فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۳ شماره ۱، صفحه ۳۶-۲۵، (۱۳۹۴)

خصوصیات شیمیایی تاج‌بارش و آب‌شویی پوشش کف درختان راش در دوره‌های رویش و استراحت

مریم مصلحی[1*]، هاشم حبشی[2]، فرهاد خرمالی[3]، رامین رحمانی[4] و علی‌اکبر محمدعلی‌پورملکشاه[5]

۱*- دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
پست الکترونیک: maryam.moslehi508@gmail.com
۲- استادیار گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴- دانشیار گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۵- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۷/۰۷

چکیده

تغییرات خصوصیات شیمیایی تاج‌بارش و آب‌شویی پوشش کف در دوره‌های رویش (دارای برگ) و استراحت (فاقد برگ) یکی از فرآیندهای اثرگذار بر چرخه بیوژئوشیمیایی در بوم‌سازگان‌های جنگلی به‌ویژه جنگل‌های پهن‌برگ خزان‌کننده است. این پژوهش به بررسی تغییرات خصوصیات شیمیایی تاج‌بارش و آب‌شویی پوشش کف (سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) گونه راش در دوره رویش و استراحت، در توده راش- ممرز در سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا در استان گلستان می‌پردازد. نمونه‌های تاج‌بارش و پوشش کف طی یک سال (۸۷/۱۰/۱ الی ۸۸/۱۰/۱) بعد از هر بارندگی جمع‌آوری و بررسی شد. برای بررسی تغییرات و مقایسه عناصر آب‌شویی‌شده در تاج و پوشش کف در دو دوره رویش و استراحت از آنالیز آماری تی جفتی در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. نتایج نشان داد آب‌شویی عناصر سدیم و پتاسیم در آب‌شویی تاج در دوره استراحت (۲۴/۳ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) به‌طور معنی‌داری بیشتر از دوره رویش (۱۸/۷ و ۵۲ کیلوگرم در هکتار) است. همچنین عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در آب‌شویی پوشش کف در دوره استراحت با مقادیر ۱۲/۶، ۴۲/۳ و ۸/۲ کیلوگرم در هکتار بیشتر از دوره رویش با مقادیر ۸/۶، ۲۳/۵ و شش کیلوگرم در هکتار بود. این پژوهش نشان داد که در جنگل‌های شرق هیرکانی، پوست، شاخه، برگ‌های درحال تجزیه و رسوبات اتمسفری نقش برجسته‌ای در آب‌شویی کاتیون‌ها در دوره استراحت دارند.

واژه‌های کلیدی: آب‌شویی پوشش کف، تاج‌بارش، توده آمیخته راش، دوره رویش و استراحت.

مقدمه

جنگل‌های معتدله خزان‌کننده پوشش اصلی زمین‌های بالادست رودخانه‌ها و حوزه آبریز در عرض‌های جغرافیایی میانه است (Ohte & Tokuchi, 2011)، بنابراین روابط متقابل هیدرولوژیکی و بیوژئوشیمیایی بین بارندگی و جنگل‌های معتدله خزان‌کننده اثرات قابل‌توجهی را بر بوم‌سازگان‌های درختی و هر بوم‌سازگانی که در ارتباط با آن باشد، خواهد گذاشت (Inamdar *et al.*, 2011).

Archive of SID

www.SID.ir

ترکیب شیمیایی آب باران حین عبور از تاج درخت، تحت تأثیر دو فرآیند داخلی (تبادل کاتیون‌ها با اندام‌های درخت که منبع آن عناصر غذایی است که پیش از این توسط ریشه جذب شده است) و خارجی (آب‌شویی ذرات گرد و غبار، رسوبات اتمسفری و دریایی) تغییر می‌کند (Rodrigo & Avila, 2002). در واقع آب‌شویی کاتیون‌های بازی، از یک سو با خنثی‌سازی تأثیرات اسیدی رسوبات اتمسفری (Adedeji & Gbadegesin, 2012) و از سوی دیگر با برطرف کردن نیاز غذایی پوشش گیاهی در کوتاه‌مدت (Moslehi *et al.*, 2011) منجر به پایداری و سلامت بوم‌سازگان می‌شود.

درمورد پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه پژوهش پیش‌رو، به برخی از مهمترین آنها اشاره می‌شود. Hongove و همکاران (۲۰۰۰) ترکیبات شیمیایی آب عبوری از پوشش کف گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ را در جنگل‌های نروژ بررسی و گزارش کردند که عناصر آب‌شویی شده تحت تأثیر شرایط آب و هوایی در فصول مختلف سال تغییر می‌کند. Zhang و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهش خود کاتیون‌های تاج‌بارش را در جنگل‌های شائوشان چین در دوره رویش و استراحت بررسی و گزارش کردند که مقادیر عناصر کلسیم و منیزیم در فصل استراحت بیشتر از فصل رویش و سدیم و پتاسیم در فصل رویش بیشتر از فصل استراحت است. همچنین میزان H^+ در آب باران در دوره استراحت بیشتر از دوره رویش بود. Staelens و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تغییرات فصلی خصوصیات شیمیایی تاج‌بارش در زیر درختان راش گزارش کردند که پتاسیم، کلسیم و منیزیم در تاج‌بارش در فصل رویش بیشتر و سدیم کمتر از فصل استراحت است. Staelens و همکاران (a ۲۰۰۸) تاج‌بارش راش را در بلژیک و کانادا بررسی و گزارش کردند که میزان آب‌شویی عناصر سدیم و منیزیم در بلژیک در فصل استراحت بیشتر از فصل رویش بوده است، درحالی‌که در کانادا عکس آن بود. Adriaenssens و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود به تعیین سهم مبادله تاج و رسوبات اتمسفری در کاتیون‌های آب‌شویی شده در تاج پرداخته و گزارش کردند که در فصول رویش و استراحت سهم رسوبات اتمسفری در آب‌شویی سدیم بیشتر است، اما آب‌شویی کلسیم، منیزیم و پتاسیم در فصل رویش بیشتر از طریق مبادله تاج و در فصل استراحت بیشتر از طریق رسوبات اتمسفری است. Van Stan و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تغییرات فصلی و دینامیک یون‌ها در تاج‌بارش در جنگل‌های معتدله گزارش کردند که میزان عناصر منیزیم، کلسیم و پتاسیم در تاج‌بارش در فصل رویش (دارای برگ) بیشتر از میزان آنها در فصل استراحت (فاقد برگ) است، اما میزان آب‌شویی سدیم در فصل استراحت بیشتر بود. Van Nevel و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی آب‌شویی پوشش کف بین گونه‌های مختلف، ویژگی‌های برگ، تغییرات جریان آب‌شویی در فصول مختلف و تجزیه لاشریزه (متغیر تحت تأثیر آب و هوا و خاک) را از عامل‌های مؤثر درآب‌شویی پوشش کف مطرح کردند.

کاتیون‌های بازی متشکل از سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم نقش کلیدی در پایداری جنگل دارند، زیرا کاتیون‌های مذکور از عناصر ضروری و مورد نیاز بوم‌سازگان‌های جنگلی و پوشش گیاهی می‌باشند. بنابراین آب‌شویی عناصر غذایی از تاج و پوشش کف با قابلیت جذب سریع از عامل‌های مهم حاصلخیزی خاک و پایداری بوم‌سازگان‌ها به‌شمار می‌رود. این مهم تحت تأثیر رسوبات اتمسفری و مبادله تاج قرار دارد که در دوره‌های رویش و استراحت، سهم تأثیر هر یک بر آب‌شویی تغییر می‌نماید. این پژوهش به بررسی چگونگی تغییرات خصوصیات شیمیایی تاج‌بارش و آب‌شویی پوشش کف (سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) راش در دو دوره رویش و استراحت، در توده آمیخته راش- ممرز در سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا در استان گلستان می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

پژوهش پیش‌رو در توده آمیخته راش- ممرز در سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا واقع در جنگل شصت‌کلاته استان گلستان، در هشت کیلومتری جنوب‌غربی

Archive of SID

www.SID.ir

شهرستان گرگان در مرز پارسل ۱۷ و ۱۸ انجام شد. این جنگل بین عرض‌های جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی قرار گرفته است. اقلیم جنگل آموزشی شصت‌کلاته براساس طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه، معتدل مرطوب است و دارای متوسط دمای ۱۵/۴ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارش سالانه ۶۴۹ میلی‌متر است که بین ۵۲۸ تا ۸۱۷ میلی‌متر در سال تغییر می‌کند (Anonymous, 2007). با جنگل گردشی در پارسل‌های ۱۷ و ۱۸، قسمتی از جنگل که دارای درختان راش سالم، سیلندریک، قطور با تاج‌های آزاد و شرایط تقریباً یکسان ازنظر شیب بود (درختان راش با این ویژگی فقط در مرز پارسل‌های ۱۷ و ۱۸ مشاهده شد) مشخص شد. سپس توده‌ای با مساحت ۰/۵ هکتار و جهت شمال- شمال‌شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۵۵۰ متر، متوسط شیب ۳۵ درصد، سه اشکوبه و ناهمسال با دامنه قطری ۷/۵ تا ۱۰۵ سانتی‌متر، تاج‌پوشش ۸۵ درصد و درجه آمیختگی ۵۶ درصد راش، ۲۷ درصد انجیلی، ۱۱ درصد ممرز و شش درصد افرا در مرز پارسل‌های ۱۷ و ۱۸ در امتداد یال انتخاب شد.

گونه‌های درختی غالب در اشکوب برین شامل راش (*Fagus orientalis* L.) و ممرز (*Carpinus betulus* L.) و گونه‌های همراه شامل پلت (*Acer velutinum* Boiss) و انجیلی (*Parrotia persica*) بود. پوشش گیاهی زیراشکوب گندمیان، بنفشه و کوله خاس و رستنی‌های مزاحم سرخس و تمشک بود. تیپ خاک کرومیک کامبی سول و کلریک کامبی سول (Anonymous, 2006) و بافت خاک سیلتی رسی لومی (Si-C-L) و تیپ توده موردنظر با توجه به سطح‌مقطع برابر سینه (Tavana *et al.*, 2010) و درصد تاج‌پوشش (Fattahi, 1993) راش- ممرز بود. برای تعیین درصد تاج‌پوشش، مساحت تاج در هشت جهت اندازه‌گیری شد (Daneshvar *et al.*, 2007). در قطعه نمونه موردنظر پنج درخت برتر راش با تاجی کاملاً آزاد (بدون همپوشانی با تاج گونه‌های دیگر) و سالم در اشکوب برین انتخاب شد.

سپس ظروف جمع‌آوری نمونه در زیر تاج و زیراشکوب آنها (پوشش کف) تعبیه شد. جمع‌آوری تاج‌بارش و آب‌شویی زیراشکوب درختان راش (پوشش‌کف) از طریق نمونه‌برداری انجام گرفت.

معمولی‌ترین روش برای جمع‌آوری تاج‌بارش و آب‌شویی پوشش کف روش نقطه‌ای و سطحی است که با استقرار ظرف‌ها در زیر تاج و پوشش کف انجام می‌شود (Brady & Weil, 2002; Liorens & Domingo, 2007). برای حذف اثرات حاشیه‌ای، فاصله جمع‌آوری‌کننده‌ها از تنه درخت و حاشیه تاج یک متر درنظر گرفته شد و جمع‌آوری‌کننده‌ها در زیر تاج به‌صورت تصادفی پراکنده شدند. ظروف پلاستیکی استوانه‌ای با ارتفاع ۲۳ سانتی‌متر و قطر دهانه ۷/۷۵ سانتی‌متر با ۱۰۰ تکرار به‌صورت تصادفی در زیر تاج تعبیه شدند (Liorens & Domingo, 2007). ظرف‌های جمع‌آوری‌کننده محلول پوشش کف، استوانه‌ای پلاستیکی با ارتفاع ۱۱/۵ سانتی‌متر و قطر دهانه هشت سانتی‌متر بود که دهانه آنها برای ممانعت از ورود پوشش کف با تورهای آلومینیومی پوشانیده شد و با ۵۰ تکرار به‌صورت تصادفی در زیر پوشش کف در داخل خاک نصب شد (Brady & Weil, 2002)، به‌طوری‌که دهانه ظرف روی سطح خاک و زیر پوشش کف قرار گرفت. ضخامت پوشش کف در محل‌های تعبیه ظروف نیز اندازه‌گیری شد تا پس از جایگذاری ظرف‌ها به همان ضخامت بر روی لیوان قرار گیرد. نمونه‌ها پس از ۳۳ رخداد بارندگی (۱۷ رخداد در دوره رویش و ۱۶ رخداد در دوره استراحت) از تاریخ ۸۷/۱۰/۱ تا ۸۸/۱۰/۱ جمع‌آوری شد. سپس ظرف‌ها با آب دو بار تقطیر شستشو و مجدداً جایگذاری شدند (درمجموع ۸۵ نمونه از تاج‌بارش و پوشش کف در فصل رویش و ۸۰ نمونه تاج‌بارش و پوشش کف در فصل استراحت جمع‌آوری شد). پس از جمع‌آوری نمونه‌ها بعد از هر بارندگی در طی یک سال، میزان آب‌شویی با تقسیم حجم نمونه به سطوح جمع‌آوری به‌دست آمد. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده به آزمایشگاه انتقال یافت. در بخش آزمایشگاهی اندازه‌گیری عناصر سدیم و پتاسیم موجود در

Archive of SID

www.SID.ir

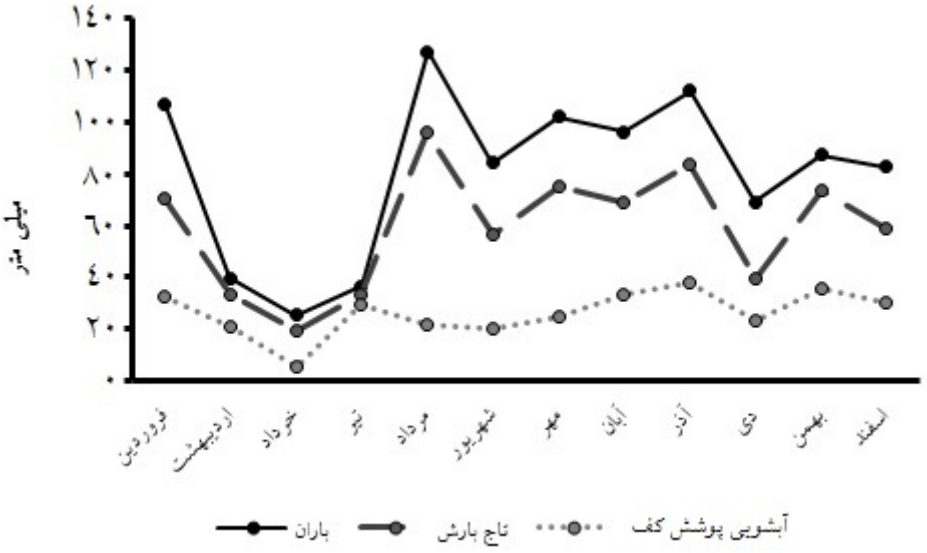
آب‌شویی دو لایه به روش سوزاندن از طریق دستگاه فلیم فوتومتری براساس واحد میلی‌گرم بر کیلوگرم (Smith & Doran, 1996) و کلسیم و منیزیم موجود در آنها توسط لامپ کاتدی از طریق دستگاه جذب اتمیک براساس واحد میلی‌گرم بر کیلوگرم انجام گرفت (Dewis & Freitas, 1970). داده‌ها با واحد میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمده بود، بنابراین با تقسیم مقدار محلول جمع‌آوری‌شده بر سطح ظرف‌های جمع‌آوری محلول، به واحد کیلوگرم در هکتار تبدیل شد.

داده‌های حاصل از پژوهش در بانک نرم‌افزاری Excel ذخیره و توسط نرم‌افزار $SPSS_{20}$ پردازش شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به‌ترتیب با استفاده از آزمون کولموگروف- سمیرنوف و آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. برای مقایسه تغییرات کاتیون‌های تاج‌بارش راش و آب‌شویی پوشش کف توده راش در دوره‌های رویش و استراحت از آزمون تی جفتی در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج

ابتدا مشخصات آلومتریک درختان منتخب و سایر درختان موجود در توده موردنظر اندازه‌گیری و ثبت شد تا براساس آن تیپ توده به‌درستی تعیین شود. طبق نتایج به‌دست‌آمده، ۸۵ درصد مساحت کل توده توسط تاج‌پوشش درختان پوشیده شده بود که از این مقدار، ۵۶/۸ درصد آنرا (معادل ۲۸۴۱ مترمربع) فقط تاج درختان راش تشکیل می‌داد. قابل ذکر است که ۲۲ درصد مساحت کل توده فقط توسط تاج درختان منتخب راش پوشیده شده بود. به‌طور کلی تاج‌پوشش درختان راش نسبت به مساحت کل تاج ۶۷/۱ درصد بود. راش ازنظر سطح‌مقطع (۷/۰۷ مترمربع) نیز تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای با سایر گونه‌ها داشت، بنابراین گونه راش در این توده آمیخته از هر لحاظ غالب بود.

ارتفاع تاج‌بارش در ماه‌های خرداد و مرداد با میزان ۱۹/۵ و ۹۶/۰۹ میلی‌متر به‌ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را داشت. همچنین آب‌شویی پوشش‌کف در ماه‌های خرداد و آذر کمترین و بیشترین مقدار را (۵/۶۷ و ۳۷/۹۱ میلی‌متر) داشت (شکل ۱).

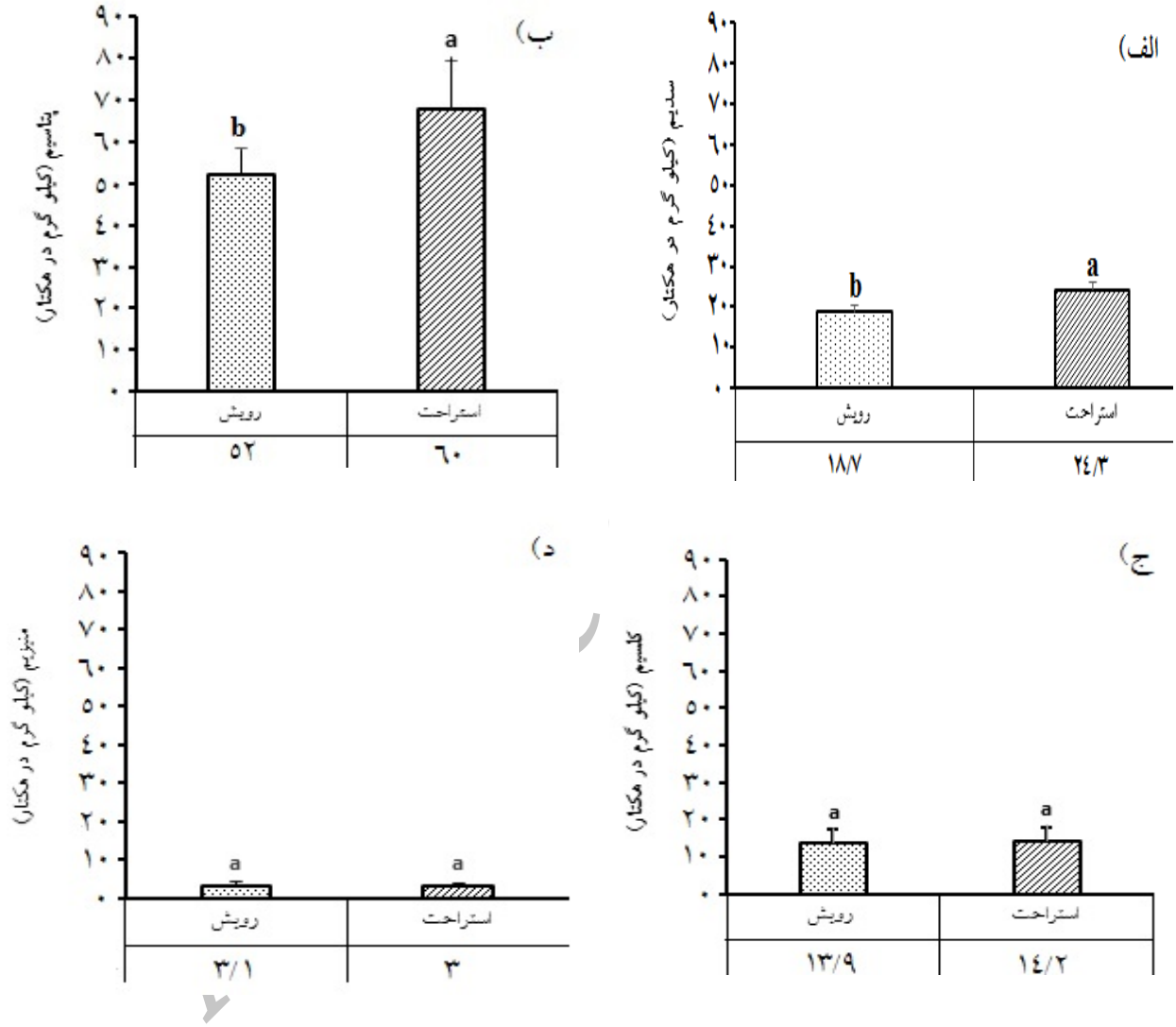


شکل ۱- روند تغییرات باران، تاج‌بارش و آب‌شویی پوشش کف

نتایج به‌دست‌آمده از مقدار عناصر آب‌شویی شده از تاج‌بارش در فصل رویش و استراحت نشان داد که عناصر

www.SID.ir

سدیم و پتاسیم در فصل استراحت با مقادیر ۲۴/۳ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به‌طور معنی‌داری از فصل رویش با مقادیر ۱۸/۷ و ۵۲ کیلوگرم در هکتار بیشتر بود (شکل ۲- الف و ۲- ب). آماره تی سدیم و پتاسیم به‌ترتیب ۵/۳ و ۲/۹ بود. همچنین میزان آب‌شویی منیزیم و کلسیم در فصل رویش و استراحت تقریباً یکسان بود (شکل ۲- ج و ۲- د).

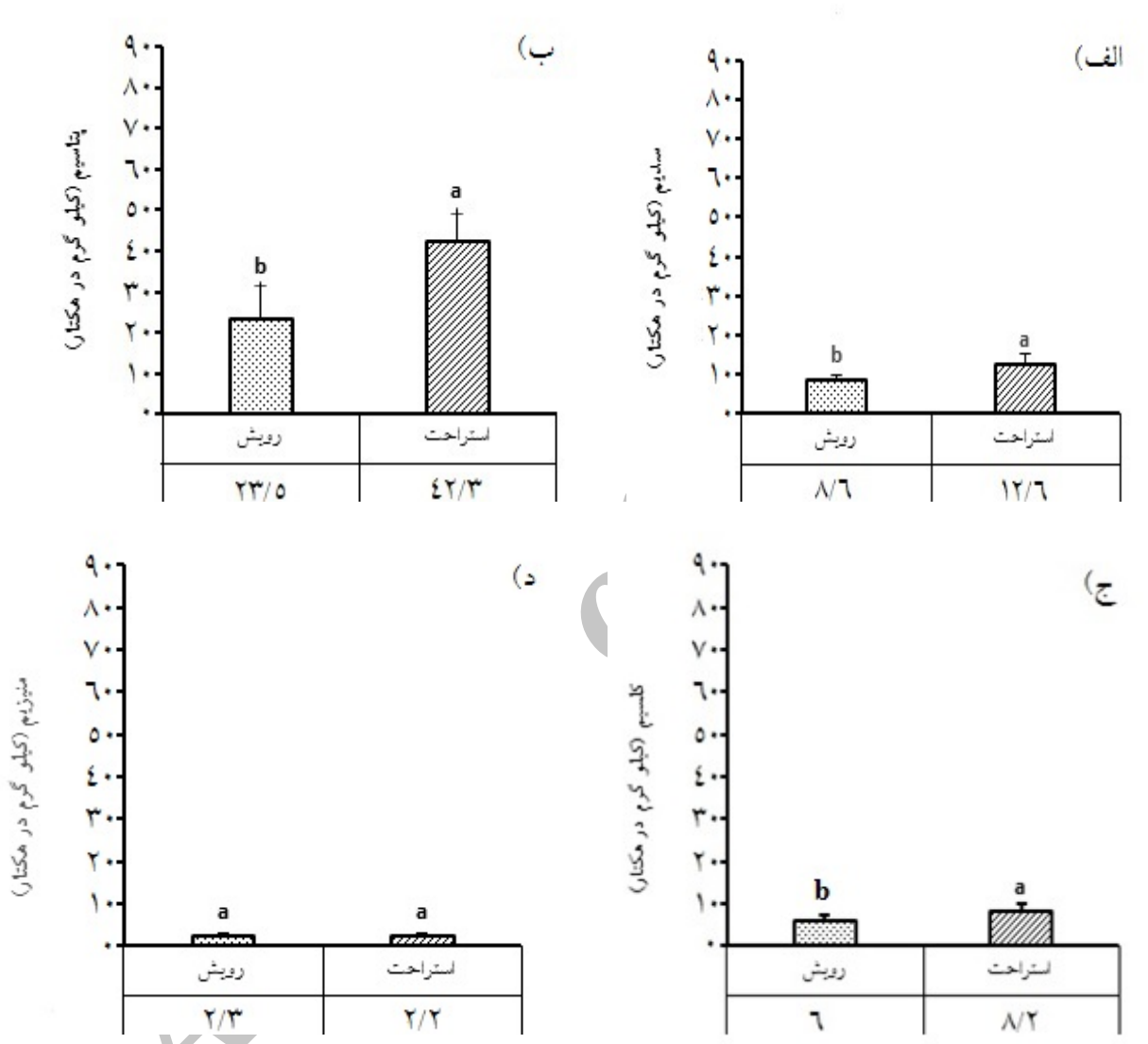


شکل ۲- مقایسه آب‌شویی کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در تاج‌بارش گونه راش در جنگل آمیخته راش- ممرز در فصول رویش و استراحت با استفاده از روش آماری تی‌جفتی در سطح اطمینان ۹۵ درصد

نتایج به‌دست‌آمده از مقدار عناصر آب‌شویی شده از پوشش کف جنگل در فصل رویش و استراحت نشان داد که میزان کلیه عناصر آب‌شویی شده در دوره استراحت بجز منیزیم بیشتر از دوره رویش بود. آب‌شویی عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در فصل استراحت (۱۲/۶، ۴۲/۳ و ۸/۲ کیلوگرم در هکتار) در سطح اطمینان ۹۵ درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر از آب‌شویی آنها در فصل رویش به‌ترتیب با مقادیر ۸/۶، ۲۳/۵ و ۶ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳).

www.SID.ir

آماره تی سدیم، پتاسیم و کلسیم به‌ترتیب ۵/۱، ۷/۷ و ۲/۸ بود. همچنین مقدار آب‌شویی کاتیون منیزیم در فصل رویش و استراحت تقریباً یکسان بود (شکل ۳ د).



شکل ۳- مقایسه آب‌شویی کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم از پوشش کف گونه راش در جنگل آمیخته راش- ممرز در فصول رویش و استراحت با استفاده از روش آماری تی‌جفتی در سطح اطمینان ۹۵ درصد

بحث

آب‌شویی و جابجایی مواد مشتق شده از بافت‌های گیاهی (شاخه، برگ و پوست) به شکل محلول است (تماس مستقیم باران با پوشش گیاهی) و بزرگ‌ترین مسیر انتقال عناصر متحرک از تاج به پوشش کف جنگل می‌باشد (Parker, 1983)، بنابراین یکی از اثرات غیرمستقیم باران بر پوشش گیاهی ممکن است تسریع آب‌شویی عناصر غذایی از بافت‌های گیاهی باشد (Abrahamsen, 1984). درحقیقت آب‌شویی با افزایش سرعت جذب در ریشه و جابجایی یون‌های شسته شده از بافت‌های شاخه و برگ بطور مؤثری

www.SID.ir

چرخه عناصر غذایی را تسریع می‌کند (Tukey, 1970) که سهم هر یک تحت تأثیر شرایط آب و هوایی و فیزیولوژی گیاهی در فصول مختلف سال متغیر است. تغییرات فنولوژیکی (Pypker *et al.*, 2011)، ترکیبات رسوبات اتمسفری (Levia *et al.*, 2011)، وقایع بارندگی (Levia & Frost, 2006) و وجود و عدم وجود برگ از عوامل دینامیک آب‌شویی و جریان کاتیون‌ها در دوره رویش و استراحت است. تغییرات فصلی فرآیندی مهم و اثرگذار بر چرخه بیوژئوشیمیایی در بوم‌سازگان‌های جنگلی به‌ویژه جنگل‌های معتدله (دارای فصل‌های کاملاً متمایز ازنظر فنولوژیکی) است (Van Stan *et al.*, 2012).

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که آب‌شویی کاتیون سدیم در تاج‌بارش در دوره استراحت به‌طور معنی‌داری بیشتر از دوره رویش است که با نتایج Staelens و همکاران (۲۰۰۷) و Van Stan و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. میزان این اختلاف ۵/۶ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. میزان پتاسیم تاج‌بارش در فصل استراحت هشت کیلوگرم در هکتار بیشتر از فصل رویش بود که با نتایج Zhang و همکاران (۲۰۰۶)، Staelens و همکاران (۲۰۰۷) و Van Stan و همکاران (۲۰۱۲) مغایرت دارد. میزان بیشتر سدیم در دوره استراحت را می‌توان به غلظت زیاد رسوبات نمکی دریایی در اتمسفر (Gong *et al.*, 1997)، سرعت بیشتر باد (انتقال و پخش سریع ذرات اتمسفری در هوا) (Beckett *et al.*, 2000) و تلاطم زیاد آب و هوایی نسبت داد (Andre *et al.*, 2008). رسوبات دریایی سهم قابل‌ملاحظه‌ای در آب‌شویی سدیم (یکی از کاتیون‌های اصلی تشکیل‌دهنده رسوبات دریایی) دارد (Shen *et al.*, 2013)، بنابراین با توجه به حضور بیشتر رسوبات دریایی در فصل استراحت نسبت به فصل رویش، آب‌شویی بیشتر سدیم (یکی از ترکیبات اصلی رسوبات دریایی) را می‌توان توجیه نمود.

با توجه به تلاطم بیشتر آب و هوایی، در دوره استراحت حجم بیشتری از رسوبات اتمسفری و ذرات معلق گردوغبار در محیط وجود دارد که می‌تواند دلیل آب‌شویی بیشتر کاتیون‌های اندازه‌گیری شده باشد، زیرا رسوبات اتمسفری نیز حاوی پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سدیم است (Staelens *et al.*, 2008b). همچنین کلسیم یکی از عناصری است که دارای تحرک کمی در برگ است، اما در پوست غلظت بالایی دارد، بنابراین زمانی که برگ‌ها ریزش می‌کنند و مانع تاج برداشته می‌شود، مستقیم تحت تأثیر باران قرار گرفته (مبادله کلسیم با آب باران) و با مقدار زیاد آب شویی می‌شود (Berger & Glatzel, 1998).

پتاسیم با پیوند بسیار ضعیفی در ساختار بافت‌ها و ترکیبات آنزیم‌ها حضور دارد (Hermann *et al.*, 2006) که در هنگام پیری برگ در اوایل دوره استراحت (مصادف با مرحله اول فرآیند تجزیه) این پیوند ضعیف و سایر پیوندها تحت تأثیر شرایط جوی (Tukey, 1966) و فعالیت قارچ‌ها (فرآیند تجزیه قبل از ریزش) تخریب می‌شوند (Van Stan *et al.*, 2012). در نتیجه مقادیر زیادی عناصر غذایی به‌ویژه پتاسیم به شکل آزاد در دسترس قرار می‌گیرد که هنگام بارندگی به‌راحتی شسته شده و آب عبوری از تاج در دوره استراحت را غنی می‌کند، درحالی‌که در دوره رویش عناصر به شکل آزاد وجود ندارند (تخریب پیوندها توسط قارچ‌ها انجام نشده است) (Moslehi, 2010).

میزان بیشتر رسوبات اتمسفری در اوایل دوره استراحت هم سهم زیادی در آب‌شویی زیاد عناصر در این دوره نسبت به دوره رویش دارد (Swank & Henderson, 1976)، زیرا رسوبات اتمسفری یکی از منابع پتاسیم، کلسیم و منیزیم است (Adriaenssens *et al.*, 2012). بافت زبر پوست در دوره استراحت به‌ویژه در اواخر دوره استراحت که کاملاً فاقد برگ است (Levia & Frost, 2003) و شاخه‌ها و جوانه‌های کوچک موجود در بالای تاج در هنگام برگ‌ریزان (Freer-Smith *et al.*, 2004) کارآیی و توانایی بیشتری در جذب و نگهداری رسوبات اتمسفری دارد (Levia & Frost, 2003) که این امر می‌تواند در هنگام بارش غنای عناصر غذایی در تاج‌بارش را سبب شود.

با توجه به حضور ترکیبات پتاسیم، کلسیم و منیزیم در برگ و پوست درختان (Andre *et al.*, 2008)، ماندگاری طولانی‌تر باران بر روی سطوح زبر نسبت به سطوح صاف

Archive of SID

www.SID.ir

(Mc Phearson *et al.*, 2006) و زبری بیشتر بافت پوست نسبت به برگ (Shen *et al.*, 2013)، مدت ماندگاری باران بر روی پوست طولانی‌تر است (Mc Phearson *et al.*, 2006) و احتمال مبادله عناصر غذایی در مدت زمان طولانی‌تر وجود خواهد داشت. این امر می‌تواند یکی از دلایل افزایش آب‌شویی در دوره استراحت باشد.

روند آب‌شویی عناصر در پوشش کف با همان روند تاج‌بارش مطابقت داشت. آب‌شویی عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در پوشش کف در دوره استراحت اختلاف معنی‌دار قابل‌توجهی با فصل رویش نشان داد. میزان این افزایش در فصل استراحت به‌ترتیب ۴، ۱۸/۸ و ۲/۲ کیلوگرم در هکتار برای سدیم، پتاسیم و کلسیم بود. همچنین آب‌شویی کمتر عناصر در دوره رویش در تاج نیز می‌تواند دلیل دیگر کاهش آب‌شویی پوشش کف در این دوره باشد. زیرا تاج‌بارش یکی از مسیرهای انتقال عناصر به پوشش کف است.

آب‌شویی کاتیون‌ها در ارتباط با مقدار تولید لاشریزه و کیفیت آن نیز می‌باشد (Van Nevel *et al.*, 2013). با توجه به ریزش شاخ و برگ و تولید بیشتر لاشریزه در دوره استراحت، آب‌شویی بیشتر کاتیون‌ها در پوشش کف در این دوره انتظار می‌رود. تجزیه لاشریزه حاصل روابط متقابل فرآیندهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی است که حداقل دارای دو فاز است. فاز اول تجزیه، آب‌شویی لاشریزه‌های مسن تازه ریخته‌شده‌ای است که پیوند عناصر غذایی کلسیم، منیزیم و پتاسیم در آن بسیار ضعیف است و به‌سرعت آزاد شده و آب عبوری از پوشش کف را غنی می‌سازد (Magee, 1993). در حقیقت در ماه‌های ابتدایی تجزیه با سرعت زیاد انجام می‌گیرد که بیشتر شامل قندهای ساده، اسیدهای آمینه و نشاسته است، درحالی‌که تجزیه ترکیبات پیچیده‌تر به کندی بیشتر در نیمه دوم ریزش انجام می‌شود (Asgari, 2012)، بنابراین در مراحل ابتدایی ریزش به‌علت سرعت بیشتر تجزیه، سرعت گردش عناصر غذایی سریع‌تر بوده و دسترسی به آن بیشتر است. لذا انتظار می‌رود عناصر بیشتری نیز در مراحل ابتدایی ریزش آب‌شویی شود. عناصر آب‌شویی‌شده از مواد آلی تجزیه شده در لاشریزه، راحت‌تر توسط ریشه‌های سطحی نازک موجود در پوشش کف جذب می‌شوند (Swift & Anderson, 1989)، بنابراین با توجه به فعال بودن ریشه در دوره رویش احتمال جذب عناصر توسط ریشه‌های نازک موجود در پوشش کف و کاهش آب‌شویی عناصر در این دوره وجود دارد.

تحقیقات آزمایشگاهی نشان داده است که اسیدیته باران بر میزان آب‌شویی برگ در فصول رویش بسیار مؤثر است، زیرا برگ‌ها به اسیدیته آب باران بسیار حساس بوده و عناصر غذایی بافت‌های داخلی آنها تحت تأثیر باران با pH پایین به‌راحتی شسته می‌شود، درحالی‌که pH زیاد تأثیر چندانی بر روی برگ ندارد (Zeng *et al.*, 2005). برخی پژوهش‌ها میزان کمتر pH در فصل زمستان نسبت به دو فصل بهار و تابستان (Zeng *et al.*, 2005) و در دوره استراحت نسبت به دوره رویش را گزارش نموده‌اند (Zhang *et al.*, 2006)، بنابراین در منطقه موردمطالعه نیز این احتمال وجود دارد که pH آب باران در دوره رویش نسبت به دوره استراحت بیشتر بوده باشد و مبادله عناصر در این دوره در تاج و آب‌شویی آنها در پوشش کف با شدت کم انجام گرفته باشد.

نتایج نشان داد علاوه بر مبادله عناصر رسوبات اتمسفری نیز سهم عمده‌ای در آب‌شویی عناصر دارد که این سهم در دوره استراحت با توجه به شرایط آب و هوایی و فیزیونومی گیاهان می‌تواند بیشتر از دوره رویش باشد. همچنین در فرآیند داخلی (تبادلات عناصر بین آب باران و اندام‌های گیاهی) علاوه بر برگ، سهم پوست و شاخه نیز می‌تواند قابل توجه باشد. برای دریافت اطلاعات دقیق‌تر باید پژوهش‌های گسترده‌تری در این زمینه انجام شود. همچنین نتایج مذکور حاکی از سرعت بیشتر جریان عناصر غذایی و چرخه آن در دوره استراحت است. به‌طوری‌که دخالت‌های برنامه‌ریزی‌نشده در بوم‌سازگان‌های جنگلی در این دوره می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری به پایداری بوم‌سازگان وارد کند و آنرا از تعادل خارج نماید، بنابراین می‌توان گفت گرچه جنگل در دوره استراحت فاقد فعالیت‌های حیاتی

Archive of SID

www.SID.ir

قابل توجه است، اما سهم آن در چرخه بیوژئوشیمیایی چشمگیر است که در برنامه‌ریزی‌های قطع، نشانه‌گذاری‌ها و مدیریت بوم‌سازگان‌های جنگلی لازم است به آن توجه داشت.

References

- Abrahamsen, G. and Miller, H.G., 1984. Effects of acidic deposition on forest soil and vegetation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 305(1124): 369-382.
- Adedeji, O.H. and Gbadegesin, A.S., 2012. Base cation leaching from the canopy of a Rubber (HeveaBrasiliensis Wild. Muell-Arg) plantation at Ikenne, South West Nigeria. Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management, 5(4): 384-390.
- Adriaenssens, S., Hansen. K., Staelens, J., Wuyts, K., De Schrijver, A., Baeten, L., Boeckx, P., Samson, R. and Verheyen, K., 2012. Throughfall deposition and canopy exchange processes along a vertical gradient within the canopy of beech (*Fagus sylvitica* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). Science of the Total Environment, 420: 168-182.
- Andre, F., Jonard, M. and Ponette, Q., 2008. Spatial and temporal patterns of throughfall chemistry within a temperate mixed oak-beech stand. Science of the Total Environment. 397(1-3): 215-228.
- Anonymous, 2006. World reference base for soil resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 103p.
- Anonymous, 2007. Revised Forestry Plan. Faculty of Forestry, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, 481p
- Asgari, H.R., 2012. The importance of soil organic matter (translation). Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, 237p.
- Beckett, K.p., Freer Smith, P.H. and Taylor, G., 2000. Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and wind speed. Global Change Biology, 6(8): 995-1003.
- Berger, T.W. and Glatzel, G., 1998. Canopy leaching, dry deposition and cycling of calcium in Austrian oak stands as a function of calcium availability and distance from a lime quarry. Canadian Journal of Forest Research, 28(9): 1388-1397.
- Brady, N.C. and Weil, R.R., 2002. The nature and properties of soils. Prentice Hall, New Jersey, 960p.
- Daneshvar, A., Rahmani, R. and Habashi, H., 2007. Effect of light competition crown expansion of trees in a mixed multi storied forests. Iranian Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 14(1): 39-48 (In Persian).
- Dewis, J. and Freitas, F., 1970. Physical and chemical methods of soil and water analysis. FAO Soil Bulletin, No (10), Roma, 286p.
- Fattahi, M., 1993. New ideas for classification of zagros forests. Journal of Forests and Rangeland, 23: 10-15 (In Persian).
- Freer-Smith, P.H., El-Khatib, A.A. and Taylor, G., 2004. Capture of particulate pollution by trees: a comparison of species typical of semi-arid areas (Ficus nitida and Eucalyptus globulus) with European and North American species. Water, Air, & Soil Pollution, 155(1-4): 173-187.
- Gong, S.L., Barrie, L.A., Prospero, J.M., Savoie, D.L., Ayers, G.P. and Blanchet J.P., 1997. Modelling seasalt aerosols in the atmosphere: 2. Atmospheric concentrations and fluxes. Journal of Geophysical Research Atmosphere, 102(D3): 3819-3830.
- Hermann, M., Pust, J. and Pott, R., 2006. The chemical composition of throughfall beneath oak, birch and pine canopies in Northwest Germany. Plant Ecology, 184(2): 373-385.
- Hongove, D., Van Hees, P.A.W. and Lundstrom, U.S., 2000. Dissolved components in precipitation water percolated through forest litter. European Journal of Soil Science, 51(4): 667-677.
- Inamdar, S.P., Singh. S., Dutta, S., Levia, D.F., Mitchell, M.J. and Scott, D., 2011. Flourescence characteristics and sources of dissolved organic matter for stream water during storm events in a forested mid-Atlantic watershed. Iranian Journal of Geophysical Research Biogeoscince. 116(G3): 1-23 (In Persian).
- Levia, D.F. and Frost, E.E., 2003. A review and evaluation of stemflow literature in the hydrologic and biogeochemical cycles of

Archive of SID

www.SID.ir

Research, 13: 57-133.
- Rodrigo, A. and Avila, A., 2002. Dry deposition to the forest canopy and surrogate surfaces in two Mediterranean holm oak forests in Montseny (NE Spain). Water, Air, & Soil Pollution, 136(1-4): 269-288.
- Shen, W., Ren, H., Jenerette, G.D., Hui, D. and Ren, H., 2013. Atmospheric deposition and canopy exchange of anions and cations in two plantation forests under acid rain influence. Atmospheric Environment, 64: 245-250.
- Staelens, J., Schrijver, A.D. and Verheyen, K., 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.
- Staelens, J., Houle, D., De Schrijver, A., Neirynck, J. and Verheyen, K., 2008 a. Calculating dry deposition and canopy exchange with the canopy budget model: Reveiew of assumption and application to two deciduous forests. Water, Air, & Soil Pollution, 191(1-4): 149-169.
- Staelens, J., De Schrijver A., Verheyen K. and Verhoest N.E.C., 2008 b. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow, and interception within a single beech (*Fagus sylvatica* L.) canopy: influence of foliation, rain event characteristics, and meteorology. Hydrological Processes, 22(1): 33-45.
- Smith, J.L. and Doran, J.W., 1996. Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analysis. In: Doran, J.W. and Jones, A.J., (Eds.). Metods for assessing soil quality, SSSA Species Publication. 49. Madison, WI, 410p.
- Swank, W.T. and Henderson, G.S., 1976. Atmospheric input of some cations and anions to forest ecosystems in North Carolina and Tennessee. Water Resources Research, 12(3): 541-546.
- Swift, M.J. and Anderson, J.M., 1989. Decomposition. In: Lieth, H. and Werger M.J.A., (Eds.). Tropical Rain Forest Ecosystems- Biogeographical and Ecological Studies, Ecosystems of the World 14B. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, 714p.
- Tavana, A., Mataji, A., Babai Kafaki, S. and Saeb, K., 2010. Study and determination of tree types in the altitude profile of Caspian forest forested and agricultural ecosystems. Journal of Hydrology, 274(1-4): 1-29.
- Levia, D.F. and Frost, E.E., 2006. Variability of throughfall volume and solute inputs in wooded ecosystems. Progress in Physical Geography, 30(5): 605-632.
- Levia, D.F., Keim, R.F., Carlyle-Moses, D.E. and Frost, E.E., 2011. Throughfall and stemflow in wooded ecosystems. In: Levia, D.F. Carlyle-Moses, D., Tanaka, T., (Eds.). Forest hydrology and biogeochemistry: synthesis of past research and future directions. Springer, 740p.
- Liorens, P. and Domingo, F., 2007. Rainfall partitioning by vegetation under Mediterranean rainfall: Examples from a young and an old-growth Douglas-fir forest. Agriculture and Forest Meteorology, 130(1-2): 113-129.
- Magee, A.P., 1993. Detrital accumulation and processing in wetlands. Water Management HandBook, University of Nebraska, Lincoln, 7p.
- Mc Phearson, E.G., Simpson, J.R., Peper, P.J., Maco, S.E., Gardner, J.Sh., Cozad, K.Sh. and Xiao, Q., 2006. Midwest community tree guide: Benefits, costs, and strategic planting. USDA, California, 85p.
- Moslehi, M., 2010. The effect of beech species on base cation dynamics in mixed hyrcanian beech forest, Shastkolate. M Sc. thesis, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, 75p (In Persian).
- Moslehi, M., Habashi, H. and Khormali, F., 2011. Effect of throughfall and forestfloor leachate of beech on base cation dynamics in mixed stand. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(1): 83-93 (In Persian).
- Ohte, N. and Tokuchi, N., 2011. Hydrology and biogeochemistry of temperate forests. In: Levia, D.F., Carlyle-Moses, D. and Tanaka, T., (Eds.). Forest hydrology and biogeochemistry: synthesis of past research and future directions. Springer, 740p.
- Pypker, T.G., Levia, D.F., Staelens, J. and Van Stan, J.T., 2011. Canopy structure in relation to hydrological and biogeochemical fluxes. In: Levia, D.F., Carlyle-Moses, D. and Tanaka, T., (Eds.). Forest hydrology and biogeochemistry: synthesis of past research and future directions. Springer, 740p.
- Parker, G.G., 1983. Throughfall and stemflow in the forest nutrient cycle. Advance in Ecological

Archive of SID

www.SID.ir

(case study of Golband region). Iranian Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources, 5(2): 1-11 (In Persian).

- Tukey, H.B.Jr., 1966. The leaching of metabolites from above-ground plant parts and its implications. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 93(6): 385-401.
- Tukey, H.B.Jr., 1970. The leaching of substance from plants. Annual Review of Plant Physiology, 21(1): 305-324.
- Van Nevel, L., Mertens, J., De Schrijver, A., Baeten, L., De Neve, S., Tack, F., Merrs, E. and Verheyen, K., 2013. Forest floor leachate fluxes under six different tree species on a metal contaminated site. Science of the Total Environment, 447: 99-107.
- Van Stan, J.T., Levia, Jr.D., Inamdar, S.P., Lepori-Bui, M. and Mitchell, M.J., 2012. The effects of phenoseason and storm characteristics on throughfall solute washoff and leaching dynamics from a temperate deciduous forest canopy. Science of the Total Environment, 430: 48-58.
- Zeng, G.M., Zhang, G., Huang, G.H., Jiang, Y.M. and Liu, H.L., 2005. Exchange of Ca^{2+}, Mg^{2+} and K^{+} and Uptake of H^{+}, NH_4, for the subtropical forest canopies influenced by acid rain in Shaoshan. Plant Science, 168(1): 259-266.
- Zhang, G., Zeng, G., Jiang, Y., Yan Du, C., Huang, G., Yao, J., Zeng, M., Zahng, X. and Tan, W., 2006. Seasonal dry deposition and canopy leaching of base cations in a sub-tropical evergreen mixed forest, China. Salvia Fennica, 40(3): 417-428.

Archive of SID

www.SID.ir

Chemical properties of throughfall and forest floor leaching in *Fagus orientalis* trees within growing and non-growing periods

M. Moslehi[1]*, H. Habashi[2], F. Khormali[3], R. Rahmani[4] and A.A. Mohamad Ali Pourmalekshah[5]

1*- Corresponding author, Ph.D. Student of Silviculture and Forest Fcology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. Email: Maryam.moslehi508@gmail.com

2- Assistant Prof., Department of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran

3-Prof., Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran

4- Associate Prof., Department of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. Iran

5- Ph.D. Student of Forestry, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 02.19.2014 Accepted: 09.29.2014

Abstract

Changes in chemical properties of throughfall and forest floor leaching in growing (leafed) and non-growing (leafless) periods essentially influence the biogeochemical cycle of forest ecosystems, especially in the broadleaved stands. The aim of this study was to compare the chemical composition. i.e. Calcium, Magnesium, Sodium and Potassium contents of throughfall as well as forest floor leaching in oriental beech trees in the Shastkolateh experimental forest of Golestan province. Throughfall and forest floor samples were taken after each rain within one year (21.08.2008 to 21.12.2009). To investigate leached nutrition of throughfall and forest floor in growing and non-growing periods, we used t-paired at the 95% confidence level. Results showed that Sodium and Potassium leaching in throughfall in the non-growing period (24.3 and 60 kg ha^{-1}, respectively) were significantly higher than those of the growing period (52 and 18.7 kg ha^{-1}, respectively). Furthermore, Sodium, Potassium and Calcium fluxes via forest floor in the non-growing period were 12.6, 42.3 and 8.2 kg ha^{-1}, which showed significantly higher rates than those measured during the growing period (8.6, 23.5 and 6 kg ha^{-1}, respectively). This study concludes that factors e.g. bark, decomposed leaves, and dry deposition play remarkable roles in the cations leaching process in forest floor within the eastern Hyrcanian forests during the non-growing period.

Keywords: Forest floor leaching, throughfall, mixed beech stand, growing and non-growing periods.

Archive of SID

www.SID.ir