

تأثیر آبشویی تاج و لاشریزه گونه راش در توده آمیخته بر دینامیک کاتیونهای بازی

مریم مصلحی^{۱*}، هاشم حبشی^۲ و فرهاد خرمالی^۳

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده جنگل‌داری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. پست الکترونیک: maryam.moslehi508@gmail.com

۲- استادیار، دانشکده جنگل‌داری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳- دانشیار، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۳ تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۲۷

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر تاج‌بارش و آبشویی لاشریزه گونه راش در توده آمیخته راش- ممرز بر دینامیک کاتیون‌های بازی (کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم) در سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا استان گلستان انجام شد. نمونه‌های تاج‌بارش و آب عبوری از لاشریزه طی شش ماه (فصل‌های زمستان ۱۳۸۷ و بهار ۱۳۸۸) پس از هر بارندگی جمع‌آوری و از نظر غلظت و مقدار کاتیون‌ها با یکدیگر و آب باران در فضای باز، با استفاده از آزمون t مقایسه شدند. نتایج نشان داد که مقدار کلیه کاتیون‌ها در تاج‌بارش به‌طور معنی‌داری بیشتر از آب باران در فضای باز می‌باشد. در آبشویی لاشریزه و تاج نیز عنصر منیزیم در سطح ۵ درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر، اما عناصر سدیم و کلسیم کمتر از آب باران بود. همچنین مقدار عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در آبشویی تاج در سطح ۵ درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر از آبشویی لاشریزه و تاج بوده است. در مجموع، آبشویی تاج و لاشریزه در هر ماه به‌ترتیب ۵/۵۳، ۱۲/۴۲، ۳/۰۱، ۱/۰۶ کیلوگرم در هکتار سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم وارد خاک می‌کند که به‌ترتیب برابر ۹۷، ۲۰۲، ۱۳۷ و ۱۸۶ درصد مقدار عناصر یادشده در آب باران می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان داشت که آبشویی عناصر در کوتاه‌مدت، سبب حاصل‌خیزی خاک و افزایش محصول می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبشویی، دینامیک کاتیون‌های بازی، تاج‌بارش، لاشریزه، راش.

مقدمه

موجود در آن بستگی دارد که از کاتیون‌های مهم در این رابطه می‌توان به سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم اشاره نمود. پتاسیم در افزایش نیروی اسمزی و انبساط سلولی نقش داشته و عامل فعال‌کننده بسیاری از آنزیم‌هاست. کلسیم تنظیم‌کننده قابلیت نفوذ غشاءها و فعال‌کننده چندین آنزیم، منیزیم عنصر تشکیل‌دهنده کلروفیل و نیز در فعال نمودن آنزیم‌ها نقش داشته و در نهایت سدیم تسریع‌کننده نمو برخی از گیاهان عالی بوده و در برقراری بیلان آبی به‌ویژه در شرایط تنش خشکی نقش به‌سزایی دارد (Finck, 1986). عناصر یادشده از مهمترین عناصر

راش یکی از با ارزش‌ترین درختان صنعتی کشور می‌باشد که به‌طور عمده در ارتفاعات میان‌بند جنگلهای شمال در خاکهای سبک و غنی از مواد غذایی و شرایط اسیدی و آهکی یافت می‌شود (بلندیان، ۱۳۷۸). حفظ شرایط تولیدی رویشگاه‌های این گونه به هنگام بهره‌برداری آن در راستای اصل تولید مستمر و بهینه، مورد توجه مدیران جنگل قرار دارد. میزان باروری و حاصل‌خیزی خاک به مقدار عناصر پرمصرف و کم‌مصرف

sylvestris اندازه‌گیری کردند و با محتوای شیمیایی آب باران مقایسه نمودند. در این بررسی میزان عناصر کلسیم، منیزیم و پتاسیم موجود در تاج‌بارش به‌طور معنی‌داری بیشتر از آب باران بود. (Moreno *et al.*, 1994) طی تحقیقی نشان دادند که عناصر معدنی از طریق تاج‌بارش به پوشش کف جنگل و سپس به خاک وارد می‌شوند که این روند نتیجه یک واکنش بسیار پیچیده از فرایندهای اتمسفری، هیدرولوژی و بیوژئوشیمیایی می‌باشد. (Currie *et al.*, 1999) طی اندازه‌گیری میزان کاتیون‌ها در تاج‌بارش و پوشش کف جنگل به این نتیجه رسیدند که میزان کاتیون‌ها در تاج‌بارش بیشتر از آبشویی لاشریزه است. (Rejina & Tarazona, 2000) بازگشت مواد غذایی به خاک را از طریق تاج‌بارش و لاشریزه در زیر دو توده جنگلی راش و کاج (*Pinus banksiana*) مورد بررسی قرار داد تا میزان بازگشت عناصر غذایی به خاک از طریق لاشریزه و تاج‌بارش به خاک و اکوسیستم را تخمین بزنند. وی اظهار نمود که بازگشت عناصر از طریق لاشریزه توده راش در مقایسه با کاج (به‌جز نیتروژن) بیشتر است. (Weyno, 2001) طی بررسی تغییرات مواد غذایی در ساقاب، تاج‌بارش و باران در یک جنگل طبیعی نشان داد که میزان عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در تاج‌بارش بیشتر از میزان آنها در آب باران می‌باشد. (Chuyong *et al.*, 2004) ورود عناصر غذایی به خاک را از طریق باران، تاج‌بارش و ساقاب در یک جنگل بارانی آفریقا مورد مطالعه قرار دادند و میزان عناصر ورودی به جنگل در این سه بخش را اندازه‌گیری نمودند. آنها نتیجه گرفتند که به میزان این عناصر پس از عبور آب باران از بخش‌های مختلف جنگل، افزوده می‌شود. (Dezzo & Chacon, 2006) تغییرات عناصر غذایی را در تاج‌بارش، باران و ساقاب در جنگلهای اولیه و ثانویه گرن‌سابانا بررسی کرده و اظهار نمودند که متوسط غلظت مواد غذایی در تاج‌بارش و ساقاب به‌طور معنی‌داری از مواد غذایی در باران بیشتر است. (Perez-Suarez *et al.*, 2008)

مورد نیاز جامعه گیاهی بوده که به‌طور متفاوت از جمله تجزیه کانی‌ها، تجزیه بقایای گیاهی و آبشویی بخش‌های مختلف گیاهان به‌وسیله باران به خاک وارد می‌شوند (Eaton *et al.*, 1973).

در اکوسیستم جنگلی رابطه مهمی بین چرخه هیدرولوژیکی و مواد غذایی وجود دارد. باران نه تنها منبع مهمی برای ورود عناصر غذایی به اکوسیستم جنگلی است، بلکه نقش مهمی در انتقال مواد از تاج به لاشریزه و از لاشریزه به خاک دارد.

تاج‌بارش، ساقاب و آب عبوری از لاشریزه در حقیقت بخشی از بارندگی است که از تاج و ساقه درختان و لاشریزه جنگل عبور و کاتیون‌های این بخش‌ها را شسته و وارد خاک می‌نماید (Eaton *et al.*, 1973; Bernhard-Revesrat, 1975). در این فرایند، درختان دینامیک و چگونگی انتشار مواد غذایی در بیومس، پوشش کف و خاک‌های معدنی را (Alban *et al.*, 1982; Neiryck *et al.*, 2000) از طریق آبشویی تاج، ساقه و لاشریزه، شدن و هوازدگی معدنی به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهند (Gordon *et al.*, 2000; Dijkstra & Smits, 2002; Dijkstra *et al.*, 2003). در آبشویی تاج، ساقه و لاشریزه، مواد غذایی به‌صورت مستقیم و بدون دخالت عوامل مؤثر بر فرایند تجزیه در خاک جنگل افزایش می‌یابد (Eaton *et al.*, 1973). تاج جنگل نه تنها تغییرات گسترده‌ای بر روی ترکیبات شیمیایی آب باران ایجاد می‌نماید، بلکه رسوبات خشک اتمسفری را نیز به‌صورت مؤثری (به‌ویژه در جنگلهای سوزنی‌برگ) جمع می‌کند. غلظت یونی در تاج‌بارش گونه‌های درختی متفاوت با افزایش شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد (Goa *et al.*, 1992). از این‌رو، این تغییرات به‌عنوان یک مسیر مهم در دینامیک مواد غذایی در جنگل شمرده می‌شوند (Parker, 1983).

(Alcock & Morton, 1985) محتوی عناصر غذایی

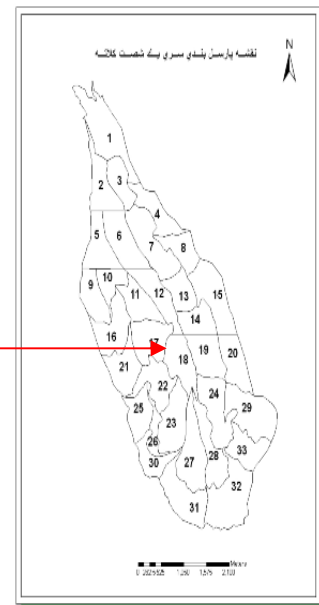
تاج‌بارش را در زیر دو گونه *Betula pendula* و *Pinus*

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه در سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا، حوضه آبخیز شماره ۸۵ طرح جامع جنگلهای شمال کشور، در فاصله ۸ کیلومتری جنوب غربی شهرستان گرگان در مرز پارسل ۱۷ و ۱۸ واقع شده است (شکل ۱). این جنگلها بین عرض‌های جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی قرار گرفته‌اند. جنگل آموزشی- پژوهشی شصت‌کلاته از لحاظ طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه دارای اقلیم مرطوب معتدل است و دارای بارندگی متوسط سالانه ۶۴۹ میلی‌متر می‌باشد که بین ۵۲۸ تا ۸۱۷ میلی‌متر در سال تغییر می‌کند (بی‌نام، ۱۳۸۷). قطعه بررسی به مساحت ۰/۵ هکتار در مرز پارسل ۱۷ و ۱۸ و در امتداد یال لحاظ گردید. جهت قطعه نمونه شمال-شمال شرقی با ارتفاع ۵۵۰ متر بالاتر از سطح دریا و با شیب متوسط ۳۵ درصد بود.

مقدار تاج‌بارش و محتوی شیمیایی آن و خاک را در دو رویشگاهی که در یکی عملیات روشن کردن انجام شده بود، مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که مقدار تاج‌بارش و محتوی شیمیایی کاتیون‌ها در تاج‌بارش و خاک در رویشگاه با تاج‌پوشش انبوه، بیشتر است.

در این تحقیق فرض بر این است که غلظت کاتیون‌های موجود در آب باران، در زمان عبور از تاج و لاشریزه گونه راش تغییر خواهد کرد؛ بنابراین با توجه به اهمیت کاتیون‌ها در تغذیه گیاهان و حاصل‌خیزی خاک، میزان تأثیر گونه راش در یک توده آمیخته بر غلظت کاتیون‌های کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم در تاج‌بارش و لاشریزه بررسی گردید.



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه (مرز پارسل ۱۷ و ۱۸ جنگل شصت‌کلاته گرگان)

توپوگرافی، مورفولوژی و سنگ بستر داشته باشند تا اطمینان حاصل گردد که هر گونه تغییر در میزان آبشویی کاتیونهای موردنظر فقط تحت تأثیر گونه راش است. اندازه‌گیری آبشویی در لایه‌های مختلف در زیر ۵ درخت شاخص راش انجام شد که مشخصه‌های کمی درختان موردنظر به شرح جدول ۱ می‌باشد.

تیپ خاک براساس طبقه‌بندی فائو، کرومیک کامبی‌سول و کلریک کامبی‌سول (CMc) و بافت خاک لومی (L) و سیلتی-رسی-لومی (Si-C-L) و تیپ توده موردنظر با توجه به غلبه سطح مقطع و درصد تاج‌پوشش، راش-ممرز می‌باشد. در قطعه نمونه موردنظر ۵ درخت شاخص راش با تاجی کاملاً آزاد، سالم و در اشکوب برین انتخاب شدند، به نحوی که موقعیت مشابه از لحاظ

جدول ۱- مشخصه‌های کمی درختان راش مورد مطالعه

شماره درخت	ارتفاع (متر)	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	سطح مقطع (مترمربع)	حجم (مترمکعب)	سطح تاج (مترمربع)
۱	۴۲/۹	۸۴	۰/۵۵	۱۱/۷۹	۲۶۸/۲۵
۲	۳۳/۰	۷۰	۰/۳۸	۶/۲۷	۱۴۹/۵۴
۳	۲۹/۴	۸۹	۰/۶۲	۹/۱۱	۲۲۱/۷۷
۴	۲۷/۷	۱۰۵	۰/۸۶	۱۱/۹۱	۱۴۹/۹۷
۵	۳۹/۸	۹۸	۰/۷۵	۱۴/۹۲	۳۱۲/۵۶

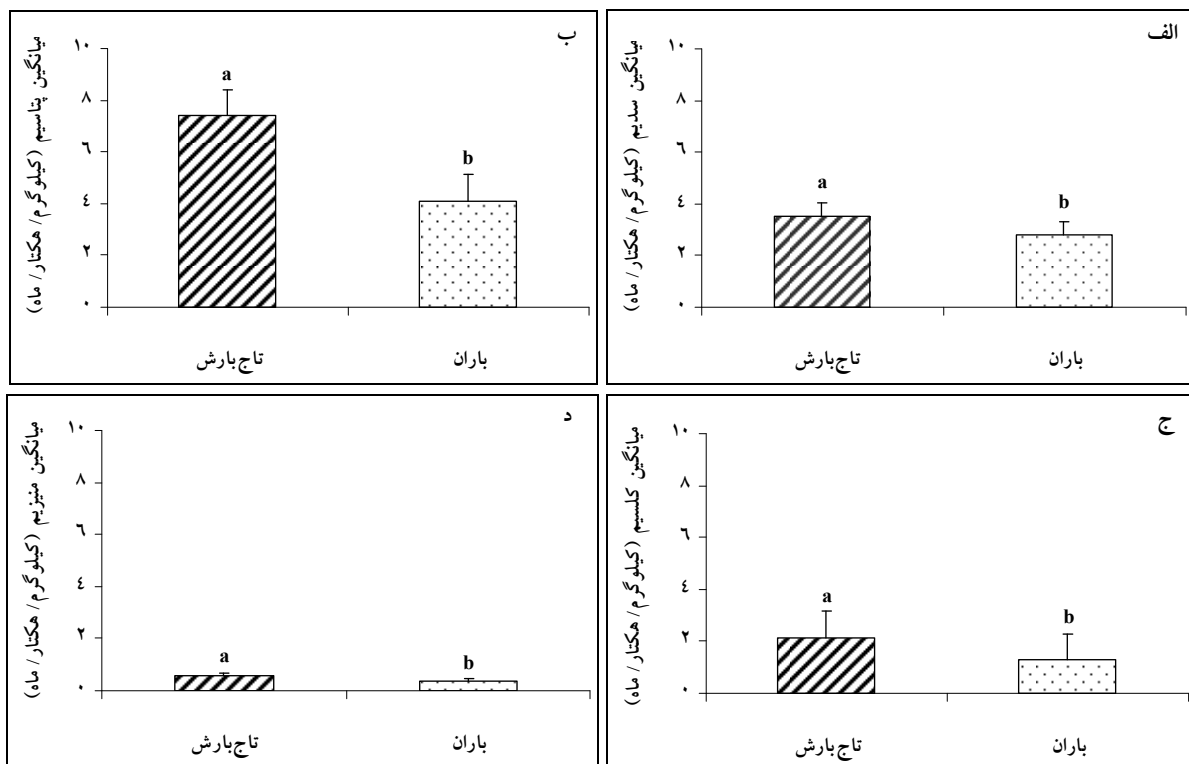
در زیر لاشریزه در داخل خاک نصب گردید (Brady & Weil, 1999)، به صورتی که دهانه ظرف روی سطح خاک و در زیر لاشریزه قرار گرفت. ضخامت لاشریزه در محل‌های تعبیه ظروف نیز اندازه‌گیری شد تا پس از جاگذاری ظروف به همان ضخامت، لاشبرگ بر روی لیوان قرار گیرد. برای تعیین میزان تغییرات کاتیون‌ها در زیر تاج و لاشریزه نسبت به آب باران و همچنین تعیین میزان بارندگی، ظرف استوانه‌ای شکل به ابعاد ۲۰×۵۰ سانتی‌متر در فضای آزاد تعبیه شد (فاصله فضای آزاد تا محل اندازه‌گیری ۷۰ متر بود). نمونه‌ها پس از ۱۶ بار بارندگی (۸ بار در زمستان و ۸ بار در بهار) از تاریخ ۸۷/۱۰/۱ تا ۸۸/۳/۳۱ جمع‌آوری شدند و ظروف با آب دوبار تقطیر، شستشو شده و دوباره جاگذاری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل دو بخش آزمایشگاهی و نرم‌افزاری بود که در بخش آزمایشگاهی اندازه‌گیری عناصر سدیم و پتاسیم موجود در آبشویی دو لایه به روش سوزاندن از طریق

پس از انتخاب درختان، ظروف جمع‌آوری نمونه در زیر تاج و لاشریزه آنها تعبیه شد. جمع‌آوری آبشویی تاج و لاشریزه از طریق نمونه‌برداری انجام شد. معمولی‌ترین روش برای جمع‌آوری تاج‌بارش و آبشویی لاشریزه، روش نقطه‌ای و سطحی است که با استقرار ظروف در زیر تاج و لاشریزه جمع‌آوری انجام می‌گردد (Brady & Weil, 1999; Liorens & Domingo, 2007). برای حذف اثر حاشیه‌ای، فاصله جمع‌آوری کننده‌ها از تنه درخت و حاشیه تاج یک متر بود و جمع‌آوری کننده‌ها در زیر تاج به صورت تصادفی پراکنده شدند. ظروف پلاستیکی استوانه‌ای با ابعاد ۷/۷۵×۲۳ سانتی‌متر با ۱۰۰ تکرار به صورت تصادفی در زیر تاج تعبیه گردید (Liorens & Domingo, 2007). ظروف جمع‌آوری محلول لاشریزه، استوانه‌ای پلاستیکی به ابعاد ۸×۱۱/۵ سانتی‌متر بود که دهانه آن برای ممانعت از ورود لاشریزه با تورهای آلومینیومی پوشانده شد و با ۵۰ تکرار به صورت تصادفی

نتایج

تمامی داده‌های حاصل از تاج‌بارش به‌غیر از سدیم از توزیع نرمال برخوردار بودند. بنابراین داده‌های عنصر مذکور با استفاده از روش تبدیل معکوس نرمال شد و سپس داده‌های نرمال با آب باران مقایسه گردید. میانگین کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم به‌ترتیب ۳/۵۴، ۷/۴۱، ۰/۵۶ و ۲/۱۴ کیلوگرم در هکتار در تاج‌بارش طی ۶ ماه با میانگین عناصر مذکور در آب باران به‌ترتیب ۲/۸۱، ۴/۱۱، ۰/۳۷ و ۱/۲۷ کیلوگرم در هکتار مقایسه شد. آزمون *t* اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵ درصد بین میانگین عناصر یادشده در تاج‌بارش و آب باران نشان داد، به‌طوری‌که به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین مربوط به عنصر پتاسیم و منیزیم بود (شکل ۲).

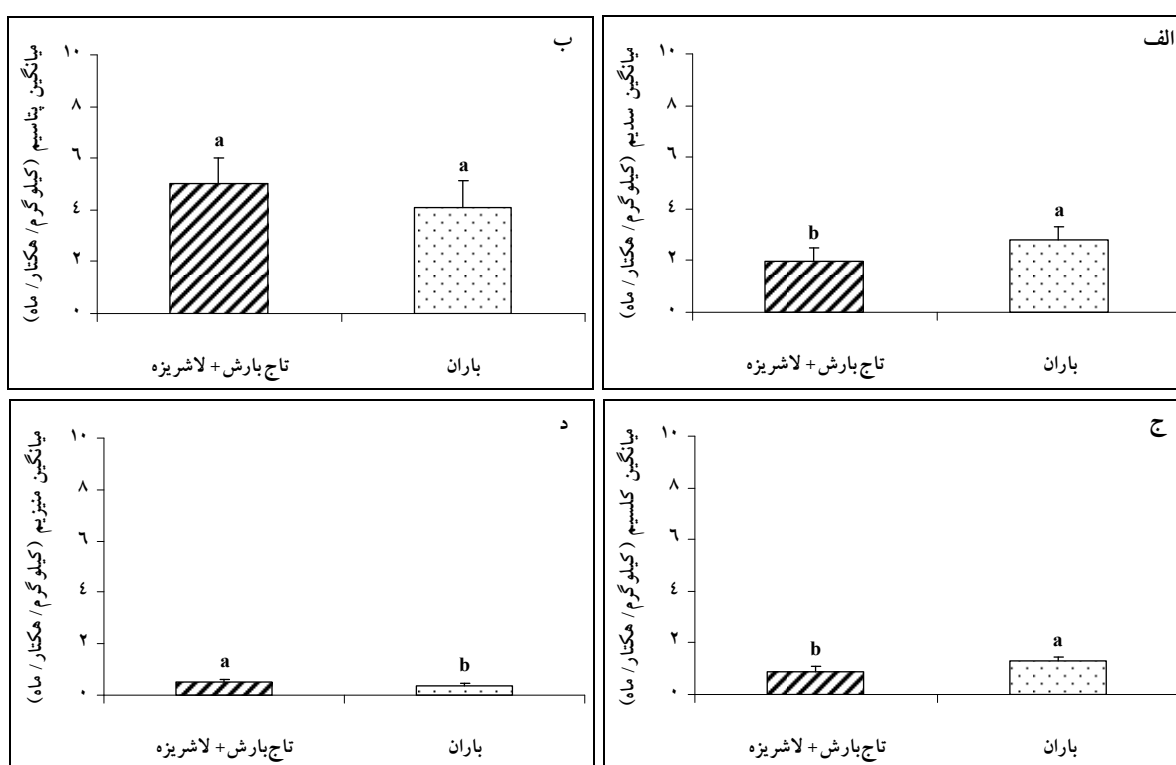
دستگاه فلیم فوتومتری براساس واحد ppm (Smith & Doran, 1996) و کلسیم و منیزیم موجود در آنها به‌وسیله لامپ کاتدی از طریق دستگاه جذب اتمیک براساس واحد ppm (Dewis & Freitas, 1970) انجام شد. داده‌های بدست آمده براساس مقدار محلول جمع‌آوری شده و تقسیم بر سطح جمع‌آوری به واحد کیلوگرم در هکتار تبدیل و تجزیه و تحلیل شدند. داده‌های حاصل از تحقیق در بانک نرم‌افزاری Excel ذخیره و به‌وسیله نرم‌افزار Spss پردازش شدند. به‌منظور مقایسه تغییرات کاتیون‌های آبشویی تاج‌گونه راش و آبشویی لاشریزه و تاج‌توده راش، نسبت به یکدیگر و با آب باران از آزمون *t* استفاده شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogrov-Smirnov) و همگنی واریانس‌ها نیز با آزمون لون بررسی شد.



شکل ۲- مقایسه غلظت کاتیون‌های سدیم (الف)، پتاسیم (ب)، کلسیم (ج) و منیزیم (د) در تاج‌بارش و باران با استفاده از آزمون *t* در سطح ۵ درصد

عناصر سدیم و کلسیم (به ترتیب ۱/۹۹ و ۰/۸۷ کیلوگرم در هکتار) در سطح ۵ درصد به طور معنی داری کمتر از مقدار سدیم و کلسیم (به ترتیب ۲/۸۱ و ۱/۲۷ کیلوگرم در هکتار) در آب باران بود. مقدار پتاسیم در لاشریزه ۵/۰۱ و آب باران ۴/۱۱ کیلوگرم در هکتار بود که اختلاف معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان نداد. براساس نتایج بدست آمده، بیشترین و کمترین میانگین در آبشویی تاج و لاشریزه مربوط به پتاسیم و منیزیم بود (شکل ۳).

غلظت عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در محلول عبوری از تاج بارش و لاشریزه با محتوی شیمیایی باران با استفاده از آزمون t مقایسه گردید. البته توزیع داده‌های عنصر کلسیم غیر نرمال بود که با استفاده از روش تبدیل جذر، نرمال شد و سپس مقایسه انجام گرفت. میانگین عنصر منیزیم در آبشویی لاشریزه در هر ماه ۰/۵۰ و باران ۰/۳۷ کیلوگرم در هکتار بود که در سطح ۵ درصد، به طور معنی داری بیشتر از آب باران بود. مقدار

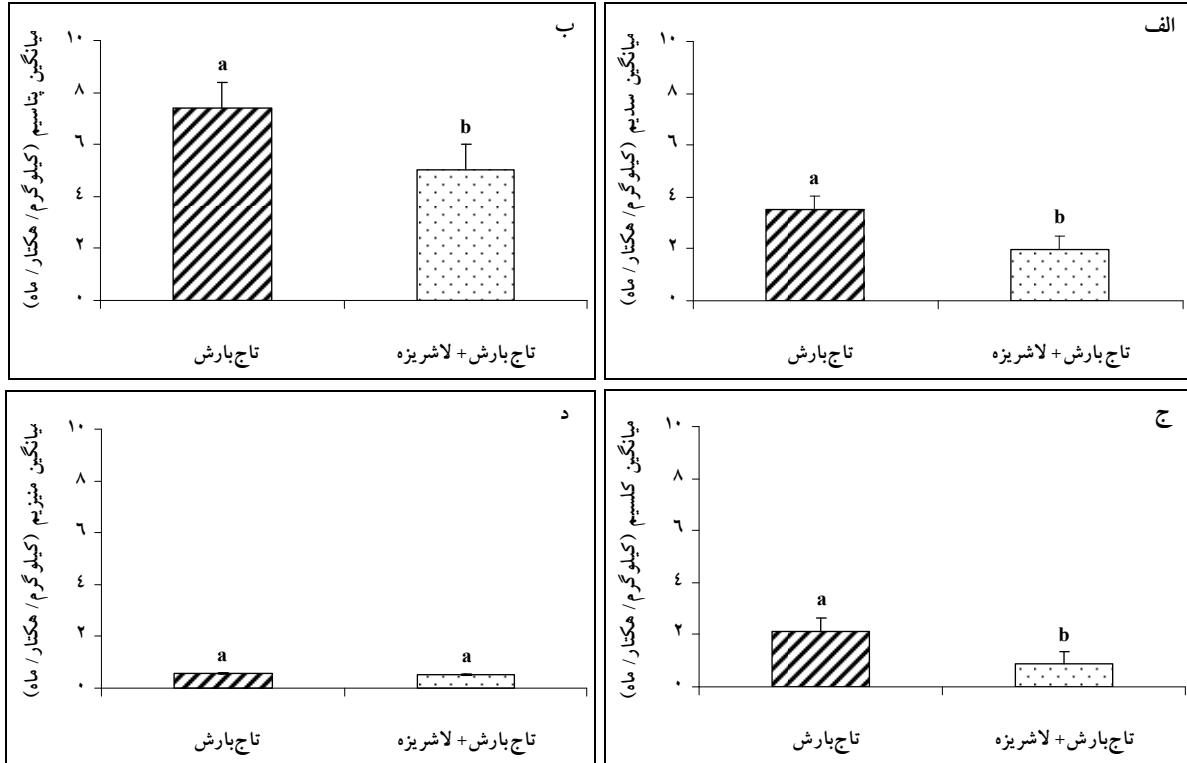


شکل ۳- مقایسه غلظت کاتیونهای سدیم (الف)، پتاسیم (ب)، کلسیم (ج) و منیزیم (د) در محلول لاشریزه + تاج بارش و باران با استفاده از آزمون t در سطح ۵ درصد

سطح ۵ درصد به طور معنی داری بیشتر از میانگین عناصر مذکور در آبشویی لاشریزه و تاج (به ترتیب ۱/۹۹، ۰/۸۷ و ۰/۵۰۱ کیلوگرم در هکتار) بود. میانگین عنصر منیزیم در آبشویی تاج (۰/۵۶ کیلوگرم در هکتار) که به صورت ناچیزی از میانگین آن در آبشویی لاشریزه و تاج (۰/۵۰ کیلوگرم در هکتار) بیشتر بود، اختلاف معنی داری را

مقایسه غلظت عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در تاج بارش با محلول لاشریزه و تاج با استفاده از آزمون t انجام شد. توزیع داده‌های سدیم و کلسیم با استفاده از روش تبدیل جذر، نرمال و سپس مقایسه شدند. میانگین عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم حاصل از آبشویی تاج (به ترتیب ۳/۵۴، ۷/۴۱ و ۲/۱۴ کیلوگرم در هکتار) در

نشان نداد. بیشترین و کمترین میانگین در دو لایه مذکور مربوط به پتاسیم در آبشویی تاج و منیزیم حاصل از آبشویی لاشریزه و تاج بود (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه غلظت کاتیون‌های سدیم (الف)، پتاسیم (ب)، کلسیم (ج) و منیزیم (د) در تاج بارش و محلول لاشریزه + تاج بارش با استفاده از آزمون t در سطح ۵ درصد

میزان عناصر در مجموع آبشویی لاشریزه و تاج در ۶ ماه محاسبه و ثبت شد که به جز عنصر سدیم، سایر عناصر در مجموع نسبت به آب باران افزایش چشمگیری داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین عناصر غذایی در باران، آبشویی تاج و لاشریزه در هر ماه در فصلهای زمستان و بهار

نوع ریزش	نوع پوشش	حجم آب (میلی‌متر)	سدیم (کیلوگرم در هکتار)	پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	کلسیم (کیلوگرم در هکتار)	منیزیم (کیلوگرم در هکتار)
باران	فضای آزاد	۴۱۱/۲۱	۲/۸۱	۴/۱۱	۱/۲۷	۰/۳۷
تاج بارش	توده آمیخته راش	۲۹۴/۸۹	۳/۵۴	۷/۴۱	۲/۱۴	۰/۵۶
آبشویی لاشریزه	توده آمیخته راش	۱۴۸/۴۳	۱/۹۹	۵/۰۱	۰/۸۷	۰/۰۵
مجموع آبشویی لاشریزه و تاج بارش*	توده آمیخته راش	-	۵/۵۳	۱۲/۴۲	۳/۰۱	۱/۰۶
درصد عناصر در آبشویی لاشریزه و تاج بارش نسبت به باران	توده آمیخته راش	-	۹۷	۲۰۲	۱۳۷	۱۸۶

* مقدار عددی تاج بارش و آبشویی لاشریزه + تاج بارش با در نظر گرفتن تکرار (هر کدام از میانگین ۳۰ اندازه‌گیری) و مجموع آبشویی لاشریزه و تاج بارش از مجموع میانگین‌های آبشویی لاشریزه و تاج بارش حاصل شده است.

بحث

قربانی و رحمانی (۱۳۸۶) در جنگل آمیخته راش سری یک (قطعه ۳۲) طرح دکتر بهرام‌نیا، مقدار تاج‌بارش را طی ۶ ماه زمستان و بهار ۲۲۱/۵۹ میلی‌متر گزارش نمودند که نشان‌دهنده ۵۲/۸۹ درصد اتلاف بارندگی است. در این تحقیق، میزان کل بارش طی ۶ ماه (۸۷/۱۰/۱) تا ۸۸/۳/۳۱ (۴۱۱/۲۱ میلی‌متر بود که سهم تاج‌بارش ۲۹۴/۸۹ میلی‌متر و درصد اتلاف تاج‌بارش ۲۸/۲۸ درصد است. بیشتر جنگلها، غنای عناصر موجود در آب باران به هنگام عبور از تاج و لاشریزه در افزایش می‌یابد که این افزایش را می‌توان به مبادله کاتیون‌ها و یا شستشوی عناصر غذایی رسوب کرده در تاج و آبخویی آن از تاج و لاشریزه نسبت داد. آبخویی کاتیون‌ها از بخش‌های مختلف گیاهی یکی از عوامل مهم در انتقال مواد غذایی به صورت مستقیم و بدون دخالت عوامل تجزیه از گیاه به خاک می‌باشد.

غلظت عناصر پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سدیم در تاج‌بارش گونه راش در سطح ۵ درصد، به‌طور معنی‌داری بیشتر از آب باران بود که این نتایج با یافته‌های تحقیقات Alcock & Morton (1985)، Weyno (2001)، Dezzo & Chacon (2006) و Chuyong *et al.* (2004) مطابقت دارد.

البته در میان کاتیون‌ها در آبخویی تاج، پتاسیم با سرعت بسیار زیادی شسته می‌شود که مرتبط با غلظت و تحرک زیاد آن در آب باران و بافت‌های گیاهی است. در میان بافت‌های گیاهی، بافت چوبی سرشار از پتاسیم است که آن را به‌میزان زیاد از طریق برگ به خارج ترشح می‌نماید. بنابراین غلظت زیاد پتاسیم در بافت چوبی برگ و ترشح آن به خارج و شستشوی سطوح شاخ و برگ به‌وسیله باران را می‌توان دلیل افزایش این عنصر در آبخویی تاج دانست (افزایش ۳/۳ کیلوگرم در هکتار در ماه نسبت به آب باران).

غلظت و تمرکز کلسیم جذب شده در شاخ و برگ بسیار بیشتر از ریشه است. از آن جا که غلظت عناصر در اندام‌های گیاهی با آبخویی رابطه نزدیک دارد، می‌توان افزایش کلسیم در آبخویی تاج را (افزایش ۰/۸۷ کیلوگرم در هکتار در ماه نسبت به آب باران) به فراوانی این عنصر در اندام‌های هوایی به‌ویژه تاج و آبخویی کمتر آن نسبت به عنصر پتاسیم را به عدم تحرک آن نسبت داد. افزایش غلظت منیزیم به‌هنگام عبور باران از تاج (۰/۱۹ کیلوگرم در هکتار در ماه) به تمرکز زیاد منیزیم در برگها و بذرها و فراوانی این بخش‌ها در تاج مرتبط است. رسوبات اتمسفری نیز به‌عنوان یک عامل فرعی در افزایش عناصر یادشده در آبخویی تاج دخالت دارند که نمی‌توان آنها را نادیده گرفت. رسوبات اتمسفری که به‌صورت گرد و غبار به‌وسیله باد به جنگل وارد می‌شوند بر روی بخش‌های هوایی گیاه نشست کرده و زمان آبخویی به‌همراه ترشحات تاج شسته و وارد خاک می‌شوند. عنصر سدیم جزء عناصری است که مقدار کمی از آن از طریق مبادله کاتیون‌ها و بیشتر آن از طریق شستشوی رسوبات اتمسفری از سطح تاج وارد خاک می‌شود. بنابراین دلیل افزایش اندک سدیم (۰/۷۳ کیلوگرم در هکتار در ماه) در آبخویی تاج نسبت به آب باران را می‌توان به دوری منطقه مورد مطالعه از دریا دانست و غلظت زیاد آن در تحقیق Weyno (2001) را می‌توان به وجود اقیانوس و رسوبات دریایی که از سمت اقیانوس به جنگل وارد می‌شوند، نسبت داد. به‌طور کلی در مقایسه غلظت عناصر بین محلول لاشریزه و تاج‌بارش توده راش با آب باران، میانگین عنصر منیزیم در سطح ۵ درصد، به‌طور معنی‌داری بیشتر و عناصر سدیم و کلسیم کمتر از آب باران بود. عنصر پتاسیم به‌رغم غلظت بیشتر در آبخویی لاشریزه و تاج نسبت به آب باران، از اختلاف معنی‌داری برخوردار نبود. آبخویی پتاسیم در فصل خزان هنگامی که برگ بر روی درخت است شروع می‌شود. پتاسیم عنصر سازنده ساختار سلولی نیست و به‌طور عمده به‌صورت نمک قابل حل در پرتوپلاسم سلول‌های گیاهی حضور دارد، بنابراین

قدرت تحرک عناصر ارتباط دارد. افزایش عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در تاج بارش (۱/۵۵، ۲/۴ و ۱/۲۷ کیلوگرم در هکتار در ماه) نسبت به آبخویی لاشریزه و تاج را می توان به ترشحات شاخ و برگ در تاج، وجود رسوبات اتمسفری و مبادله کاتیون ها در اندام های هوایی گیاه نسبت داد. عنصر منیزیم در دو بخش آبخویی لاشریزه و تاج با تاج بارش تقریباً یکسان بوده و اختلاف معنی داری را نشان نداد که نتیجه مزبور با نتیجه *Currie et al. (1999)* مطابقت دارد. حجم آب حاصل از آبخویی لاشریزه در شش ماه ۱۴۸/۴۳ میلی متر بود که تقریباً به ترتیب ۳۶/۰۹ و ۵۰/۳۲ درصد حجم آب باران و تاج بارش را تشکیل می دهد. حجم کمتر آبخویی لاشریزه نسبت به باران و تاج بارش سبب شده که به رغم غلظت بیشتر عناصر در محلول برحسب میلی گرم در لیتر، مقدار عناصر کمتری برحسب کیلوگرم در هکتار به خاک وارد شود. یکی دیگر از دلایل کاهش برخی از عناصر در بخش آبخویی لاشریزه و تاج نسبت به تاج بارش و آب باران را می توان به حالت اسفنجی لاشریزه و جذب و نگهداری آب به وسیله آن نسبت داد. همچنین حضور و فعالیت میکروارگانیسم ها و پوشش گیاهی کف جنگل که جذب رطوبت و عناصر غذایی را افزایش می دهند نیز عامل دیگری است که کاهش آبخویی عناصر در لایه مذکور را تشدید می نماید.

کاتیون ها عناصر ضروری برای رویش گیاه و حاصل خیزی خاک می باشند. بازگشت عناصر از طریق تجزیه در زمان بسیار طولانی انجام می شود که منجر به فقر خاک در کوتاه مدت خواهد شد. آبخویی درختان، عناصر را بدون دخالت عوامل مؤثر در تجزیه، در کوتاه مدت وارد چرخه عناصر غذایی نموده و بر مقدار آنها در خاک افزوده و در نهایت سبب حاصل خیزی خاک و افزایش محصول می شود. آبخویی تاج و لاشریزه در مجموع ۵/۵۳، ۱۲/۴۲، ۳/۰۱ و ۱/۰۶ کیلوگرم در هکتار سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در هر ماه به خاک وارد می کند که به غیر از سدیم، سایر عناصر مقدارشان ۱/۳ تا ۲

هنگامی که دیواره خارجی سلول تخریب شود به آسانی از لاشبرگ شسته می شود. افزایش پتاسیم (۰/۹ کیلوگرم در هکتار در ماه) در آبخویی لاشریزه و تاج را می توان به حرکت آب، انحلال و تحرک زیاد و شستشوی سریع پتاسیم در لاشریزه و غنای عنصر مذکور در بافت های گیاهی به ویژه شاخ و برگ و آب عبوری از تاج نسبت داد. عنصر منیزیم دارای تحرک و انحلال کمتری نسبت به پتاسیم می باشد. بنابراین آبخویی آن به میزان کمتر و به صورت تدریجی در لاشریزه رخ خواهد داد. از آن جا که منیزیم تحرک بیشتری از کلسیم و سدیم دارد، سریع تر از این دو عنصر آبخویی شده و به مقدار آن در زمان عبور آب باران از لاشریزه افزوده می گردد (۰/۱۳ کیلوگرم در هکتار در ماه). تغییرات فیزیکی و شیمیایی در لاشریزه که منجر به آزاد شدن عناصر می شود به گندی صورت می پذیرد. این فرایند به ویژه برای عناصری مانند کلسیم به علت عدم تحرک و حضور در لایه های میانی دیواره سلول های لاشبرگ با پیوند کوالانسی، بسیار کند می باشد؛ بنابراین عنصر کلسیم در کوتاه مدت به سختی آزاد می شود. فرایند آبخویی، افزایش و انتقال عناصر در کوتاه مدت و به صورت مستقیم می باشد، بنابراین دلایل یاد شده می تواند عوامل کاهش میزان عنصر کلسیم در آبخویی لاشریزه و تاج باشد (۰/۴ کیلوگرم در هکتار در ماه کاهش نسبت به باران). کاهش عنصر سدیم در آبخویی لاشریزه و تاج (۰/۸۲ کیلوگرم در هکتار در ماه کاهش نسبت به باران) را می توان به حضور فراوان آن در رسوبات اتمسفری و عدم وجود رسوبات اتمسفری در بخش لاشریزه نسبت داد.

در مقایسه میانگین غلظت عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در آبخویی لاشریزه و تاج با تاج بارش، مقدار عناصر مذکور در محلول تاج بارش در سطح ۵ درصد، به طور معنی داری بیشتر از آبخویی لاشریزه و تاج بود که با نتایج *Currie et al. (1999)* مطابقت داشت. برخی از عناصر غذایی مانند پتاسیم در تاج و لاشبرگ به سهولت و بسیار سریع شسته می شوند و برخی مانند سدیم، منیزیم و کلسیم به گندی و ناقص شسته می شوند که این مسئله با

- Garansabana, Southern Venezuela. *Forest Ecology and Management*, 234: 218-226.
- Dijkstra, F.A. and Smits, M.M., 2002. Tree species effects on calcium cycling the role of calcium uptake in deep soils. *Ecosystems*, 5: 385-398.
 - Dijkstra, F.A., Van breemen, N., Jongmans, A.G., Davies, G.R. and Likens, G.E., 2003. Calcium weathering in forested soils and the effect of different tree species. *Biogeochemistry*, 62: 253-275.
 - Eaton, J.S., Likens, G.E. and Bormann, F.H., 1973. Throughfall and stemflow chemistry hardwood forest. *J. Ecol.*, 61: 498-508.
 - Finck, A., 1986. *Pflanzen Ernährung in Stichworten*. Passavia GmbH Passau. Printed in Germany. 200 p.
 - Gordon, A.M., Chourmouzis, C. and Gordon, A.G., 2000. Nutrient inputs litterfall and rainwater fluxes in 27-year-old red, black and white spruce plantations in central Ontario, Canada. *For. Ecol. and Manage.*, 138: 65-78.
 - Goa, Y.X., Liu, L.G. and Shu, J.M., 1992. Acid deposition-canopy interaction model. *Acta Environ. Sin.*, 12: 316-324.
 - Liorens, P. and Domingo, F., 2007. Rainfall partitioning by vegetation under Mediterranean rainfall: Examples from a young and an old-growth Douglas-fir forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 130: 113-129.
 - Moreno, G., Gallardo, J.F. and Cuadrado, S., 1994. Deposición atmosférica de bioelementos su modificación por la cubierta vegetal en bosques de *Quercus persica* de la Sierra de Gata (Sal manca). In: Gallardo, J.f. (ed.). *biogeoquímica de ecosistemas*. Valla dolid, Spain: Junta de castilla y león: 201-205.
 - Neiryneck, J., Mirtcheva, S., Sioen, G. and Lust, N., 2000. Impact of *Tilia platyphyllos* Scop., *Fraxinus excelsior* L., *Acer pseudo-platanus* L., *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. on earthworm biomass and physico-chemical properties of loamy topsoil. *For. Ecol. and Manage.*, 133: 275-286.
 - Parker, G.G., 1983. Throughfall and stemflow in the forest nutrient cycle. *Adv. Ecol. Res.*, 13: 57-133.
 - Perez-Suarez, M., Fenn, M.E., Centina-Alcala, V.M. and Aldrete, A., 2008. The effects of canopy cover on throughfall and soil chemistry in two forest sites in the Mexico city air basin. *Atmosfera.*, 21 (1): 83-100.
 - Rejina, I.S. and Tarazona, T., 2000. Nutrient return to the soil through litterfall and throughfall under beech and pine stands of Sierra de la Dewmanda, Spain. *IRN A-CSIC, Salamanca*, 14: 239-253.
 - 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.), *Methods for assessing soil quality*. SSSA Species Publ. 49. Madison, WI: 169-185.
 - Weyno, L., 2001. Nutrient cycling in a montane moist evergreen broad-leaves forest (Lithocarpus/Castanopsis Association) in Ailao Mountains Yunnan Southwestern China. *Department of Environmental Biology*, 221 p.
- برابر عناصر موجود در آب باران می باشد (جدول ۲). بنابراین آبشویی عناصر از درختان باید به عنوان یک عامل مهم و مؤثر در جلوگیری از کاهش عناصر غذایی در کوتاه مدت در خاک های فقیر در نظر گرفته شود. با کاشت و پرورش جنگل در سطوح وسیع در کشور می توان هم از فقر خاک جلوگیری نمود و هم از هوای پاک و سایر تولیدات اقتصادی- اجتماعی جنگل استفاده کرد.
- ### منابع مورد استفاده
- بلندیان، ه، ۱۳۷۸. شناخت جنگل. انتشارات دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ۲۴۲ صفحه.
 - بی نام، ۱۳۸۷. طرح تجدیدنظر جنگل داری سری یک شصت کلاته. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴۸۱ صفحه.
 - قربانی، س. و رحمانی، ر، ۱۳۸۷. برآورد اتلاف تاجی، ساقاب و تاج بارش در توده طبیعی راش شرقی (جنگل شصت کلاته). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶ (۴): ۶۴۸-۶۳۸.
 - Alban, D.H., 1982. Effects of nutrient accumulation by aspen, spruce, and pine on soil properties. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 46: 853-861.
 - Alcock, M.R. and Morton, A.J., 1985. Throughfall and stemflow in woodland recently established on nutrient content of heathland. *Journal of ecology*, 73: 625-663.
 - Bernhard-Reversat, F., 1975. Nutrient in throughfall and their quantitative importance in rainforest mineral cycles: 153-159. In: Golly, F.B. and Medina, E., (eds.). *Tropical Ecological Systems: trends in terrestrial and aquatic research*, Springer-Verlag, New York, 398 p.
 - Brady, N.C. and Weil, R.R., 1999. *The Nature and Properties of Soils*, 12th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ., 960 p.
 - Chuyong, G.B., Newbery, D.M. and Songwe, N.C., 2004. Rainfall input, throughfall and stemflow of nutrients in a central African rain forest dominated by ectomycorrhizal trees. *Biogeochemistry*, 67: 73-91.
 - Currie, W.S., Aber, J.D. and Driscoll, Ch.T., 1999. Leaching of nutrient cations from the forest floor: effects of nutrient saturation in two long-term manipulations. *Can. J. for. Res.*, 29: 609-620.
 - Dewis, J. and Freitas, F., 1970. Physical and chemical methods of soil and water analysis. *FAO Soil Bulletin*, No (10), Roma, 275 p.
 - Dezzo, N. and Chacon, N., 2006. Nutrient fluxes in incident rainfall, throughfall and in stemflow adjacent primary and secondary forests of the

Effect of throughfall and forest floor leachate of beech on base cation dynamics in mixed stand

M. Moslehi^{1*}, H. Habashi² and F. Khormali³

1* - Corresponding author, M.Sc. Student of silviculture and forest ecology, Faculty of forestry and wood technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Iran. E-mail: maryam.moslehi@gmail.com

2- Assistant Prof., Faculty of forestry and wood technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Iran.

3- Associate Prof., Faculty of agricultural sciences, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Iran.

Received: 24.11.2009

Accepted: 18.07.2010

Abstract

In forest ecosystems, there is an important interaction between hydrological cycle and nutrient contents. Rainfalls not only have an important role for entrance of nutrient contents to forest ecosystem, but also have an important role to transfer elements from canopy to forest floor and soil. This study performed to investigate the effect of throughfall and forest floor leachate on base-cations dynamics in a mixed hyrcanian beech forest in Golestan province. Throughfall and forest floor leachate samples were taken through 6 months (winter and spring 2008). Amount of base-cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ and K^+) were compared by T-Test between rainfalls and throughfall. Results showed that the amount of Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ and K^+ contents in throughfall were higher than rainfall ($p < 0.05$). Also total content of Mg^{2+} in throughfall and forest floor leachate compared to rainfall was higher, while Ca^{2+} and Na^+ were lower, significantly ($p < 0.05$). Finally, amount of base-cations were compared by T-Test between throughfall and forest floor leachate. Results showed that the amount of Na^+ , Ca^{2+} and K^+ contents in throughfall were higher than that of forest floor leachate ($p < 0.05$). In total, canopy and forest floor leaching have added 5.53, 12.42, 3.01 and 1.06 ($\text{Kg ha}^{-1} \text{ month}^{-1}$) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} , respectively to the soil that were about 97, 202, 137 and 186 percent of the amount of those cations in the rainfall. Therefore, nutrient elements leaching cause soil fertility and increasing of forest products in a short time.

Key words: Leaching, base-cations dynamic, throughfall, litterfall, beech.