دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

ترکیب شیمیایی تاج‌بارش توده‌های دست‌کاشت پلت و بروسیا در شرق مازندران

محیا تفضلی[۱]، پدرام عطارد[۲]، سید محمد حجتی[۳] و مهرسده تفضلی[۱]

۱- دکتری جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسوول: mahya_tafazoli@yahoo.com)
۲- دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
۳- دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۹
صفحه: ۳۹ تا ۴۷

چکیده

تغییر در کیفیت باران رسیده به بستر جنگل از مهم‌ترین پیامدهای جنگل‌کاری با گونه‌های بومی و غیر بومی جهت احیای جنگل‌های مخروبه خزری است. هدف از اجرای تحقیق حاضر، مقایسه ترکیب شیمیایی آب تاج‌بارش توده‌های دست‌کاشت پلت (*Acer velutinum* Bioss.) و بروسیا (*Pinus brutia* Ten.) در جنگل دارابکلای ساری بود. مقدار آب باران و آب تاج‌بارش از ۱۵ اردیبهشت تا ۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۱ به ترتیب با استفاده از شش و ۲۰ عدد جمع‌آوری‌کننده پلاستیکی جمع‌آوری شدند. جهت مقایسه غلظت عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم در آب تاج‌بارش توده‌های مذکور با آب باران، غلظت عناصر مذکور در چهار نمونه آب تاج‌بارش از هر توده و چهار نمونه آب باران در هر ماه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد مقدار متوسط هدایت الکتریکی آب تاج‌بارش در فصل رویش در توده پلت (۱۷۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) به‌طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) بیشتر از توده بروسیا (۱۳۵ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) و آب باران (۵۵ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) بود. متوسط غلظت در دوره اندازه‌گیری برای عناصر پتاسیم (پلت ٦/١٥ و بروسیا ٥/٦٣ میلی‌گرم بر لیتر)، کلسیم (پلت ۰/۵۳ و بروسیا ۰/۸۳ میلی‌گرم بر لیتر) و منیزیم (پلت ۰/۵۹ و بروسیا ۰/۵۵ میلی‌گرم بر لیتر) بین دو توده پلت و بروسیا بدون تفاوت معنی‌دار (p>۰/۰۵) اندازه‌گیری شد. متوسط غلظت عناصر پتاسیم و منیزیم در دوره مورد مطالعه در آب تاج‌بارش توده‌های پلت (پتاسیم: ٦/١٥ و منیزیم: ۰/۵۹ میلی‌گرم بر لیتر) و بروسیا (پتاسیم: ٥/٦٣ و منیزیم: ۰/۵۵ میلی‌گرم بر لیتر) به‌طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) بیشتر از آب باران (پتاسیم: ۰/٢٤ و منیزیم: ۰/۳۲ میلی‌گرم بر لیتر) بود. نتایج این تحقیق نشان داد که جنگل‌کاری منجر به تغییر در کیفیت آب رسیده به جنگل می‌شود. لازم است در مطالعات آینده، تأثیر سایر گونه‌های بومی و غیر بومی نیز بر ترکیب شیمیایی آب تاج‌بارش مطالعه شود.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌کاری، تاج‌بارش، عناصر غذایی، پلت، بروسیا

مقدمه

توالی جنگل‌های طبیعی کشور به‌دلیل بهره‌برداری‌های غیر اصولی و عدم تجدید حیات طبیعی در مناطق مختلف در تهدید قرار گرفته است. با توجه به روند تخریب منابع طبیعی و مخصوصاً جنگل‌ها، لزوم حفاظت، بازسازی و توسعه این منابع شدیداً احساس می‌شود. از این جهت می‌توان با انجام عملیات جنگل‌کاری نسبت به احیاء جنگل‌ها کمک نمود (۲۶). به‌طورکلی، جنگل‌کاری منجر به تغییر در عوامل زیستی رویشگاه می‌شود، لذا ارزیابی جنگل‌کاری‌های انجام شده نقش مهمی در ایجاد جنگل‌هایی با کیفیت و کمیت بهتر در آینده خواهد داشت. از جمله اثرات جنگل‌کاری می‌توان به تأثیر آن بر چرخه هیدرولوژی جنگل اشاره کرد که نه تنها منجر به تغییر در کمیت آب رسیده به کف جنگل شده بلکه منجر به تغییر در ترکیب شیمیایی آب رسیده به کف جنگل نیز می‌شود (۶،۳).

در بوم‌سامانه‌های جنگلی رابطه مهمی بین چرخه هیدرولوژیک و عناصر غذایی وجود دارد. باران منبع مهمی برای ورود[1] عناصر به بوم‌سامانه‌های جنگلی است. آب تاج‌بارش[2]، در حقیقت بخشی از بارندگی است که کمیت و کیفیت آن با عبور از تاج درختان جنگل تغییر کرده و وارد خاک می‌شود (۹،۲۳،۲۵). در این فرآیند، درختان پویا عمل کرده و چگونگی انتشار مواد غذایی در زی‌توده، پوشش کف و خاک معدنی را (۲۹) از طریق آبشویی تاج[3] به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهند (۴،۱۴). در آبشویی تاج، مواد غذایی به‌صورت مستقیم و بدون دخالت عوامل مؤثر بر فرآیند تجزیه، در خاک جنگل افزایش می‌یابند (۹). تغییر در ترکیب شیمیایی آب باران توسط تاج درختان، به‌عنوان یک مسیر مهم در پویایی مواد غذایی در جنگل شمرده می‌شود (۳۰). شدت تغییرات ترکیب شیمیایی آب باران بسته به نوع گونه، شدت بارندگی، خصوصیات ساختاری جنگل، طول مدت بارندگی و دما، ترکیب شیمیایی بارندگی و فیزیولوژی درختان متفاوت می‌باشد. همچنین مبادله عناصر بین تاج و آب باران مرتبط با یون‌های ذخیره شده در شاخ و برگ و جوانه‌ها است که به‌شدت تحت تأثیر خصوصیات فیزیولوژی تاج می‌باشد (۳۵). بارندگی با شدت کم، زمان مبادله عناصر بین آب تاج‌بارش و شاخه و برگ را افزایش می‌دهد (۱۵). همچنین تغییرات فصلی و ماهیانه ترکیب شیمیایی بارش می‌تواند تأثیر معنی‌داری در آبشویی کاتیون‌ها در تاج بگذارد به‌طوری‌که آبشویی پتاسیم به‌وسیله بارش کنترل می‌شود (۳۵).

مهمترین عناصری که از طریق آب تاج‌بارش به خاک جنگل اضافه می‌شود شامل پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌باشد (۹). پتاسیم از عناصر ضروری گیاهان و فراوان‌ترین عنصر موجود در پیکره گیاه پس از ازت است. پتاسیم از عناصر پرمصرف است و تقریباً در تمام فرآیندهای سوخت‌وساز گیاه نقش دارد (۵). پتاسیم به‌صورت یون (K^+) با صرف انرژی از خاک جذب شده، وظایف برقراری پتانسیل اسمزی، فعال

1- Flux 2- Throughfall 3- Canopy Leaching

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-06]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.14.1.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.14.39]

کردن آنزیم‌ها (به‌عنوان کوآنزیم)، تثبیت pH، سنتز پروتئین، باز و بسته شدن روزنه‌ای، انبساط سلولی، فتوسنتز و تعادل آنیونی را در گیاه به‌عهده دارد (۱۱). کلسیم به‌عنوان عنصر ضروری مورد نیاز گیاه شناخته شده است. توجه زیاد به کلسیم از نقطه نظر حاصل‌خیزی و کاربرد آن به عنوان ماده اصلاح‌کننده خاک‌های اسیدی و بهبود ساختمان خاک است (۵). کلسیم یکی از مهم‌ترین عناصر معدنی است که نقش مهمی در رشد و توسعه ریشه دارد. کلسیم وظیفه تنظیم تنفس و همچنین عرضه ازت در اندام‌های گیاه را به‌عهده دارد و به‌صورت یون Ca^{2+} جذب گیاه می‌شود (۱۷).

منیزیم تنها عنصر فلزی موجود در کلروفیل می‌باشد و به‌عنوان هسته مرکزی سازندهٔ کلروفیل معرفی می‌شود. بنابراین منیزیم به‌طور غیر مستقیم در سوخت‌وساز و فتوسنتز درختان نقش دارد. منیزیم همچنین در فعالیت آنزیم‌ها در گیاهان نقش داشته و حامل‌های فسفری را که در جذب سایر عناصر مؤثر می‌باشند، فعال می‌کند (۲۴). افزون‌برآن منیزیم در تنفس گیاهان نیز دخالت دارد. این عنصر در سنتز پروتئین در گیاهان نیز دخالت دارد و به‌صورت یون Mg^{2+} جذب گیاه می‌شود (۱۷).

با توجه به اهمیت موضوع مطالعات مرتبطی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. مصلحی و همکاران (۲۸) تغییرات خصوصیات شیمیایی تاج‌بارش و آب‌شویی پوشش کف (سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) گونه راش در دوره رویش و استراحت، در توده راش- ممرز را در سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا در استان گلستان بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که آب‌شویی عناصر سدیم و پتاسیم تاج در دوره استراحت به‌طور معنی‌داری بیشتر از دوره رویش است. مصحلی و همکاران (۲۷) تأثیر آبشویی تاج و لاش‌ریزه گونه راش در توده آمیخته را بر پویایی کاتیون‌های بازی بررسی کردند. نتایج نشان داد که مقدار کلیه کاتیون‌ها (کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم) در تاج‌بارش به‌طور معنی‌داری بیشتر از آب باران در فضای باز می‌باشد. در مطالعه‌ای در جنوب کره روی گونه‌های *Pinus densiflora*، *Robinia pseudoacacia* و*Castanea crenata* شیمی آب باران و آب تاج‌بارش مورد مطالعه قرار گرفت. به‌طورکلی غلظت کاتیون‌های قلیایی (پتاسیم، کلسیم و منیزیم) در تاج بارش افزایش یافته بود (۱۲).

بارندگی مهم‌ترین منبع تأمین آب در بوم‌سامانه‌های جنگلی محسوب می‌شود. کاشت گونه‌های جدید بومی و غیربومی، علاوه بر تغییر در کمیت آب باران رسیده به کف جنگل، منجر به تغییر در کیفیت آن شده و ترکیب شیمیایی آب باران را تغییر می‌دهند. شناخت روابط بین چرخه هیدرولوژیک و مواد غذایی و مطالعه تأثیر گونه‌های مختلف و به‌ویژه گونه‌های غیر بومی، بر کیفیت آب تاج‌بارش به‌عنوان یکی از راه‌های ورود عناصر غذایی به بوم‌سامانه، در کنار مطالعات مربوط به نرخ تجزیه لاشبرگ و رقابت ریشه‌ای، می‌تواند در جهت مدیریت بهتر جنگل و انتخاب گونه‌های مناسب در راستای جنگل‌کاری و احیا جنگل، مؤثر باشد. با اطلاع از مقادیر ورود عناصر غذایی از طریق آب تاج‌بارش و نیاز تغذیه‌ای گونه‌ها می‌توان دو گونه را که می‌توانند نیازهای یکدیگر را تأمین کنند با در نظر گرفتن سایر عوامل مؤثر بر رشد و رویش، در کنار یکدگیر کاشت. هدف از اجرای این پژوهش، مقایسه غلظت عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم آب تاج‌بارش توده‌های دست‌کاشت پلت و بروسیا با غلظت این عناصر در آب باران در محوطه باز بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

به‌منظور انجام این تحقیق، توده‌های دست‌کاشت پلت و بروسیا واقع در پارسل ۳۹ (ارتفاع از سطح دریا، ۳۶۰ متر) طرح جنگل‌داری دارابکلا ساری (حوزه ۷۴) به‌ترتیب با مساحت‌های یک و ۰/۶ هکتار انتخاب شدند. مشخصات توده‌های مورد مطالعه در این تحقیق در جدول ۱ گنجانده شده است. جنگل‌های دارابکلا بین طول جغرافیایی ″۰۰ ′۲۰ °۵۲ تا ″۰۰ ′۳۱ °۵۲ شرقی و بین عرض جغرافیایی ″۰۰ ′۲۸ °۳۶ تا ″۰۰ ′۳۳ °۳۶ شمالی واقع شده است. در این منطقه، جنگل‌هایی که مجاور روستاهای اوسا، مرسم و دارابکلا قرار داشتند مخروبه شده و سیر قهقرایی به خود گرفته بودند. سازمان جنگل‌ها و مراتع در سال ۱۳۶۶ نسبت به قطع یکسره و عملیات جنگل‌کاری در سطحی حدود ۷۰ هکتار از این اراضی اقدام نمود که مهمترین گونه‌های مورد استفاده شامل بلندمازو (*Quercus castaneifolia C.A. Mey*)، پلت (*Acer velutinum*)، توسکا ییلاقی (*Alnus subcordata*)، زربین (*Cupressus sempervins var. horizantalis C.A.*) و کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten) می‌باشد. نهال‌کاری با فاصله کاشت ۲×۲ متر از یکدیگر انجام شده و عملیات پرورشی در طول مدت ۲۰ سال گذشته به حفاظت از عرصه‌های جنگل‌کاری محدود شده است (۲).

جدول ۱- مشخصات کمی توده‌های دست‌کاشت پلت و بروسیا در جنگل دارابکلا ساری (۱۶)

Table 1. Quantitative characteristic of Persian maple and Turkish pine Plantations in Darabkola Forest

گونه	مساحت (هکتار)	میانگین قطر (سانتی‌متر)	میانگین ارتفاع (متر)
پلت	۱	۲۰±۵	۱۹±۳
بروسیا	۰/۶	۱۴±۳	۱۲±۱

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-06]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.14.1.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.14.39]

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-06]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.14.1.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.14.39]

نمونه‌برداری آب باران و آب تاج‌بارش

مقدار آب باران و آب تاج‌بارش در توده‌های پلت و بروسیا در دو فصل رویش (۱۵ اردیبهشت تا ۱۵ آبان ماه) و فصل خزان (۱۵ آبان تا ۱۵ اسفند ماه) جمع‌آوری شدند. برای جمع‌آوری آب باران از شش عدد جمع‌آوری‌کننده باران از جنس پلاستیک با قطر دهانه هشت سانتی‌متر و ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر در فضای باز مجاور توده‌های پلت و بروسیا استفاده شد. جهت جمع‌آوری آب تاج‌بارش، تعداد ۲۰ عدد جمع‌آوری‌کننده پلاستیکی با قطر دهانه هشت سانتی‌متر (مشابه جمع‌آوری‌کننده آب باران)، به‌صورت تصادفی زیر تاج پوشش توده‌های پلت و بروسیا نصب شدند. توزیع جمع‌آوری‌کننده‌ها به‌گونه‌ای بود که کل توده را پوشش دهد (۳۵،۱). جمع‌آوری‌کننده‌ها به‌صورت عمودی در سطح زمین مستقر شدند، بدین منظور در زمین چاله‌ای به عمق ده سانتی‌متر به‌صورت استوانه‌ای حفر شده و جمع‌آوری‌کننده‌ها درون آن‌ها قرار داده شدند. حجم آب تاج‌بارش جمع‌آوری شده درون جمع‌آوری‌کننده‌ها هم‌زمان با اندازه‌گیری آب باران با استفاده از استوانه مدرج با دقت دو میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری، هر جمع‌آوری‌کننده تمیز شد و در جای اولیه خود نصب شد. جهت جلوگیری از ورود لاشبرگ، حشرات و سایر ضایعات به درون جمع‌آوری‌کننده‌ها، سطح تمام جمع‌آوری‌کننده‌ها، با توری پوشانده شدند (۷).

جهت نمونه‌برداری از آب باران و آب تاج‌بارش، ابتدا آب درون جمع‌آوری‌کننده‌ها با استفاده از صافی، صاف شد و سپس مقدار آب جمع شده درون جمع‌آوری‌کننده‌ها به ظروف درب‌دار پلاستیکی با حجم ۶۰ سانتی‌متر مکعب انتقال داده شدند. نمونه‌های تهیه شده به آزمایشگاه منتقل و درون یخچال در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند (۳۵،۱۳).

عملیات آزمایشگاهی

به‌منظور بررسی ترکیب شیمیایی آب تاج‌بارش، نمونه‌های جمع‌آوری شده در هر ماه، برای هر توده به‌صورت جداگانه با هم ترکیب شدند. چهار نمونه از هر توده و چهار نمونه از آب باران (آب باران فضای باز) در هر ماه مورد آزمایش قرار گرفت (۳۲،۳۵،۸).

در آزمایشگاه، اسیدیته و هدایت الکتریکی نمونه‌ها به‌ترتیب با استفاده از دستگاه pH متر و دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد (۳۵،۳۶). عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم موجود در آب تاج‌بارش به‌روش سوزاندن از طریق دستگاه فلیم‌فتومتر براساس واحد میلی‌گرم در لیتر انجام شد (۳۱).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

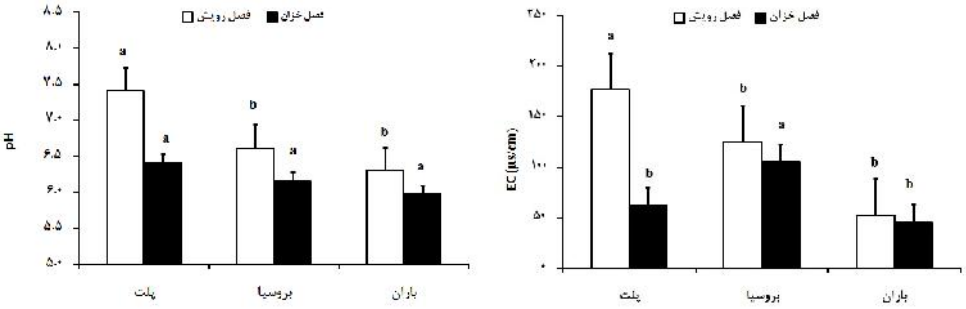
کلیه داده‌های حاصل از پژوهش در بانک نرم‌افزار Excel ذخیره و پردازش شدند. رسم نمودارها در نرم‌افزار Excel انجام شد. به‌منظور مقایسه اسیدیته، هدایت الکتریکی و غلظت عناصر غذایی در آب تاج‌بارش بین توده‌ها از تجزیه واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. کلیه تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 انجام گرفت.

نتایج و بحث

در فصل رویش ۲۰ مورد بارندگی با عمق تجمعی ۳۴۶/۵ میلی‌متر ثبت شد. کمترین، متوسط و بیشترین بارندگی در فصل رویش به‌ترتیب، ۱/۱، ۱۷/۳ و ۳۵ میلی‌متر بود. مجموع عمق آب تاج‌بارش در توده‌های پلت و بروسیا به‌ترتیب ۲۳۸/۶ میلی‌متر (۶۹ درصد از بارندگی تجمعی) و ۱۶۸/۲ میلی‌متر (۴۹ درصد از بارندگی تجمعی) بود.

اسیدیته و هدایت الکتریکی

مقدار متوسط pH تاج بارش در فصل رویش در توده پلت به‌طور معنی‌داری ($p<0/05$) بیشتر از توده بروسیا و آب باران بود. نتایج نشان داد که مقدار متوسط EC (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) در فصل رویش در توده پلت به طور معنی‌داری ($p<0/05$) بیشتر از توده بروسیا و آب باران بود (شکل ۱).



شکل ۱- متوسط اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی (EC) آب تاج‌بارش توده‌های پلت و بروسیا در فصل رویش و خزان سال ۱۳۹۱ در جنگل دارابکلا (بارها نشان دهنده اشتباه معیار می‌باشد). حروف لاتین غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین توده‌ها در سطح ۹۵ درصد با کمک آزمون دانکن می‌باشد).

Figure 1. The average pH and EC of throghfall in Persian maple and Turkish pine plantations in growing and fall seasons at Darabkola forest in 2011 (Vertical bars indicate SE.). Different letters represent significant differences between stands by Duncan test at 95% level.

نتایج این بررسی نشان داد که مقدار pH و هدایت الکتریکی باران پس از برخورد به تاج درخت به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) افزایش می‌یابد. همچنین مشاهده شد که متوسط اسیدیته و هدایت الکتریکی در دوره مورد مطالعه در توده پلت به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از توده بروسیا بود (جدول ۲).

غلظت یون پتاسیم، کلسیم و منیزیم در تاج بارش

مطابق شکل ۲ مقدار متوسط غلظت پتاسیم و کلسیم در فصل رویش در تاج بارش توده پلت به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از توده بروسیا و باران بود. غلظت عنصر منیزیم در آب تاج‌بارش توده‌های پلت و بروسیا نیز به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) از غلظت این عنصر در باران بیشتر بود.

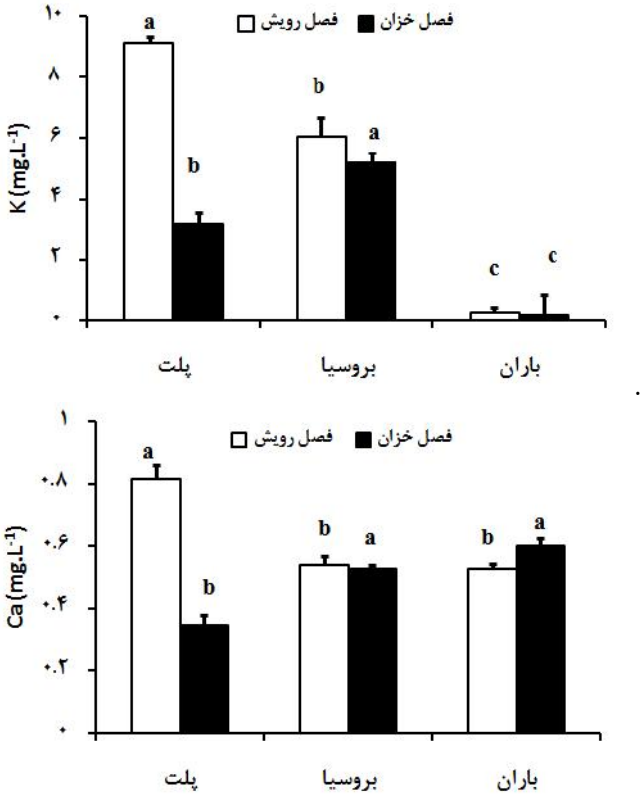
جدول ۲- تغییرات فصلی pH و EC (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) آب تاج‌بارش در توده‌های پلت و بروسیا در سال ۱۳۹۱ در جنگل دارابکلا

Table 2. Seasonal changes of pH and EC (µs/cm) of throughfall in Persian maple and Turkish plantations in growing and fall seasons at Darabkola forest in 2011

	توده	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	متوسط در دوره مورد مطالعه
اسیدیته	پلت	۷/۳۹ (۰/۰۶) A a	۷/۴۲ (۰/۰۲) A a	۶/۵۷ (۰/۰۳) A b	۶/۲۵ (۰/۰۸) A c	۶/۹۰ (۰/۰۲) A
	بروسیا	۶/۶۵ (۰/۰۷) B a	۶/۵۸ (۰/۰۲) B b	۶/۲۰ (۰/۰۳) A c	۶/۱۰ (۰/۰۱)A c	۶/۳۸ (۰/۰۲) B
	باران	۶/۱۰ (۰/۰۲) C a	۶/۱۰ (۰/۰۱) C a	۵/۹۹ (۰/۰۵) B a	۵/۹۵ (۰/۰۵) B a	۶/۱۳ (۰/۰۱) C
هدایت الکتریکی	پلت	۱۷۱ (۶/۱۷) A a	۱۸۲ (۲/۹۷) A a	۷۵ (۳/۴۱) B b	۴۸ (۰/۷۷) B c	۱۱۹/۵۸ (۲/۴) A
	بروسیا	۱۱۴ (۸/۴۹) B a	۱۳۵ (۸/۴۶) B a	۱۱۵ (۳/۸۰) A b	۹۵ (۱/۱۲) A b	۱۱۵/۰۲ (۰/۷۷) B
	باران	۵۰ (۱/۳۰) C a	۵۵ (۱/۰۴) C a	۴۳ (۳/۶۴)C a	۴۷ (۱/۴۶) B a	۴۸/۹۱ (۰/۶۵) C

(اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اشتباه معیار می‌باشد). حروف بزرگ لاتین غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد با آزمون دانکن در یک فصل بین توده‌های مختلف و حروف کوچک لاتین غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در یک توده بین فصل‌های مختلف می‌باشد.

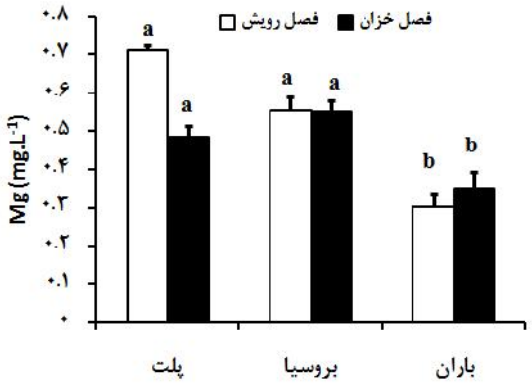
Numbers in parenthesis indicate SE. Different capital letters represent significant differences between stands within each season by Duncan test at 95% level. Different lowercase letters represent significant differences between seasons within each stand.



شکل ۲- متوسط غلظت عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم (میلی‌گرم در لیتر) در تاج بارش توده‌های پلت و بروسیا در فصل رویش و خزان سال ۱۳۹۱ در جنگل دارابکلا (بارها نشان‌دهنده اشتباه معیار می‌باشد). حروف لاتین غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین توده‌ها در سطح ۹۵ درصد با کمک آزمون دانکن می‌باشد.

Figure 2. The average concentration of K, Ca and Mg ($mg.L^{-1}$) of throughfall in Persian maple and Turkish pine plantations in growing and fall seasons at Darabkola forest in 2011. (Vertical bars indicate SE.). Different letters represent significant differences between stands by Duncan test at 95% level.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-06]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.14.1.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.14.39]



ادامه شکل ۲- متوسط غلظت عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم (میلی‌گرم در لیتر) در تاج بارش توده‌های پلت و بروسیا در فصل رویش و خزان سال ۱۳۹۱ در جنگل دارابکلا (بارها نشان‌دهنده اشتباه معیار می‌باشد). حروف لاتین غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین توده‌ها در سطح ۹۵ درصد با کمک آزمون دانکن می‌باشد.

Continued Figure 2. The average concentration of K, Ca and Mg ($mg.L^{-1}$) of throughfall in Persian maple and Turkish pine plantations in growing and fall seasons at Darabkola forest in 2011. (Vertical bars indicate SE.). Different letters represent significant differences between stands by Duncan test at 95% level.

نتایج نشان داد که مقدار متوسط غلظت عناصر پتاسیم و منیزیم در دوره مورد مطالعه (۱۵اردیبهشت تا ۱۵ اسفند ۱۳۹۱) در آب تاج‌بارش توده‌های پلت و بروسیا به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از باران می‌باشد. درحالیکه مقدار متوسط غلظت کلسیم در دوره مورد مطالعه در آب تاج‌بارش توده‌های پلت، بروسیا با باران تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p>۰/۰۵$). همچنین نتایج نشان داد که غلظت عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم در توده بروسیا و باران در فصول مختلف سال تفاوت معنی‌دار نداشت ($p>۰/۰۵$) (جدول ۳).

جدول ۳- تغییرات فصلی غلظت عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم (میلی‌گرم در لیتر) در آب تاج‌بارش در توده‌های پلت و بروسیا در سال ۱۳۹۱ در جنگل دارابکلا

Table 3. Seasonal changes of K, Ca and Mg ($mg.L^{-1}$) of throughfall in Persian maple and Turkish pine plantations in growing and fall seasons at Darabkola forest in 2011

	توده	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	متوسط سالانه
	پلت	۷/۰۵ (۰/۲۷)A b	۱۱/۲۲ (۰/۹۶) A a	۴/۸۴ (۰/۴۴) AB c	۱/۵۱ (۰/۰۶) B d	۶/۱۵ (۰/۷۲) A
پتاسیم	بروسیا	۵/۵۰ (۰/۱۶) B a	۶/۶۴ (۰/۲۸) B a	۵/۹۸ (۰/۷۰) A a	۴/۴۱ (۰/۲۲) A a	۵/۶۳ (۰/۴۴) A
	باران	۰/۲۵ (۰/۰۱) C a	۰/۳۰ (۰/۰۰۱) C a	۰/۱۱ (۰/۰۱) C a	۰/۳۳ (۰/۰۵) C a	۰/۲۴ (۰/۰۲) B
	پلت	۰/۷۵ (۰/۰۲) A ab	۰/۸۸ (۰/۰۷) A a	۰/۲۲ (۰/۰۲) C c	۰/۴۷ (۰/۰۱) B b	۰/۵۸ (۰/۰۴) A
کلسیم	بروسیا	۰/۵۴ (۰/۰۰۷) B a	۰/۵۳ (۰/۰۳) B a	۰/۴۸ (۰/۰۳) B a	۰/۵۷ (۰/۰۳) A a	۰/۵۳ (۰/۰۲) A
	باران	۰/۵ (۰/۰۴) C a	۰/۵۵ (۰/۰۲) B a	۰/۶۶ (۰/۰۱) A a	۰/۵۵ (۰/۰۲) AB a	۰/۵۶ (۰/۰۲) A
	پلت	۰/۶۵ (۰/۰۱) A b	۰/۷۷ (۰/۰۷) A a	۰/۵۲ (۰/۰۲) A b	۰/۴۷ (۰/۰۴) A b	۰/۵۹ (۰/۰۳) A
منیزیم	بروسیا	۰/۵۵ (۰/۰۰۱) B a	۰/۵۶ (۰/۰۸) A a	۰/۵۳ (۰/۰۵) A a	۰/۵۲ (۰/۰۴) A a	۰/۵۵ (۰/۰۴) A
	باران	۰/۳ (۰/۰۴) C a	۰/۳ (۰/۰۲) B a	۰/۳۵ (۰/۰۸) A a	۰/۳۵ (۰/۰۲) B a	۰/۳۲ (۰/۰۵) B

(اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اشتباه معیار می‌باشد). حروف بزرگ لاتین غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد با آزمون دانکن در یک فصل بین توده‌های مختلف و حروف کوچک لاتین غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در یک توده بین فصل‌های مختلف می‌باشد.

Numbers in parenthesis indicate SE. Different capital letters represent significant differences between stands within each season by Duncan test at 95% level. Different lowercase letters represent significant differences between seasons within each stand.

در این تحقیق غلظت عناصر غذایی در آب تاج‌بارش توده‌های پلت و بروسیا و نیز باران در دوره مورد مطالعه (اردیبهشت تا اسفند ۱۳۹۱) مورد بررسی قرار گرفت. آب تاج‌بارش یکی از راه‌های اصلی ورود عناصر غذایی در بوم‌سامانه جنگل می‌باشد (۲۳). پوشش درختی نقش مهمی در اصلاح عناصر شیمیایی محلول خاک (پتاسیم، کلسیم، منیزیم) از طریق آبشویی تاج، هنگام بارش دارد (۳۰). عناصری که از طریق آب تاج‌بارش به خاک جنگل اضافه می‌شوند به‌طور مستقیم و بدون دخالت عوامل مؤثر بر فرآیند تجزیه در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد. مهمترین عناصری که از طریق آب تاج‌بارش و آبشویی تاج شسته شده و به خاک جنگل اضافه می‌شوند شامل پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌باشد (۷). ورود عناصر غذایی از طریق آب تاج‌بارش نه تنها باعث افزایش ذخیره عناصر در بانک عناصر خاک می‌شود، بلکه منجر به حفظ وضعیت اسیدیته خاک نیز می‌شود (۱۷).

نتایج این بررسی نشان داد که متوسط سالانه pH آب تاج‌بارش در توده پلت و بروسیا به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از باران بود. لاکلائو و همکاران (۲۱) و اشاگری و ولفگانگ (۳) در تحقیق خود به نتایج مشابه این تحقیق دست یافتند که علت اصلی آن را آبشویی تاج بیان کردند. مقدار

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-06]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.14.1.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.14.39]

متوسط pH سالانه در توده بروسیا به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کمتر از توده پلت بود. به‌طور کلی معمولاً تاج‌بارش در توده‌های سوزنی برگ نسبت به آب تاج‌بارش در توده‌های پهن‌برگ اسیدی‌تر می‌باشد که علت آن ناشی از ترشح مواد اسیدی از سوزن در گونه‌های سوزنی‌برگ و ترشح مواد قلیایی از سطح برگ گونه‌های پهن‌برگ می‌باشد (۱۲،۳۴). دلیل دیگر آن مربوط به غلظت بیشتر NH_4^+ در آب تاج‌بارش جنس کاج می‌باشد (۲۱). از جمله دلایل دیگر قلیایی بودن آب تاج‌بارش در گونه‌های پهن‌برگ، قابلیت تبادل بیشتر یون H^+ با کاتیون‌هایی قلیایی می‌باشد (۳۳).

نتایج این بررسی نشان داد که متوسط سالانه هدایت الکتریکی آب تاج‌بارش در توده‌های مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از باران بود. این نتایج همسو با نتایج زنگ و همکاران، (۳۵) بود. علت اصلی بیشتر بودن میزان هدایت الکتریکی در آب تاج‌بارش نسبت به باران، مربوط به افزایش غلظت کاتیون‌ها قلیایی پس از برخورد به تاج درختان می‌باشد (۱۸). نتایج نشان داد که متوسط سالانه هدایت الکتریکی در توده پلت به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از توده بروسیا بود که علت آن می‌تواند مربوط به بیشتر بودن غلظت عناصر قلیایی در بافت برگ درختان پهن‌برگ نسبت به سوزنی‌برگان باشد (۳).

نتایج این بررسی نشان داد که غلظت عناصر پتاسیم و منیزیم در آب تاج‌بارش بیشتر از مقدار آن در باران بود. مطالعات مختلفی در راستای ورود عناصر غذایی به نتایج مشابه با این تحقیق دست یافتند (۳،۵،۱۷). به‌طور کلی عواملی از جمله شستشوی مواد ترشح شده از سطح برگ درختان، تبادل کاتیون بین آب باران و تاج درختان، شستشوی مواد رسوب کرده روی سطح برگ و ترکیب آب باران منجر به تغییر غلظت عناصر در آب تاج‌بارش می‌شود (۳۶). عواملی همانند میزان رطوبت، دما، مدت زمان باقی‌ماندن آب روی تاج درختان، وجود جوانه و برگ در فصل رویش، شدت و مدت باران، فاصله بین دو بارندگی نیز روی تغییر غلظت عناصر غذایی در آب تاج‌بارش موثر می‌باشد. فرآیند باران‌ربایی نیز به‌واسطه تبخیر آب از سطح شاخه و برگ منجر به افزایش غلظت عناصر می‌شود (۲۱).

نتایج نشان داد متوسط سالانه غلظت کاتیون‌های قلیایی پتاسیم و منیزیم در توده‌های پلت و بروسیا متفاوت بود. علت تفاوت در غلظت کاتیون‌های قلیایی بین توده‌های مختلف ناشی از کیفیت برگ، شاخص سطح برگ، ساختار و خصوصیات تاج، تعداد آشکوب، واکنش تاج، شکل برگ و تراکم توده می‌باشد (۶). تفاوت در اسیدیته خاک و عناصر غذایی موجود در خاک نیز می‌تواند روی غلظت عناصر در تاج درختان تأثیرگذار باشد (۱۹). هرچه کیفیت برگ (غلظت کاتیون‌های برگ)، شاخص سطح برگ، تراکم تاج، تراکم توده و تعداد آشکوب یک توده بیشتر باشد، غلظت کاتیون‌های قلیایی در آب تاج‌بارش نیز بیشتر می‌شود (۲۱).

نتایج نشان داد که غلظت عنصر پتاسیم در آب تاج‌بارش توده‌های مورد مطالعه، بیشتر از سایر عناصر بود. عنصر پتاسیم تنها عنصری است که آبشویی آن تحت تأثیر رسوبات اتمسفری قرار نمی‌گیرد و سهم عمده آن (تقریبا ۹۰ درصد) از طریق مبادله تاج حین برخورد آب باران با تاج حاصل می‌شود (۲۵). در میان کاتیون‌ها، پتاسیم با سرعت بیشتری شسته می‌شود که مرتبط با غلظت زیاد آن در تاج درختان و همچنین تحرک بالای این عنصر می‌باشد. در میان بافت‌های گیاهی، چوب سرشار از پتاسیم است که آن را به‌میزان زیاد از طریق برگ به خارج ترشح می‌کند و بنابراین غلظت زیاد پتاسیم در بافت چوبی برگ و ترشح آن به خارج و شستشوی سطح برگ و شاخه‌ها به وسیله آب باران را می‌توان دلیل افزایش این عنصر در آب تاج‌بارش و همچنین بیشتر بودن این عنصر نسبت به سایر عناصر بیان کرد (۲۵).

نتایج نشان داد که غلظت متوسط سالانه عنصر کلسیم بین توده‌های پلت و بروسیا تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$). علت کم بودن میزان کلسیم در آب تاج‌بارش توده‌های مورد مطالعه نسبت به سایر مطالعات می‌تواند مربوط به فقر خاک باشد (۱۹). غلظت و تمرکز کلسیم جذب شده در شاخه و برگ بسیار بیشتر از ریشه است. از آنجایی که غلظت عناصر در اندام‌های گیاهی با آبشویی رابطه نزدیکی دارد، می‌توان افزایش کلسیم در تاج را به فراوانی این عنصر در اندام‌های هوایی به‌ویژه تاج بیان کرد (۲۴). علت کمتر بودن غلظت کلسیم در آب تاج‌بارش نسبت به عنصر پتاسیم را می‌توان در تحرک کمتر این عنصر نسبت به پتاسیم بیان کرد (۱۲،۲۷). علت بالا بودن غلظت کلسیم در باران را می‌توان به ورود گرد و غبار به جمع‌آوری کننده‌ها باران نسبت داد (۱۲،۱۰).

افزایش غلظت منیزیم در آب تاج‌بارش را می‌توان ناشی از تمرکز زیاد این عنصر در برگ و بذرها و فراوانی آن در تاج ذکر کرد (۲۴). علت کمتر بودن غلظت منیزیم در آب تاج‌بارش نسب به سایر عناصر را می‌توان مرتبط با کمبود این عنصر در خاک و همچنین تحرک کم آن بیان کرد (۳۲). هاشمی (۱۶) در تحقیق خود کمبود منیزیم در خاک این توده را گزارش کرد.

بازگشت عناصر غذایی از طریق آب تاج‌بارش به‌واسطه محلول بودن، دسترسی آسان و قابلیت جذب سریع عناصر برای درختان و موجودات خاکزی بسیار مهم می‌باشد. بنابراین در فصول تابستان و پاییز که خاک خشک است و رقابت شدید برای دست‌یابی به عناصر غذایی در ریشه درختان و سایر موجودات خاکزی از جمله باکتری‌ها و قارچ‌ها وجود دارد، ورود عناصر از طریق آب تاج‌بارش به خاک منجر به افزایش عناصر غذایی محلول در خاک در فصول مذکور می‌گردد و به‌طورکلی در فصول مختلف سال، عامل مهمی در کاهش رقابت و افزایش بازده محصول است (۱۶).

نتایج این تحقیق نشان داد که جنگل‌کاری منجر به تغییر در ترکیب شمیایی آب تاج‌بارش رسیده به کف جنگل می‌شود. با توجه محدود بودن مطالعات انجام شده در این راستا، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده تأثیر سایر گونه‌های بومی از جمله بلندمازو، ون و نیز گونه‌های غیر بومی بر تغییرات ترکیب شیمیایی آب تاج‌بارش مطالعه شوند. در این مطالعه صرفاً به بررسی و مطالعه ورود عناصر درشت مغذی

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-06]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.14.1.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.14.39]

پرداخته شده است، با توجه به اهمیت عناصر کم مصرف یا ریزمغذی‌ها، لازم است در سایر مطالعات به بررسی ورود عناصر ریزمغذی نیز پرداخته شود. همچنین پیشنهاد می‌شود به بررسی میزان آبشویی لایه لاشبرگ، مقدار تجزیه لاشبرگ و میزان لاشه‌ریزی نیز به عنوان سایر راه‌های ورود عناصر غذایی به خاک جنگل در کنار مطالعات مربوط به ترکیب شیمیایی آب تاج‌بارش به‌منظور انتخاب گونه مناسب برای جنگل‌کاری، نیز پرداخته شود.

منابع

1. André, F., M. Jonard, F. Jonard and Q. Ponette. 2011. Spatial and temporal patterns of throughfall volume in a deciduous mixed-species stand. Journal of Hydrology, 400: 244-254.
2. Anonymus. 1996. Forestry plan of Darabkola forest, Forest Range and Watershad Management Organization, 82 pp (In Persian).
3. Ashagrie, Y. and Z. Wolfgang. 2010. Water and nutrient inputs in rainfall into natural and managed forest ecosystems in south-eastern highlands of Ethiopia. Ecohydrology and Hydrobiology, 10(2-4): 169-182.
4. Berger, T.W., H. Untersteiner, H. Schume and G. Jost. 2008. Throughfall fluxes in a secondary spruce (Picea abies), a beech (Fagus sylvatica) and a mixed spruce beech stand. Forest Ecology and Management, 255: 605-618.
5. Chuyong, G.B., D.M. Newbery and N.C. Songwe. 2004. Rainfall input throughfall and stemflow of nutrients in a central African rain forest dominated by ectomycorrizhal trees. Biogeochemistry, 67: 73-91.
6. De Schrijver, A., J. Staelens, K. Wuyts, G. Van Hoydonck, N. Janssen, J. Mertens, L. Gielis, G. Geudens, L. Augusto and K. Verheyen. 2008. Effect of vegetation type on through fall deposition and seepage flux. Environmental Pollution, 153: 295-303.
7. Devlaeminck, R., A. De Schrijver and M. Hermy. 2005. Variation in through fall deposition across a deciduous beech (Fagus sylvatica L.) forest edge in Flanders. Science of the Total Environment, 337: 241-252.
8. 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.
9. Eaton, J.S., G.E. Likens and F.H. Bormann. 1973. Through fall and stem flow chemistry hardwood forest. Journal of Ecology, 61: 498-508.
10. Fan, H.B. and W. Hong. 2001. Estimation of dry deposition and canopy exchange in Chinese fir plantations. Forest Ecology and Management, 130: 99-107.
11. Fisher, R.F. and D. Binkley. 2000. Ecology and management of forest soils. Third edition. John Wiley and Sons, New York, USA, 456 pp.
12. Gautam, M.K., K.S. Lee and B.Y. Song. 2017. Deposition pattern and through fall fluxes in secondary cool temperate forest, South Korea. Atmospheric environment, 161: 71-81.
13. Germer, S., A. Zimmermann, C. Neill, A.V. Krusche and H. Elsenbeer. 2012. Disproportionate single-species contribution to canopy-soil nutrient flux in an Amazonian rainforest. Forest Ecology and Management, 267: 40-49.
14. Gordon, A.M., C. Chourmouzis and A.G. Gordon. 2000. Nutrient inputs litter fall and rainwater fluxes in 27-year-old red, black and white spruce plantations in central Ontario, Canada. Forest Ecology and Management, 138: 65-78.
15. Hansen, K., G.P.J. Draaijers and W.M.P.F. IVens. 1994. Concentration variations in rain and canopy through fall collected sequentially during individual rain events. Atmospheric Environment, 28: 3195-3205.
16. Hashemi, S.F. 2011. Comparison of Growth, Tree Nutrition, Nutrient Cycling and Soil Properties in tree Species Planted in Darabkola-Sari. M.Sc. Thesis, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. 93 pp (In Persian).
17. Heartsill-Scalley, T., F.N. Scatena, C. Estrada, W.H. McDowell and A.E. Lugo. 2007. Disturbance and long-term patterns of rainfall and through fall nutrient fluxes in a subtropical wet forest in Puerto Rico. Journal of Hydrology, 333: 472-485.
18. Heather, D.A. and A.A. Mary. 2010. Implications of a predicted shift from upland oaks to red maple on forest hydrology and nutrient availability. Canadian Journal of Forest Research, 40: 716-726.
19. Houle, D., R. Quimet, R. Paqui and J.G. Laflamme. 1999. Interaction of atmospheric deposition with a mixed hardwood and coniferous forest canopy at the Lake Clair watershed (Duchesney, Quebec). Canadian Journal of Forest Research, 29: 1944-1957.
20. Keim, R.F. and T.E. Link. 2018. Linked spatial variability of through fall amount and intensity during rainfall in a coniferous forest. Agricultural and forest meteorology, 248: 15-21.
21. Laclau, J.P., J. Ranger, J.P. Bouillet, J.D. Nzila and P. Deleporte. 2003. Nutrient cycling in a clonal stand of Eucalyptus and an adjacent savanna ecosystem in Congo 1. Chemical composition of rainfall, through fall and stem flow solutions. Forest Ecology and Management, 176: 105-119.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-06]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.14.1.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.14.39]

22. Langusch, J.J., W. Broken, M. Armbruster, N.B. Dise and E. Matzner. 2003. Canopy leaching of cations in Central European forest ecosystems- a regional assessment. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 166: 168-174.
23. Levia, D.F. and E.E. Frost. 2003. A review and evaluation of stem flow literature in the hydrologic and biogeochemical cycles of forested and agricultural ecosystems. Journal of Hydrology, 274(1-4): 1-29.
24. Lin, T.C., S.P. Humburg, Y.J.T. Hsia, H.B. King, L.J. Wang and K.Ch. Lin. 2001. Base cation leaching form the canopy of Subtropical rain forest northeastern Taiwan. Canadian Journal of Forest Research, 31: 1150-1163.
25. Lovett, G.M., S.S. Nolan, C.T. Drisocoll and T.J. Fahey. 1996. Factors regulating throughfall flux in a New Hampshire forested landscape. Canadian Journal of Forest Research, 26: 2134-2144.
26. Mohammad nejad Kiasari, Sh., Kh. Sagheb-Talebi, R. Rahmani, E. Adeli, B. Jafari and H. Jafarzadeh. 2010. Quantitative and qualitative evaluation of plantations and natural forest at Darabkola, east of Mazandaran, Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(3): 337-351 (In Persian).
27. Moslehi, M., H. Habashi and F. Khormali. 2011. Effect of through fall and forest floor leachate of beech on base cation dynamics in mixed stand. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19: 83-93 (In Persian).
28. Moslehi, M., H. Habashi, F. Khormali and M.A. Pourmalakshah. 2015. Chemical properties of throughfall and forest floor leaching in Fagus orientalis trees within growing and non-growing periods. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(1): 25-36.
29. Neirynck, J., S. Mirtcheva, G. Sioen and N. Lust. 2000. Impact of Tilia platyphyllos Scop, Fraxinus excelsior L., Acer pseduoplantanus L., Quercus robur L. and Fagus sylvatica L. on earthworm biomass and physioco-chemical properties of loamy topsoil. Forest Ecology and management, 133: 275-286.
30. Parker, G.G. 1983. Throughfall and stem flow in the forest nutrient cycle. Advances in Ecological Research, 3: 57-133.
31. Smith, J.L. and J.W. Doran. 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. Madison, 49: 169-185.
32. Staelens, J., A. De Schrijver, K. Verheyen and N.E.C. Verhoest. 2006. Spatial variability and temporal stability of through fall water under a dominant beech (Fagus sylvatica L.) tree in relationship to canopy structure. Environmental Pollution, 142: 254-263.
33. Staelens, J., A.N. Schrijver, C. Oyarzun and L. Lust. 2003. Comparsion of dry deposition and canopy exchange of base cations in temperate hardwood forests in Flanders and Chilie. Gayana Botánica, 60(1): 9-63.
34. Williams, M.R., S. Filoso and P. Lefebvre. 2004. Effects of land-use change on solute fluxes to floodplain lakes of the central Amazon. Biogeochemistry, 68: 259-275.
35. Zhang, G., G.M. Zeng, Y.M. Jiang, G.H. Huang, J.B. Li, J.M. Yao, W. Tan, R. Xiang and X.L. Zhang. 2006. Modelling and measurement of two layer- canopy interception losses in a subtropical evergreen forest of central-south China. Hydrology and Earth system Sciences, 10: 65-77.
36. Zimmermann, A., S. Germer, C. Neill, A. C. Krusche and H. Elsenbeer. 2008. Spatio-temporal patterns of through fall and solute deposition in an open tropical rain forest. Journal of Hydrology, 360: 87-102.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-06]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.14.1.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.14.39]

Throughfall Chemistry of Persian Maple *(Acer velutinim)* and Turkish Pine *(Pinus brutia)* Plantations in East of Mazandaran

Mahya Tafazoli[1], Pedram Attarod[2], Seyed Mohammad Hojjati[3] and MehrcedehTafazoli[1]

1- PhD in Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran (Corresponding author: mahya_tafazoli@yahoo.com)
2- Associate Professor, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran
3- Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
Received: January 6, 2015 Accepted: January 9, 2019

Abstract

Changes in the quality of water reaching forest floor is of the most important consequences of native and exotic tree species plantations for rehabilitating the derelict areas of the Caspian forests. The aim of this study was to compare the chemical composition of throughfall in plantations of Persian maple (*Acer velutinim* Bioss) and Turkish Pine *(Pinus brutia* Ten) in Darabkola Forest, Sari. The amount of gross rainfall and throughfall were measured using six and twenty plastic collectors, respectively, from May 15, 2012 to 15 March, 2013. To compare the concentration of Potassium, Calcium, and Magnesium of the throughfall, four throughfall and rainfall samples were monthly taken from each stand. The results showed that the average of EC in growing season in Persian maple stand (170 µs/cm) was significantly higher than in Turkish pine stand (135 µs/cm) and in rainfall (55 µs/cm). Mean concentration of Potassium (Acer: 6.15, Pine 5.63 $mg.l^{-1}$), Calcium (Acer: 0.53, Pine: 0.83 $mg.l^{-1}$) and Magnesium (Acer: 0.59, Pine: 0.55 $mg.l^{-1}$) were not significantly different between Acer and Pine stands. Mean concentration of potassium and magnesium in Persian maple stand (K: 6.15, Mg: 0.59 $mg.l^{-1}$) and Turkish pine (K: 5.63, Mg: 0.55 $mg.l^{-1}$) was significantly higher than the rainfall (K: 0.24, Mg: 0.32 $mg.l^{-1}$). We concluded that the plantations change the water quality reaching the forest floor. It is needed to examine the effects of all endemic and exotic tree species on chemical composition of throughfall in future studies.

Keywords: Plantation, Throughfall, Nutrient, *Acer velutinim*, *Pinus brutia*

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-06]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.14.1.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.14.39]