2+}) در دو تودهٔ طبیعی راش شرقی و تودهٔ دست‌کاشت پیسه‌آ در کلاردشت صورت گرفت. در واقع اطلاعات جریان مواد غذایی در اکوسیستم‌های جنگلی مختلف، به شناخت بیشتر شرایط اکولوژیک منطقه منجر می‌شود و از این طریق می‌توان اطلاعات بنیادی را برای مدیریت جنگل اتخاذ کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مطالعه

به‌منظور اجرای این پژوهش، دو تودهٔ مخروبه راش شرقی و دست‌کاشت پیسه‌آ واقع در ارتفاع ۱۳۲۰ متر با مساحت ۰/۵ هکتار، در منطقهٔ کلاردشت، ۴۵ کیلومتری جنوب‌غربی شهرستان چالوس انتخاب شد (شکل ۱). درختان راش شرقی و پیسه‌آ به‌ترتیب دارای ۱۹۶ و ۷۰۱ اصله درخت در هکتارند. میانگین قطر برابر سینه (خطای معیار ±) ۹۲/۵ (۱۴/۶±) و ۲۸ (۶/۲±) سانتی‌متر و متوسط ارتفاع درختان راش شرقی و پیسه‌آ به‌ترتیب ۹/۵ (۲/۹±) و ۲۰/۲ (۳/۴±) متر اندازه‌گیری شد.

شکل ۱- جنگل مخروبهٔ راش شرقی (سمت راست) و دست‌کاشت پیسه‌آ (سمت چپ) در ناحیهٔ خزری، شهرستان چالوس، منطقهٔ کلاردشت

اقلیم منطقه

مطابق آمار آب‌وهوایی بیست‌ویک ساله (۱۳۹۰-۱۳۷۰) ایستگاه هواشناسی نهالستان کلاردشت (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۵۰ متر)، میانگین دمای گرم‌ترین ماه سال (مرداد) ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین دمای سردترین ماه سال (بهمن) ۰/۸ درجهٔ سانتی‌گراد است. میانگین دمای سالیانه این منطقه ۱۵/۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌دست آمد. همچنین براساس طبقه‌بندی آمبرژه، کلاردشت دارای اقلیم نیمه‌مرطوب ارتفاعات فوقانی (m = -۸/۲ و Q= ۳۹/۶) است.

نمونه‌گیری باران و تاج‌بارش

نمونه‌گیری مربوط به باران و تاج‌بارش از اول مرداد ۱۳۹۱ تا اواخر مهر ۱۳۹۱ در خلال دوره برگدار انجام گرفت. به‌منظور نمونه‌گیری و اندازه‌گیری حجم باران و تاج‌بارش، به‌ترتیب چهار عدد جمع‌آوری‌کننده در فضای باز و ۲۰ عدد جمع‌آوری‌کننده در زیر هر توده (قطر دهانهٔ ۸ سانتی‌متر) نصب شد. پس از هر بار نمونه‌گیری، جمع‌آوری کننده‌ها با آب مقطر تمیز شسته شده و دوباره در جای خود قرار داده شدند. پس از اتمام دورهٔ نمونه‌گیری، نمونه‌های جمع‌آوری‌شده به‌صورت ماهانه و در هر توده به‌صورت مجزا با یکدیگر تلفیق شدند، به‌طوری‌که در هر ماه، چهار نمونه به حجم ۱۲۰ سی‌سی از هر توده (نمونه‌های تاج بارش) و چهار نمونهٔ ۱۲۰ سی‌سی از فضای باز (نمونه‌های باران) تهیه شد. در طول دورهٔ اندازه‌گیری،

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌ها درون یخچال و در دمای چهار درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند.

در آزمایشگاه مقدار اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی (EC) نمونه‌ها با استفاده از pH متر و EC متر قرائت شد. مقدار نیترات موجود در نمونه‌های تاج‌بارش و باران با استفاده از روش متداول کجلدال توسط دستگاه کجلدتگ (Thermo Fisher, Germany)، عنصر فسفر با کمک دستگاه اسپکتروفوتومتر (SQ-2800, US) و عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم با استفاده از دستگاه فلیم‌فوتومتر (Jenway pf7, UK) اندازه‌گیری شد.

به‌منظور محاسبهٔ ورود[1] یون‌های مورد مطالعه در هر باران در طول دورهٔ تحقیق از رابطهٔ ۱ استفاده شد (Drápelová, 2013).

رابطهٔ ۱

حجم تاج‌بارش × غلظت یون در تاج‌بارش = ورود یون

پس از اندازه‌گیری غلظت یون‌های یادشده، غنای[2] یون‌های موجود در تاج‌بارش نیز برای هر توده در طول دورهٔ تحقیق به‌صورت مجزا با استفاده از رابطهٔ ۲ محاسبه شد (Ashagrie and Zech, 2010).

رابطهٔ ۲

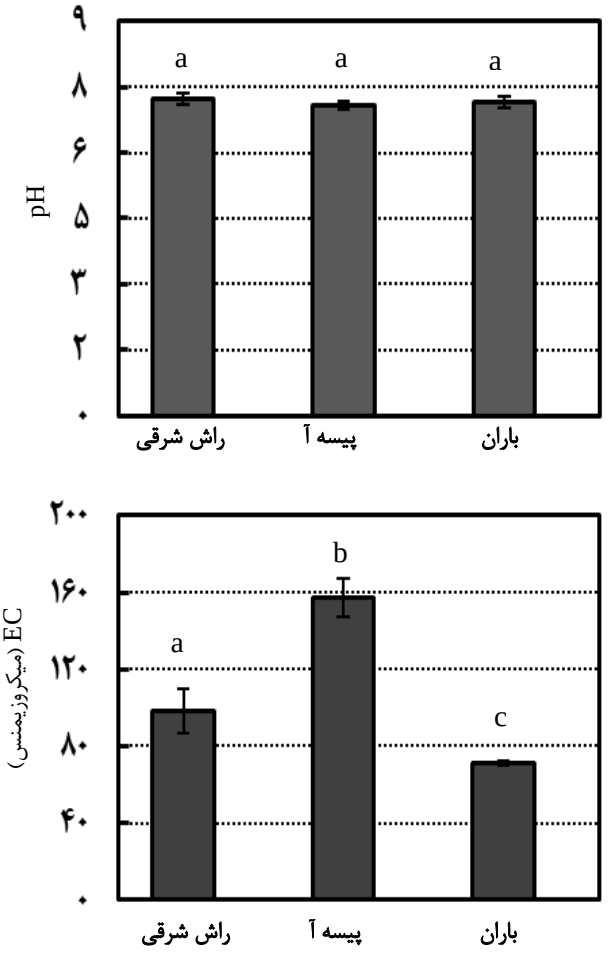
غلظت عنصر در باران / غلظت عنصر در تاج‌بارش = غنا

مقایسه آماری داده‌های pH، EC و نیز غلظت و ورود یون‌های No_3^-، P، K^+، Ca^{2+} و Mg^{2+} در تاج‌بارش توده‌ها، با استفاده از آزمون دانکن و نرم‌افزار SPSS (Ver. 16) انجام گرفت. مقدار غنای یون‌ها نیز در دو تودهٔ مورد مطالعه با استفاده از آزمون t استیودنت بررسی شد.

نتایج

اسیدیته و هدایت الکتریکی

نتایج آزمون دانکن نشان داد که مقادیر متوسط pH در توده‌های راش شرقی و پیسه‌آ و باران دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد نیست، حال آنکه مقدار EC در توده‌ها دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر و باران است (شکل ۲).



شکل ۲- متوسط pH و EC (میکروزیمنس) تاج‌بارش توده‌های طبیعی راش شرقی و دست‌کاشت پیسه‌آ در طول دورهٔ تحقیق در منطقهٔ کلاردشت (بارها نشان‌دهندهٔ خطای معیار است). حروف لاتین غیرمشابه نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین توده‌ها و باران در سطح ۹۵ درصد با کمک آزمون دانکن است.

[1] Input flux
[2] Enrichment

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت مواد غذایی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که مقدار متوسط غلظت نیترات و فسفر در طول سه ماه مطالعه، در تودهٔ راش شرقی و باران دارای تفاوت معنی‌دار است، به‌طوری‌که غلظت نیترات در باران (۶/۵۰ میلی‌گرم در لیتر) به‌طور معنی‌داری بیشتر از راش شرقی (۳/۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و غلظت عنصر فسفر در تودهٔ راش شرقی (۱۱/۰۸ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر از باران (۵/۸۰ میلی‌گرم در لیتر) به‌دست آمد. مقدار متوسط غلظت عناصر پتاسیم و کلسیم در توده پیسه‌آ (به‌ترتیب ۱۳/۴۳ و ۰/۹۴ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر از تودهٔ راش شرقی (به‌ترتیب ۶/۷۸ و ۰/۴۹ میلی‌گرم در لیتر) و باران (به‌ترتیب ۳/۱۸ و ۰/۳۷ میلی‌گرم در لیتر) نشان داده شد، درصورتی‌که مقدار متوسط منیزیم در توده‌های راش شرقی، پیسه‌آ و باران تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (شکل ۳).

ورود و غنای مواد غذایی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که متوسط ورود یون‌های نیترات، فسفر، پتاسیم و منیزیم در توده‌های راش‌شرقی و پیسه‌آ با باران دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است، ولی مقدار ورود کلسیم در توده‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۱).

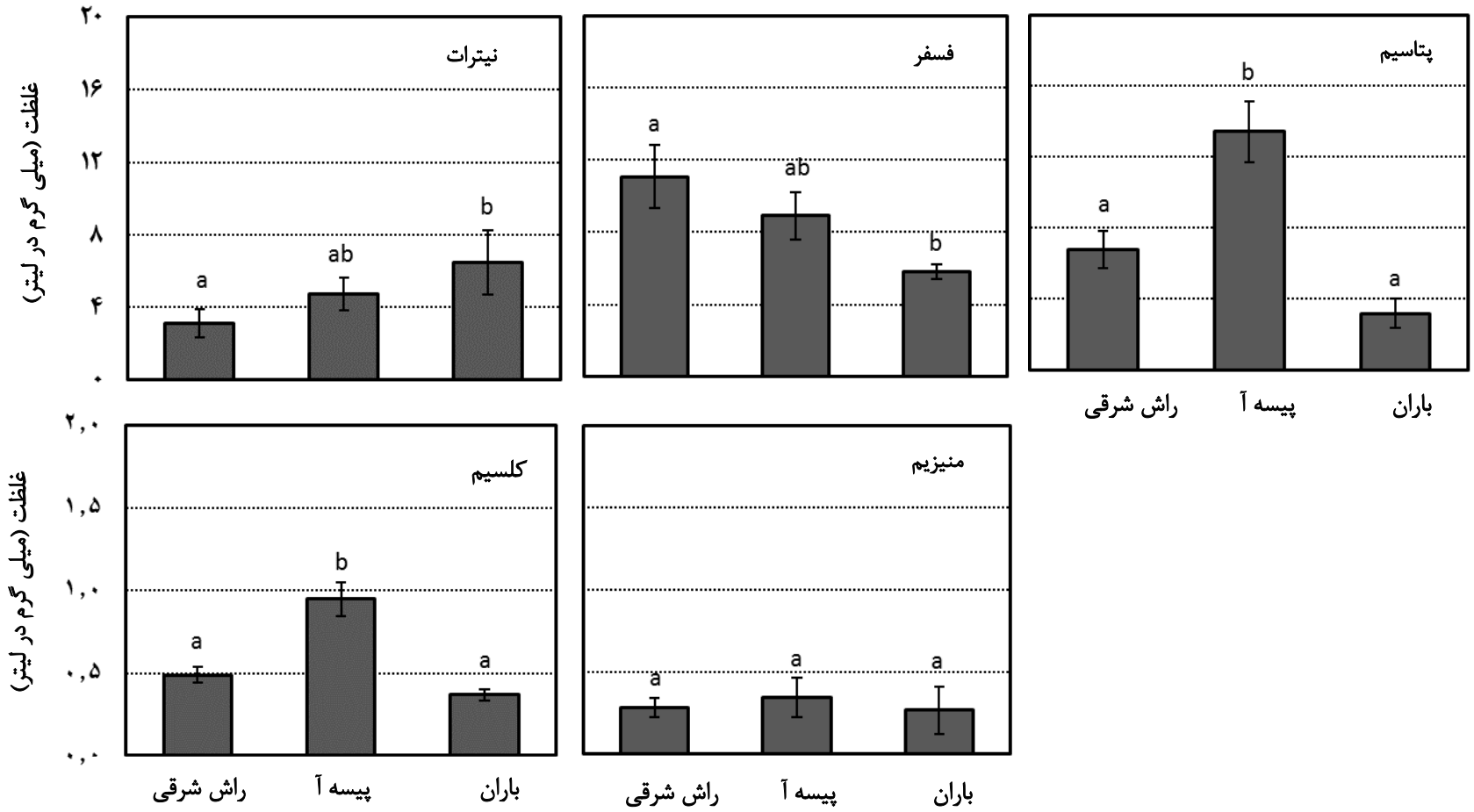
همچنین در این پژوهش، غنای مواد غذایی در دو تودهٔ راش شرقی و پیسه‌آ بررسی شد. نتایج آزمون t نشان داد که مقدار غنای نیترات، فسفر، پتاسیم و منیزیم در توده‌های مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند، درصورتی که مقدار غنای کلسیم در تودهٔ پیسه‌آ به‌طور معنی‌داری بیشتر از راش شرقی به‌دست آمد (شکل ۴).

جدول ۱- متوسط ورود یون‌های نیترات، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم (میلی‌گرم در مترمربع) از طریق تاج‌بارش توده‌های طبیعی راش شرقی و دست‌کاشت پیسه‌آ و باران در هر رخداد بارندگی در ماه مرداد تا مهر ۱۳۹۱ در منطقهٔ کلاردشت. (اعداد داخل کروشه نشان‌دهندهٔ خطای معیار است). حروف لاتین غیرمشابه نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

یون	مقدار ورود یون‌ها در هر رخداد باران		
	توده راش شرقی (میلی‌گرم/ مترمربع)	توده پیسه‌آ (میلی‌گرم/ مترمربع)	باران (میلی‌گرم/ مترمربع)
نیترات	۸۱/۳ [۱۹/۹] a	۸۵/۳ [۱۶/۱] a	۲۳۳/۵ [۵۴/۸] b
فسفر	۲۸۸/۴ [۴۵/۱] b	۱۶۰/۵ [۲۳/۶] a	۲۰۹ [۱۴/۶] ab
پتاسیم	۱۷۶/۵ [۲۷/۶] ab	۲۴۱/۷ [۳۰/۹] b	۱۱۴/۸ [۲۹] a
کلسیم	۱۲/۷ [۱/۳] a	۱۷/۱ [۱/۹] a	۱۳/۴ [۱/۲] a
منیزیم	۷/۴ [۱/۱] ab	۶/۲ [۰/۹] a	۹/۸ [۱] b

www.SID.ir

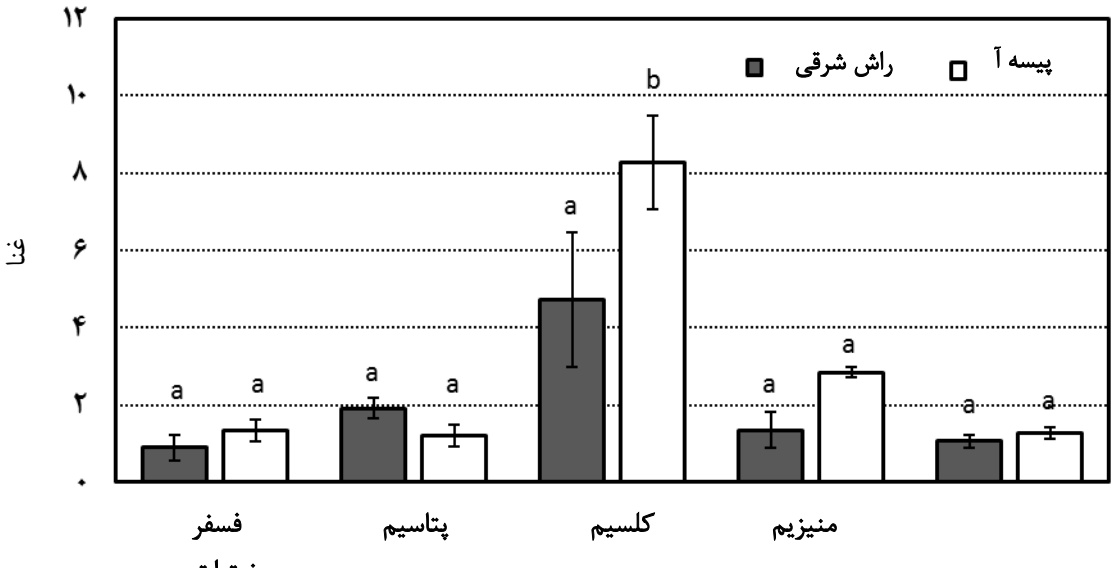
Archive of SID



شکل ۳- متوسط غلظت یون‌های نیترات، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در تاج بارش توده‌های راش و پیسه‌آ و باران در دورهٔ تحقیق (مرداد تا مهر ۱۳۹۱) در منطقهٔ کلاردشت (بارها نشان‌دهندهٔ خطای معیار است). حروف لاتین غیرمشابه نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین توده‌ها در سطح ۵ درصد با بهره‌گیری از آزمون دانکن است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- متوسط غنای یون‌های نیترات، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در توده‌های طبیعی راش شرقی و دست‌کاشت پیسه‌آ در طول دورهٔ مورد مطالعه در منطقهٔ کلاردشت

بحث

با تغییر در ترکیب گونه‌ای توده‌ها مانند جنگلکاری با گونه‌های غیر بومی، ترکیب پوشش کف جنگل (Möttönen *et al*., 1999)، pH، EC و ترکیب شیمیایی تاج‌بارش و در نتیجه خاک جنگل (Douglas *et al*., 1988; Rodrigo and Avila, 2002; Jung *et al*., 2011) تغییر می‌کند. نتایج این بررسی نشان داد که مقدار متوسط هدایت الکتریکی در دورهٔ تحقیق در توده‌های راش شرقی و پیسه‌آ به‌طور معنی‌داری بیشتر از باران است. مرور منابع نیز نشان می‌دهد که هدایت الکتریکی باران با عبور از تاج‌پوشش افزایش می‌یابد (Polkowska *et al*., 2005; Wang *et al*., 2006). دلیل این امر را می‌توان به جمع شدن گرد و خاک و عناصر افزایندهٔ EC همچون سدیم روی شاخ‌وبرگ درختان یا ترشح چنین موادی از بافت‌های داخلی درخت نسبت داد (Chiwa *et al*., 2004). همچنین مقادیر pH و EC تاج‌بارش بستگی زیادی به نوع گونه، تراکم تاج‌پوشش، سن درختان، مقدار باران و جهت باد دارد (Polkowska *et al*., 2005). مطالعات متعدد نشان می‌دهد که بیشتر عناصر، غلظتشان به‌هنگام عبور باران از تاج‌پوشش افزایش می‌یابد (Jordan, 1982; Parker, 1983; Ling-Hao and Peng, 1998; Adriaenssens *et al*., 2012).

در این تحقیق غلظت نیترات در تاج‌بارش تودهٔ راش شرقی به‌طور معنی‌داری کمتر از باران مشاهده شد. برخی منابع نشان می‌دهند که کاهش غلظت نیترات در تاج‌بارش می‌تواند مرتبط به جذب آن توسط تاج باشد (Fan and Hong, 2001). همچنین در این تحقیق غلظت عنصر فسفر در تودهٔ راش شرقی به‌طور معنی‌داری بیشتر از باران اندازه‌گیری شد. Rodrigo و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که غلظت فسفر بعد از عبور باران از تاج‌پوشش تودهٔ بلوط-ممرز افزایش می‌یابد. افزایش غلظت فسفر در تاج‌بارش به دلیل فرایند آبشویی است. Ashagrie and Zech (2010) و Bhat *et al*. (2011) نیز در تحقیقات خود بیان کردند

www.SID.ir

Archive of SID

که غلظت عنصر فسفر در تاج‌بارش بیشتر از غلظت آن در باران است.

متوسط غلظت پتاسیم در دورهٔ تحقیق در تاج‌بارش تودهٔ پیسه‌آ به‌طور معنی‌داری بیشتر از تودهٔ راش شرقی و باران بود. دیگر پژوهش‌ها نیز نتیجه مشابه با این تحقیق را نشان می‌دهند (Parker, 1983; Rodrigo *et al*., 2003; Staelens *et al*., 2007; Adriaenssens *et al*., 2011). همهٔ پژوهش‌های یادشده دلیل افزایش غلظت پتاسیم در تاج‌بارش را فرایند آبشویی از سطح تاج درختان می‌دانند، بنابراین با وقوع باران، شاهد افزایش غلظت یون پتاسیم در تاج‌بارش توده خواهیم بود و از طرفی، سرعت تبادل یونی در پیسه‌آ بیشتر از گونهٔ پهن‌برگ راش اروپایی است (Staelens *et al*., 2007; Adriaenssens *et al*., 2012). همچنین دلیل بیشتر بودن غلظت یون پتاسیم و کلسیم در تاج‌بارش پیسه‌آ نسبت به تاج‌بارش راش شرقی در این است که شاخص سطح برگ پیسه‌آ بیشتر از راش شرقی بوده، بنابراین تاج‌پوشش پیسه‌آ با داشتن سطح بزرگ‌تر، بیشتر در معرض فرایند آبشویی قرار می‌گیرد و در نتیجه غلظت کاتیون‌های پتاسیم و کلسیم در تاج‌بارش آن بیشتر است (De Schrijver *et al*., 2007).

نتایج این بررسی نشان داد که ورود عناصر شیمیایی از طریق تاج‌بارش به خاک جنگل در توده‌های راش شرقی، پیسه‌آ و باران متفاوت است. مهم‌ترین دلیل تفاوت در مقدار ورود عناصر مربوط به تفاوت در مقدار تاج‌بارش در توده‌های مختلف است (Ashagrie and Zech, 2010). همچنین عواملی از جمله جذب عناصر توسط تاج، مساحت تاج و قابلیت آبشویی آنها از برگ و شاخه نیز بر مقدار ورود عناصر غذایی مؤثرند (Parker, 1983; Lindberg *et al*., 1986). علت تفاوت در نتایج این تحقیق با سایر تحقیقات انجام‌گرفته در این زمینه را می‌توان تفاوت در خصوصیات تاج‌بارش و میزان در دسترس بودن عناصر از طریق بارش بیان کرد (Parker, 1983; Ashagrie and Zech, 2010). در واقع هر چقدر مقدار و شدت بارش بیشتر باشد، ورود عناصر غذایی بیشتر است (Schrumpf, 2004). بازگشت عناصر غذایی به‌واسطهٔ محلول بودن، دسترسی آسان و قابلیت جذب سریع عناصر برای درختان و موجودات خاک‌زی بسیار مهم است. ورود مواد از طریق تاج‌بارش به خاک، به افزایش مواد غذایی محلول در خاک می‌انجامد و عامل مهمی در کاهش رقابت و افزایش بازده محصول می‌شود. همچنین نوع گونهٔ درختی بر مقدار ورودی عناصر هواسپهر تأثیر می‌گذارد. کاشت گونه‌های جدید در یک منطقه (اعم از بومی یا غیر بومی) علاوه بر تغییر در کمیت باران رسیده به کف جنگل، به تغییر در کیفیت آن منجر می‌شود و ترکیب شیمیایی باران را تغییر می‌دهد. بنابراین مطالعهٔ تأثیر گونه‌های مختلف و به‌ویژه غیربومی بر کیفیت تاج‌بارش می‌تواند در جهت مدیریت بهتر جنگل و انتخاب گونه‌های مناسب در راستای جنگلکاری و احیای جنگل مؤثر باشد. ضمن اینکه، دانش و آگاهی در مورد ترکیبات شیمیایی تاج‌بارش و تأثیر جنگلکاری‌ها بر این ترکیبات شیمیایی، به ارزیابی پایداری اکوسیستم‌های جنگلی کمک شایان توجهی می‌کند.

منابع

پورعطایی، مهدی، ۱۳۵۳. جنگل‌کاری، تولید نهال و پارک‌سازی، نشریهٔ سازمان‌جنگل‌ها و مراتع کشور، دفتر جنگل‌کاری و پارک‌ها، چالوس، ۴۳ ص.

پورمجیدیان، محمدرضا، ۱۳۷۰. تحقیق پیرامون نتایج حاصل از جنگلکاری *Picea abies* در منطقه کلاردشت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشتهٔ جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۶۲ ص.

www.SID.ir

Archive of SID

Adriaenssens, S., K. Hansen, J. Staelens, K. Wuyts, A. De Schrijver, L. Baeten, P. Boeckx, R. Samson, and K. Verheyen, 2012. Throughfall deposition and canopy exchange processes along a vertical gradient within the canopy of beech (*Fagus sylvatica* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L.), *Science of the Total Environment*, 420: 168-182.

Adriaenssens, S., J. Staelens, K. Wuyts, A. De Schrijver, S. Van Wittenberghe, T. Wuytack, F. Kardel, K. Verheyen, R. Samson, and P. Boeckx, 2011. Foliar nitrogen uptake from wet deposition and the relation with leaf wettability and water storage capacity, *Water, Air, and Soil Pollution*, 219: 43-57.

Ashagrie, Y., and W. Zech, 2010. Dynamics of dissolved nutrients in forest floor leachates: comparison of a natural forest ecosystem with monoculture tree species plantations in south east Ethiopia, *Ecohydrology and Hydrobiology*, 10(2): 183-190.

Bhat, S., J.M. Jacobs, and M.L. Bryant, 2011. The chemical composition of rainfall and throughfall in five forest communities: a case study in Fort Benning, Georgia, *Water, Air, and Soil Pollution*, 218 (1-4): 323-332.

Brasell, H.M., G.L. Unwin and G.C. Stocker, 1980. The quantity, temporal distribution, and mineral- element content of litterfall in two forest types at two sites in tropical Australia, *Journal of Ecology*, 68: 123-39.

Carlyle-Moses, D.E., 2004. Throughfall, stemflow and canopy interception loss fluxes in a semi-arid Sierra Madre oriental matorral community, *Journal of Arid Environments*, 58: 180-201.

Chen, H.Y.H., K. Klinka, and R.D. Kabzems, 1998. Height growth and site index models for trembling aspen (*Populus tremuloides* Michx.) in northern British Columbia, *Forest Ecology and Management*, 103: 157-165.

Chiwa, M., A. Crossley, L.J. Sheppard, H. Sakugawa, and J.N. Cape, 2004. Throughfall chemistry and canopy interactions in a Sitka spruce plantation sprayed with six different simulated polluted mist treatments, *Environmental Pollution*, 127(1): 57-64.

De Schrijver, A., G. Geudens, L. Augusto, J. Staelens, J. Mertens, K. Wuyts, L.Gielis, and K. Verheyen, 2007. The effect of forest type on throughfall deposition and seepage flux: a review, *Oecologia*, 153(3): 663-674.

Douglas, A., A. Schaefer, A. William, and K. Richard, 1988. Factors controlling the chemical alteration of throughfall in a subalpine balsam fir canopy, *Environmental and Experimental Botany*, 3: 175-189.

Drápelová, I., 2013. Evaluation of deposition fluxes in two mountain Norway spruce stands with different densities using the extended Canopy Budget Model, *Journal of Forest Science*, 59(2): 72-86.

Eaton, J.S., G.E. Likens, and F.H. Bormann, 1973. Throughfall and stemflow chemistry in a northern hardwood forest, *Journal of Ecology*, 61: 495-508.

Fan, H.B., and W. Hong, 2001. Estimation of dry deposition and canopy exchange in Chinese fir plantations, *Forest Ecology and Management*, 147(2): 99-107.

Jordan, C.F., 1982. The nutrient balance of an Amazonian rain forest, *Ecology*, 63(3): 647-654.

Jung, K., S.X. Chang, and M.A. Arshad, 2011. Effects of canopy–deposition interaction on H^+ supply to soils in *Pinus banksiana* and *Populus tremuloides* ecosystems in the Athabasca oil sands region in Alberta, Canada, *Environmental Pollution*, 159 (5): 1327-1333.

Li, L.H., P. Lin, J.Y. He, and C.S. Jin, 1994. Review on the study of forest precipitation chemistry, *Journal of Soil Water Conservation*, 8(1): 84-96.

Lindberg, S., G. Lovett, D. Richter, and D. Johnson, 1986. Atmospheric deposition and canopy interactions of major ions in a forest, *Science*, 231: 141-145.

Ling-hao, L., and L. Peng, 1998. Throughfall and stemflow nutrient depositions to soil in a subtropical evergreen broad-leaved forest in the Wuyi Mountains, *Journal of Environmental Science*, 10(4): 426-432.

www.SID.ir

Archive of SID

Möttönen, M., E. Järvinen, T.J. Hokkanen, T. Kuuluvainen, and R. Ohtonen, 1999. Spatial distribution of soil ergosterol in the organic layer of a mature Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forest, *Soil Biology and Biochemistry*, 31(4): 503-516.

Parker, G.G., 1983. Throughfall and stemflow in the forest nutrient cycle, *Advances in Ecological Research*, 13: 57-133.

Polkowska, Ż., A. Astel, B. Walna, S. Małek, K. Mędrzycka, T. Górecki, J. Siepak, and J. Namieśnik, 2005. Chemometric analysis of rainwater and throughfall at several sites in Poland, *Atmospheric Environment*, 39(5): 837-855.

Prakasa Rao, P.S., G.A. Momin, P.D. Safai, A.G. Pillai, and L.T. Khemani, 1995. Rain water and throughfall chemistry in the silent valley forest in South India, *Atmospheric Environment*, 29(16): 2025-2029.

Rauch, J.N., and M. Pacyna, 2009. Earth's global Ag, Al, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, and Zn cycles, *Global Geochemical Cycles*, 23: 1-16.

Rodrigo, A., and A. Avila, 2002. Dry deposition to the forest canopy and `surrogate surfaces in two Mediterranean holm oak forests in Montseny (NE Spain), *Water, Air and Soil Pollution*, 136: 269-288.

Rodrigo, A., A. Avila, and F. Rodà, 2003. The chemistry of precipitation, throughfall and stemflow in two holm oak (*Quercus ilex* L.) forests under a contrasted pollution environment in NE Spain, *Science of the Total Environment*, 305(1): 195-205.

Schrumpf, M., 2004. Biogeochemical investigations in old growth and disturbed forest sites at mount Kilimanjaro, Dissertation, PhD, Bayreuth University.

Staelens, J., A. De Schrijver, and K. Verheyen, 2007. Seasonal variation in throughfall and stemflow chemistry beneath a European beech (*Fagus sylvatica*) tree in relation to canopy phenology, *Canadian Journal of Forest Research*, 37(8): 1359-1372.

Tabari, M., and M.R. Pourmajidian, 2001. Influence of thinning on Atlas Cedar (*Cedrus atlantica* Manetti) in the north of Iran, International meeting on silviculture of cork oak (*Quercus suber* L.) and cedar (*Cedrus atlantica* Endl.) Rabat, Morocco, 22-25 October: 19-24.

Wang, Q.G., Y. Kang, and H.J. Liu, 2006. A method for measurement of canopy interception under sprinkler irrigation, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 132(2): 185-187.

Zeng, G.M., G. Zhang, G.H. Huang, Y.M. Jiang, and H.L. Liu, 2005. Exchange of Ca^{2+}, Mg^{2+} and K^{+} and the uptake of H^{+}, NH_4^{+} for the canopies in the subtropical forest influenced by the acid rain in Shaoshan forest located in central south China, *Plant Science*, 168(1): 259-266.

www.SID.ir

Archive of SID

Dynamics of chemical compositions of throughfall in a natural forest of *Fagus orientalis* and a *Picea abies* plantation in the leafed period

P. Abbasian[1], P. Attarod[2*], S.M. Hojjati[3], and S.M.M. Sadeghi[1]

[1]M.Sc. Student of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran
[2]Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran
[3]Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, I.R. Iran

(Received: 29 December 2013, Accepted: 6 May 2014)

Abstract

The aim of this study was to compare pH, EC, and chemical concentrations of throughfall (*TF*) (NO_3^-, P, k^+, Ca^{2+}, and Mg^{2+}) in a natural stand of *Fagus orientalis* Lipsky and a plantation of *Picea abies* in Kelardasht forest, Mazandaran province, Iran. Measurements were conducted from July-2012 to October-2013. Gross rainfall *(GR)* was measured using four manual collectors in a nearby clearing, and twenty manual collectors, similar to the *GR* collectors, were located in each stand. Duncan tests suggested that there was no significant difference between pH means; however, the EC values were significantly different among *GR*, *TF* of *F. orientalis* and *TF* of *P. abies.* There was a significant difference between NO_3^- concentrations of *GR* (6.50 ppm) and *TF* of *F. orientalis* (3.10 ppm). The amount of P^+ by *F. orientalis* (11.08 ppm) was significantly higher than *cf. GR* (5.80 ppm). The concentrations of K^+ and Ca^{2+} were higher in the *TF* of *P. abies* stand, 13.43 and 0.94 ppm, respectively, *cf. TF* of *F. orientalis*, 6.78 and 0.49 ppm, respectively, and *GR* values, 3.18 and 0.37, respectively. The average inputs of all elements - except Ca^{2+}- were significantly difference between *TF* and *GR*. The average enrichment of elements -except Ca^{2+}- showed no significant changes in the *TF* of stands and *GR*. Knowledge of the inputs of nutrients to forest ecosystems is necessary for making a sound and reasonable decision in management and selecting a suitable species for reforestation in derelict areas of the Caspian forests of Iran.

Keywords: *Fagus orientalis*, Nutrient elements, *Picea abies*, Throughfall.

[*] Corresponding author Tel: +982632249312 Email: attarod@ut.ac.ir

www.SID.ir