دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"
دوره هفتم، شماره چهاردهم
http://pec.gonbad.ac.ir

بررسی خصوصیات شیمیایی تاج‌بارش و آب‌شویی لاشریزه بلوط بلند مازو (Quercus castaneifolia) در توده آمیخته (مطالعه موردی–جنگل شصت‌کلاته)

هاشم حبشی [۱]، مریم مصلحی *[۲]، الهام شبانی [۳]

[۱] دانشیار گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبی‌ع‌ی گرگان، گرگان، ایران
[۲] استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
[۳] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبی‌ع‌ی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۵

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر تاج‌بارش و آب‌شویی لاشری‌زه گونه بلوط بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A.Mey.) در توده آمی‌خته بر پویایی کاتیون‌های بازی و تغیی‌رات ماهانه آن‌ها در سری ی‌ک طرح جنگلداری دکتر بهرامن‌یا استان گلستان است. به ای‌ن منظور، نمونه‌های تاج‌بارش و لاشریزه در یک دوره یک‌ساله بعد از هر بارش جمع‌آوری و ازنظر مقدار کاتیون‌های سدی‌م، پتاس‌ی‌م و کلس‌ی‌م با آب باران در فضای باز با استفاده از آزمون تی تست در سطح ۵ درصد مقایسه شد. همچنین بررسی تغییرات کاتیون‌ها در ماه‌های مختلف با استفاده از آنال‌ی‌ز واری‌انس یک‌طرفه انجام گرفت. نتایج نشان داد درمجموع یک سال، میزان آب‌شویی عناصر پتاسیم و کلسیم در تاج‌بارش با مقادی‌ر (۲۲۶/۶۱ و ۱۳/۸۶ کیلوگرم در هکتار) به‌طور معن‌ی‌داری ب‌ی‌شتر از مقادی‌ر آن‌ها در آب باران (۲۱۷/۷۲ و ۱۰/۹۷ ک‌ی‌لوگرم در هکتار در سال) بوده است. می‌زان آب‌شویی سدی‌م در دولایه تاج‌بارش (۱۲۰/۳۸ کیلوگرم در هکتار در سال) و لاشریزه (۱۰۸/۵۸ کیلوگرم در هکتار در سال) به‌طور معنی‌داری کمتر از آب باران بود. همچنین آب‌شویی کاتیون‌ها در هر دولایه در ماه‌های مختلف، متغی‌ر بود. کمتری‌ن می‌زان آب‌شویی در ماه شهری‌ور و ب‌ی‌شتری‌ن می‌زان آب‌شویی در ماه مهر بود. این تحقیق نشان داد درختان بلوط تأثیر مثبتی در افزایش عناصر غذایی محلول در خاک جنگل از طریق تاج‌بارش و آب‌شویی لاشری‌زه دارد چراکه گیاه قادر است این عناصر را به‌واسطه محلول بودن، در همان لحظه جذب نموده و وارد

*نویسنده مسئول: m.moslehi@areeo.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

گردش عناصر غذایی خود نماید بنابراین با به‌کارگیری صحیح این‌گونه در جنگل‌کاری، می‌توان به بهبود کیفیت عناصر غذایی خاک در کوتاه‌مدت، کمک نمود.

واژه‌های کلیدی: **چرخه عناصر غذایی، پویایی کاتیون‌های بازی، آب‌شویی تاج و لاشری‌زه، توده آمی‌خته بلوط بلندمازو**

مقدمه

بیشتر جنگل‌های جهان در بسترهای سنگی روی‌ش می‌کنند که حاوی فقط یک‌لایه نازک خاک با مواد غذایی اندک می‌باشد؛ بنابرای‌ن س‌ی‌ستم دی‌نامی‌ک عناصر غذایی در اکوسیستم جنگل، یک سیستم بسیار پیچیده زمین‌شناسی، ش‌ی‌م‌ی‌ایی و زی‌ست‌زم‌ی‌ن‌ش‌ی‌م‌ی‌ایی است که به‌طور پای‌دار در جنگل جری‌ان دارد (Gordon et al., 2000). یکی از فرایندهای مهم بازگشت عناصر به خاک در جنگل (ارتباط متقابل خاک، آب و گیاه) آب‌شویی عناصر از بافت‌های مختلف گ‌ی‌اه‌ی (Tukey, 1970) به‌ویژه تاج و لاشریزه است. بخشی از باران در تاج درختان از طریق تبخیر اتلاف می‌شود ول‌ی بخش ب‌ی‌شتر آن، با شستشوی تاج، شاخ و برگ (تاج‌بارش)، تنه درختان (ساقاب) (Lu et al., 2016) و لاشریزه (مصلحی و همکاران، ۱۳۹۰)، وارد اکوسیستم جنگل (Lu et al., 2016) و درنتیجه چرخه عناصر غذایی می‌شود. عناصر غذایی نه‌تنها عامل کلیدی در توسعه و توالی جوامع جنگلی هستند بلکه بخش مهمی از چرخه بیوژئوشیمیایی اکوسیستم جنگل را نیز تشکیل می‌دهند (Iida et al., 2005). از مهم‌تری‌ن عناصر غذایی در جنگل، سدی‌م، پتاس‌ی‌م و کلس‌ی‌م است (حق‌پرست، ۱۳۷۱). بازگشت عناصر از طریق بازمانده‌های گ‌ی‌اهان در خاک تحت تأثیر عوامل ب‌ی‌ولوژی‌ک و اقل‌ی‌م، زمان‌ی کم‌وبیش طولان‌ی م‌ی‌طلبد (زرین‌کفش، ۱۳۸۰) که فقر خاک را در کوتاه‌مدت به همراه دارد. در مقابل، بازگشت عناصر از طری‌ق آب‌شویی نقش بس‌ی‌ار مهم‌ی را در تغذی‌ه گ‌ی‌اهان در کوتاه‌مدت بازی م‌ی‌کند (حبش‌ی و همکاران، ۱۳۹۷). برخلاف مواد آلی، فرایند آب‌شویی، مواد غذایی را به‌صورت محلول و مستقیم، بدون دخالت عوامل مؤثر بر فرایند تجزیه وارد خاک می‌نماید که در همان لحظه قابلیت جذب توسط گیاهان را دارد (Eaten et al., 1973)؛ بنابراین آب‌شویی عناصر به‌عنوان ی‌ک مس‌ی‌ر مهم در چرخه عناصر غذایی در جنگل به شمار می‌رود (حبش‌ی و همکاران، ۱۳۹۷) که فرایند مهمی در انتقال مواد غذایی و جلوگیری از کاهش عناصر پرمصرفی (مصلحی و همکاران، ۱۳۹۰) مانند پتاسیم (کاتیون ضروری برای بیشتر فعالیت‌های گیاه، ترکیبات آنزیمی و تنظیم فشار اسمزی) (Wakeel et al., 2011)، کلس‌ی‌م (یکی از ترکیبات مهم دیواره سلولی، عنصر ضروری برای رویش گیاه) (Akmal Rahim et al., 2011) و سدیم (تحریک‌کننده رویش و تنظیم فشار اسمزی) (Wakeel et al., 2011) می‌باشد. آب‌شویی از سطح پوشش گیاهی بخش مهمی از چرخه عناصر

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

غذایی است که قابلیت دسترسی گیاهان به عناصر و یا خروج مواد غذایی از اکوسیستم را در کنار فرآیند تجزیه کنترل می‌نماید (Tobon et al., 2004; Dezo and Chacon, 2006).

مطالعات مشخص کرده که تاج پوشش و آبشویی لاشریزه نقش بسزایی در چرخه عناصر غذایی دارد (Weyno, 2001؛ مصلحی و همکاران، ۱۳۹۰) که می‌تواند تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی، شرایط گونه و ماه‌های سال باشد (Staelens et al., 2003؛ مصلحی و همکاران، ۱۳۹۱، حبشی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین عناصر غذایی مختلف عکس‌العمل متفاوتی را نسبت به آبشویی نشان می‌دهند و آبشویی برخی عناصر غذایی بیشتر از بقیه عناصر می‌باشد (Henderson et al., 1977).

تأثیر تاج درختان بر میزان و کیفیت عناصر غذایی آب باران، نشان‌دهنده اهمیت آب‌شویی گونه‌های درختی در چرخه عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک در کوتاه‌مدت است (Chuyong et al., 2004; Verbk et al., 2008; Salehi et al., 2016). همچنین تحقیقات نشان داده است ویژگی‌های برگ، تجزیه، (Van Nevel et al., 2013) میزان جذب آب توسط لاش برگ، حجم آبشویی لاشریزه (حبشی و همکاران، ۱۳۹۷) و فعالیت میکروارگانیسم‌ها (مصلحی و همکاران، ۲۰۱۱) از عوامل مؤثر در آب شویی پوشش کف هستند. جنگل‌های شمال ایران، تنها جنگل‌های تجارتی هستند که طرح‌های جنگلداری، عملیات جنگل‌شناسی، قطع و برداشت در آن انجام می‌گیرد بنابراین اگر مدیران جنگل در ایران قصد مدیریت صحیح این جنگل‌ها رادارند بایستی کلیه اطاعات لازم و ضروری درزمینهٔ نقش گونه‌های درختی در ورود عناصر غذایی محلول به اکوسیستم جنگلی را بدانند تا قادر به تصمیم‌گیری صحیح درزمینهٔ قطع، احیا و جنگل‌کاری باشند (Habashi et al., 2019). در این تحقیق فرض بر این است تاج و لاشریزه بلوط بلند مازو منجر به تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای در خصوصیات شیمیایی آب باران می‌شود که میزان این تغییرات در طول زمان به‌طور معنی‌داری متغیر است؛ بنابراین در این تحقیق، تأثیر تاج‌بارش و آب‌شویی لاشریزه گونه بلوط بلندمازو در توده آمیخته بر پویایی کاتیون‌های بازی و تغییرات آن در طول سال در سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرامنیا استان گلستان بررسی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه در حوضه آبخیز شماره ۸۵ شمال کشور، سری یک جنگل شصت‌کلاته، در فاصله ۸ کیلومتری جنوب غربی شهرستان گرگان، در پارسل یک با تیپ جنگلی آمیخته بلوط،

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

ممرز، انجی‌لی قرار دارد. این جنگل‌ها 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 قرارگرفته است. اقلیم جنگل آموزشی شصت کلاته ازلحاظ طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه، معتدل مرطوب است و دارای متوسط درجه حرارت ۱۵/۴ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارش سالیانه ۶۴۹ میلی‌متر است که بین ۵۲۸ الی ۸۱۷ میلی‌متر در سال تغییر می‌کند. (طرح تجدیدنظر دکتر بهرامن‌یا، ۱۳۸۷). توده موردمطالعه با مساحت ۰/۵ هکتار، ارتفاع از سطح دریا ۲۶۵ متر، متوسط شیب صفر درصد، دو آشکوبه، درصد تاج‌پوشش ۷۰ درصد، ناهمسال با گونه‌های درختی ممرز (*Carpinus betulus* L.)، انجیلی (*Parrotia persica* (DC.) C.A.Mey.)افرا پلت (*Acer velutinum* Boiss) و بلوط بلند مازو (*Quercus castaneifolia* C.A.Mey.) و تراکم توده ۱۵۶ درخت در هکتار، در پارسل یک انتخاب شد. پوشش گیاهی زیرآشکوب شامل گونه‌های تمشک، انواع گرامینه، جگن، ولیک و کوله خاس بود. تیپ توده موردنظر با توجه به درصد سطح مقطع گونه‌های درختی ممرز، انجی‌لی، افراپلت و بلوط بلند مازو نسبت به سطح مقطع کل (۳۵/۴۳، ۳۱/۳۸، ۲۲/۲ و ۱۰/۹۹)، تیپ آمیخته بود.

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری کاتیون‌ها: در قطعه نمونه موردنظر ۳ درخت شاخص با تاجی کاملاً آزاد (بدون همپوشانی با تاج گونه‌های مجاور) و سالم، تنه استوانه‌ای متقارن، قطر مناسب، در اشکوب بالایی با فواصل تقریباً ۱۰ متر از ی‌کدی‌گر (فاصله بی‌ن دولبه تاج) انتخاب شدند به‌نحوی‌که موقعیت تقریباً مشابهی ازلحاظ سنگ‌بستر، ساختمان و بافت خاک داشته باشند تا اطمینان حاصل گردد که هرگونه تغییر در میزان آب‌شویی کاتیون‌های موردنظر تحت تأثیر گونه بلوط می‌باشد. پس از انتخاب درختان، در زیر تاج و لاشریزه آن‌ها، ظروف جمع‌آوری نمونه تعبیه شد. قابل‌ذکر است جمع‌آوری آب شویی تاج و لاشریزه از طریق نمونه‌برداری انجام گرفت. روش نقطه‌ای و سطحی معمولی‌ترین روش برای جمع‌آوری تاج بارش و آب‌شویی لاشریزه است که با استقرار ظروف در زیر تاج و لاشریزه جمع‌آوری می‌گردد (Liorens and Domingo, 2007; Brady and Weil, 2002). ظروف پلاستیکی استوانه‌ای با ارتفاع ۲۲/۵ و قطر دهانه ۸/۵ سانتی‌متر با ۵ تکرار به‌صورت تصادفی در زیر تاج هر درخت (درمجموع ۱۵ تکرار) تعبیه گردید (Liorens and Domingo, 2007). ظروف جمع‌آوری محلول لاشریزه استوانه‌ای پلاستی‌کی با ارتفاع ۱۱/۵ و قطر دهانه ۸ سانتی‌متر بود که دهانه آن‌ها برای ممانعت از ورود لاشریزه با تورهای آلومینیومی پوشانیده شد و با ۳ تکرار به‌صورت تصادفی در زیر لاشریزه هر درخت (درمجموع ۹ تکرار) در داخل خاک نصب گردید (Brady and Weil, 2002) به‌صورتی که دهانه ظرف روی سطح خاک و زیر لاشریزه قرار گرفت. ضخامت لاشریزه در محل‌های تعبیه ظروف نیز اندازه‌گیری شد و پس از جایگذاری ظروف، لاشریزه با همان ضخامت بر روی لیوان

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

قرار گرفت. برای تعیین میزان تغییرات کاتیون‌ها در زیر تاج و لاشریزه نسبت به آب باران و همچنین تعیین میزان بارندگی ظرف استوانه‌ای شکل به ابعاد ۵۰ ×۲۰ سانتی‌متر در فضایی آزاد تعبیه گردید. نمونه‌ها پس از ۲۷ واقعه بارندگی از تاریخ ۹۰/۱۱/۱۴ تا ۹۱/۱۱/۱۴ جمع‌آوری شد و ظروف با آب دو بار تقطیر، شستشو شده و مجدد جاگذاری شد. قابل‌ذکر است نمونه‌ها ۵ تا ۸ ساعت پس از بارندگی با اطمینان از خشک شدن سطح تاج جمع‌آوری و اندازه‌گیری می‌شد (Carlyle-Moses et al., 2004). تجزیه‌وتحلیل داده‌ها شامل دو بخش آزمایشگاهی و نرم‌افزاری بود که در بخش آزمایشگاهی اندازه‌گیری عناصر سدیم و پتاسیم موجود در آب‌شویی دولایه به روش سوزاندن از طریق دستگاه فلیم فوتومتری مدل (Jenway pfp7) (Smith and Doran, 1996) و کلسیم با استفاده از دستگاه فلیم فوتومتر مدل Biotech engineering management Afp100 بر اساس واحد ppm اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

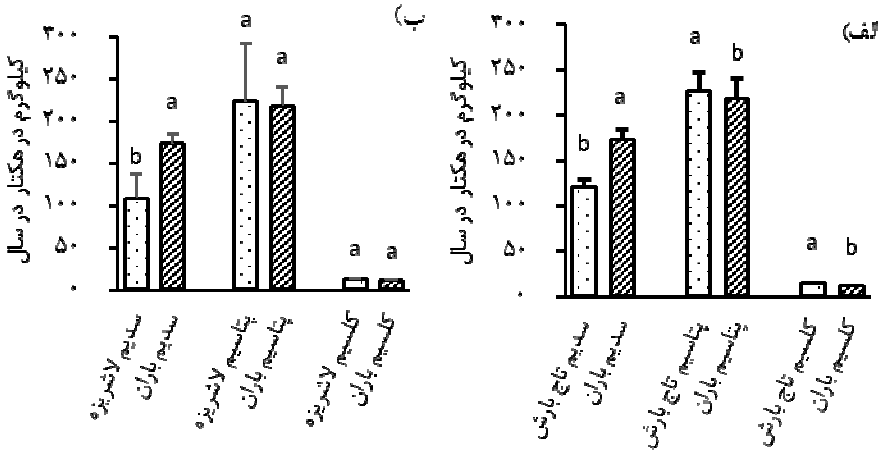
داده‌های حاصل از تحقیق در بانک نرم‌افزاری Excel ذخیره و توسط نرم‌افزار SPSS 24 پردازش شدند. با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و آزمون لون، به‌ترتیب نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها موردبررسی قرار گرفت. جهت مقایسه کاتیون‌های آب شویی تاج و لاشریزه گونه بلوط بلندمازو به‌صورت جداگانه با آب باران در فضای باز از آزمون آماری تی استیودنت در سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده شد. تغییرات ماهانه آب‌شویی در دولایه نیز با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد انجام شد.

نتایج

مقایسه آبشویی عناصر در آبشویی تاج و لاشریزه با آب باران: مساحت تاج سه درخت شاخص بلوط بلندمازو (سیلندریک با تاجی متقارن) در هشت جهت اندازه‌گیری و محاسبه شد. همچنین سایر خصوصیات آلومتریک درختان بلوط انتخاب‌شده نیز موردبررسی و اندازه‌گیری قرار گرفت. درختان مذکور دارای ارتفاع (۲۹/۱، ۲۹/۱ و ۲۹/۴ متر)، قطر برابر سینه (۸۰، ۵۰ و ۵۵ سانتی‌متر) و مساحت تاج (۱۳۸/۰۶، ۳۸/۶۳ و ۷۰/۲۹ مترمربع) بودند. در طول یک سال ۲۷ واقعه بارندگی و در مجموع ۱۱۶۲/۱ میلی‌متر بارندگی ثبت شد که از این مقدار ۷۹۹/۵۹ میلیمتر (۶۸/۸ درصد) سهم تاج‌بارش بود. سهم آب‌شویی لاشریزه از میزان کل بارندگی و تاج‌بارش به ترتیب ۵۱/۳۹ و ۷۴/۶۹ درصد بود. داده‌های حاصل از آب شویی تاج با محتوای شیمیای آب باران مقایسه و نشان داد میانگین کاتیون‌های

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

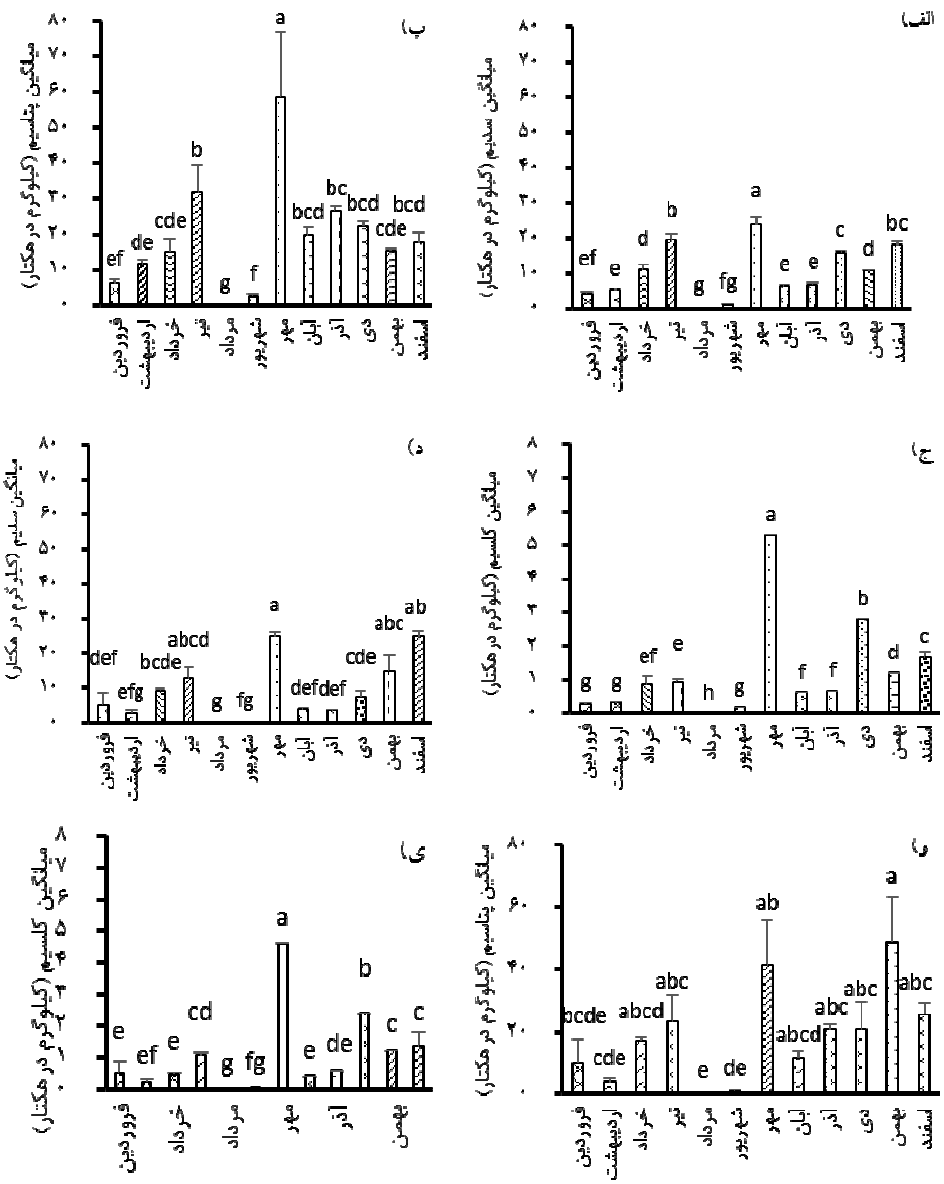
پتاسیم و کلسیم در تاج‌بارش با مقادیر ۲۲۶/۶۱ و ۱۳/۸۶ کیلوگرم در هکتار در سال در سطح ۹۵ درصد، به‌صورت معنی‌داری از عناصر مذکور در آب باران با مقادیر به‌ترتیب ۲۱۷/۷۲ و ۱۰/۹۸ کیلوگرم در هکتار در سال بیشتر بود (شکل ۱- الف). همچنین عنصر سدیم در تاج‌بارش (۱۷۲/۸۲ کیلوگرم در هکتار در سال) بطور معنی داری از مقدار آن در آب باران (۱۲۰/۳۸ کیلوگرم در هکتار) کمتر بود (شکل ۱، الف). بیشترین و کمترین میانگین آب‌شویی در تاج‌بارش، مربوط به پتاسیم و کلسیم بود (شکل ۱، الف). مقدار آب شویی کاتیون سدیم در آب‌شویی لاشریزه ۱۰۸/۵۸ کیلوگرم در هکتار در سال بود که در سطح احتمال ۹۵ درصد، به‌طور معنی داری کمتر از مقدار آن در آب باران بود (شکل ۱، ب). بیشترین و کمترین مقدار عنصر آب‌شویی شده در لاشریزه مانند تاج‌بارش مربوط به پتاسیم و کلسیم بود (شکل ۱، ب).



شکل ۱- مقایسه میانگین کاتیون‌های سدی‌م، پتاسی‌م و کلسی‌م در آب‌شویی تاج (الف) و لاشری‌زه (ب) با آب‌باران با استفاده از آزمون تی‌تست در سطح احتمال ۹۵ درصد (Error bar در شکل نشان‌دهنده اشتباه معی‌ار و حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد).

مقایسه ماهیانه کاتیون‌های بازی در تاج‌بارش و آبشویی لاشری‌زه: نتایج آنالیز واریانس نشان داد آب‌شویی کلیه عناصر در تاج‌بارش و آب‌شویی لاشریزه در ماه‌های مختلف سال از اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد برخوردار هستند. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد میانگین عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در تاج‌بارش، در ماه فروردین (۲۳/۷، ۵۸/۳۷ و ۵/۳ کیلوگرم در هکتار) بیشترین مقدار آب‌شویی و در ماه شهریور با مقادیر ۱/۱، ۲/۳۸ و ۰/۱۶ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار را داشت (به غیر از ماه مرداد که بارش صفر بود) (شکل ۲، الف، ب و ج).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]



شکل ۲- مقایسه میانگین سدیم، پتاسیم و کلسیم در تاج‌بارش (الف، ب، ج) و آب‌شویی لاشریزه (د، و، ی) در ماه‌های مختلف با استفاده از آزمون چندگانه دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد (Error Bar در شکل نشان‌دهند اشتباه معیار است).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

همچنین کمترین و بیشترین میزان آب‌شویی سدیم و کلسیم در آب‌شویی لاشریزه در ماه شهریور و مهر بود ولی بیشترین میزان آب‌شویی پتاسیم در ماه بهمن با مقدار ۴۸/۴۹ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین میزان آن در ماه شهریور با مقدار ۰/۹۴ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲-د، و و ی).

بحث و نتیجه‌گیری

میانگین کاتیون‌های پتاس‌یم و کلسیم در تاج‌بارش به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار آن در آب باران بود که با نتایج دیگر محققین هم‌راستا است (مصلحی و همکاران، ۱۳۹۰؛ وینو (Weyno, 2001)؛ چویانگ و همکاران (Chuyong et al., 2004)؛ وربک و همکاران (Verbk et al., 2008) و صالحی و همکاران (Salehi et al., 2016)). با توجه به حضور وافر پتاسیم در بافت‌های چوبی، ترکیبات آنزیم ها با پیوند بسیار ضعیف (Hermann et al., 2006) همراه با تحرک بالای آن نسبت به سایر کاتیون‌ها، شکسته شدن پیوند در ترکیبات آنزیم‌ها و انتشار آن از بافت‌های چوبی برگ به شکل آزاد حین آب‌شویی تاج انتظار می‌رود که به‌صورت افزایش مقادیر پتاسیم در تاج‌بارش مشاهده می شود (Lin et al., 2001).

غلظت عناصر در اندام‌های گیاهی با آب‌شویی رابطه نزدیک دارد، بنابراین می‌توان افزایش کلسیم در آب‌شویی تاج را به فراوانی این عنصر در اندام‌های هوایی و پوست نسبت داد (Berger and Glatzel, 1998). برعکس پتاسیم، کلسیم که عامل اصلی تشکیل‌دهنده دیواره سلولی است (Hongove et al., 2000) به علت تحرک کمی که دارند به‌آسانی شسته نمی شوند (Likens et al., 1998) بنابراین میزان آب‌شویی کلسیم نسبت به آب‌شویی پتاسیم کمتر است.

سدیم جزء عناصری است که مقدار کمی از آن از طریق مبادله کاتیون‌ها و بیشتر آن از طریق شستشوی رسوبات اتمسفری، می باشد (Parker, 1983). غلظت بالای عنصر سدیم در آب باران این موضوع را تائید می‌کند.

کاهش آب‌شویی عنصر سدیم در تاج‌بارش نسبت به آب باران نیز می تواند به دلیل حضور کمتر این عنصر در منابع یونی سطح تاج در گونه مذکور باشد (Staelens et al., 2003) بنابراین ممکن است گیاه با جذب سدیم از آب باران عبوری از تاج، جبران کمبود عنصر موردنظر را کرده باشد. در تحقیقی مشابه در شمال کشور مشاهده شد میزان سدیم در آبشویی تاج گونه افرا پلت ۵۲/۲۷ کیلوگرم در هکتار کمتر از آب باران است (حبشی و همکاران، ۱۳۹۷) که دلیل آن را تمایل بافت درونی برگ به جذب سدیم محلول بیان کردند (Dubova, 2014). بررسی‌ها نشان داد در تعامل بین تاج درختان بلوط و کلرید سدیم حین آب‌شویی، یون کلرید در این تعامل بی‌اثر می‌باشد (Cappelatto and

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

Peters, 1995) ولی یون سدیم تمایل به جذب شدن در سطح برگ و یا بافت‌های داخلی برگ دارند (Rabield, 1998). مکانیزم ملکولی که سبب جذب پتاسیم به‌عنوان عنصر غذایی ضروری و سدیم می‌شود به‌شدت به یکدیگر مرتبط است. سدیم به‌راحتی جایگزین پتاسیم در سلول‌های گیاهی می شود (Reinap et al., 2010) و بدین ترتیب کاهش آب‌شویی سدیم و افزایش آب‌شویی پتاسیم اتفاق می‌افتد. افزایش میزان عناصر در آب‌شویی لاشریزه نیز از روند آب‌شویی عناصر در تاج‌بارش از همان روند آب‌شویی عناصر در تاج‌بارش پیروی می‌کند (مصلحی و همکاران، ۱۳۹۰). کاهش معنی‌دار سدیم در لاشریزه نسبت به آب باران (۶۴/۲۴ کی‌لوگرم در هکتار) که موافق با نتایج مشابه در شمال کشور بر روی گونه راش (کاهش ۰/۸۲ کیلوگرم در هکتار در ماه) مصلحی و همکاران (۱۳۹۰) بر روی گونه افرا پلت (کاهش ۹۱/۹ کیلوگرم در هکتار در سال) حبشی و همکاران، (۱۳۹۷) بود را می توان به کم بودن این عنصر در بافت‌گیاهی نسبت داد زیرا این عنصر در غلظت بالا برای گیاه حالت سمی داشته و منجر به استرس اسمزی، مهار آنزیم‌ها و رقابت با عنصر پتاسیم می‌شود (Rabild, 1998). با توجه به غلظت این عنصر در آب باران و کاهش آن در تاج‌بارش، می توان نتیجه گرفت منبع سدیم بیشتر از منابع خارجی بوده و کمتر مربوط به بافت برگ است بنابراین با کاهش حجم آب‌شویی در لاشریزه (بیشترین حجم مربوط به لاش برگ است) انتظار می‌رود از میزان سدیم کاسته شود (مصلحی و همکاران، ۱۳۹۱).

افزایش میانگین دو عنصر پتاسیم و کلسیم در آب‌شویی لاشریزه نسبت به آب باران را می‌توان به لاش برگ‌های در حال تجزیه نسبت داد. پتاسیم و کلسیم ازجمله عناصری هستند که به‌راحتی از لاش برگ‌های در حال تجزیه شسته می‌شوند (Duivenvoorden and Lips, 1995). درواقع، عناصری که مقدارشان در برگ زیاد است آب‌شویی شان نیز زیادتر خواهد بود و با تجزیه برگ‌ها به‌صورت یون‌های محلول از طریق آب‌شویی انتقال داده می‌شوند (Alcock and Morton, 1985; Potter, 1991) که در روند افزایش آب‌شویی عناصر در لاشریزه دیده می‌شود.

آب‌شویی کاتیون‌های سدیم، پتاسیم و کلسیم در آب‌شویی لایه‌های تاج و لاشریزه طی ماه‌های مختلف نمونه‌برداری، اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان داد. نتایج حاصله در لایه تاج‌بارش با نتایج حاصل از تحقیقات مصلحی و همکاران (۱۳۹۱)، استائلینس و همکاران (Staelens et al., 2003) و دزو چاکن (Dezzo and Chacon, 2006) و لاشریزه با نتایج مصلحی و همکاران (۱۳۹۰) و یاویت و فاهی (Yavitt and Fahey, 1986) مطابقت داشت.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

تغییرات آب و هوایی از طریق تغییر در درجه حرارت، رطوبت، شدت، مدت، توزیع و فراوانی بارش، سرعت و جهت باد و آشفتگی آب و هوایی (Zhang et al., 2006; Staelens et al., 2007) بر میزان و غلظت این عناصر در باران می‌تواند تأثیر بگذارد و منجر به تغییر در آبشویی این عناصر در طول سال شود. تغییرات فصلی و ماهیانه در ترکیبات شیمیایی بارش (Zhang et al., 2006) و تغییرات رسوبات اتمسفری در طول زمان (Staelens et al., 2007)، تعامل شیمیایی بین تاج و باران در دوره رویشی و استراحت (Navar et al., 2009)، تغییر فعالیت فیزیولوژیکی برگ‌ها در فصول متفاوت، ظهور برگ و جوانه‌ها (Reinap et al., 2010; Tukey et al., 1965) و مساحتی از تاج که در تماس با بارش قرار می‌گیرد (Navar et al., 2009)، کیفیت یون‌های قابل‌تبادل در تاج (Parker, 1983) و خصوصیات فیزیولوژیکی تاج در فصول متفاوت (Zhang et al., 2006)، ویژگی بارش (دوره، شدت، اندازه و ترکیبات شیمیایی موجود در آن) (Hansen et al., 1994; Zhang et al., 2006) و حجم بارش و غلظت عناصر موجود در آن (Duchesne and Houle, 2006) از عوامل مؤثر در آبشویی عناصر هستند که در طول سال متغیر است که حاصل آن، تغییر در کیفیت و کمیت آبشویی تاج و لاشریزه در طول سال است. قابل‌ذکر است مقدار تولید لاشریزه (در جنگل‌های معتدله در پاییز بیشترین مقدار تولید را دارد) و کیفیت متفاوت آن (Van Nevel et al., 2013) در فصول مختلف، تغییر فازهای تجزیه در طول زمان (Magee, 1993) و آزادسازی عناصر باکیفیت و کمیت متفاوت و همچنین جذب عناصر در لاشریزه و پوشش کف توسط ریشه‌های سطحی به‌ویژه در فصل رویش (Swift and Anderson, 1989) از عواملی هستند که تغییرات آب‌شویی لاشریزه در طول زمان را در پی دارد.

در مجموع نتایج دو فرضیه تحقیق شامل اختلاف آب‌شویی عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در تاج‌بارش و تا حدودی لاشریزه در مقایسه با آب باران و همچنین تغییر معنی‌دار آب‌شویی در طول سال را تائید نمود. نتایج نشان داد تاج و لاشریزه گونه بلوط و همچنین زمان، بر چرخه زیست زمین شیمیایی تأثیرگذار است. در این میان، نقش تاج در آب‌شویی عناصر پررنگ‌تر بوده و حجم معنی‌داری از پتاسیم و کلسیم را در مقایسه با آب باران به چرخه عناصر غذایی وارد می‌کند. با دسترسی به مجموع اطلاعات آب‌شویی بلوط بلندمازو و سایر گونه‌های اندازه‌گیری شده در شمال کشور و همچنین تجزیه، می‌توان برنامه‌ریزی دقیق تری درزمینه مدیریت قطع، احیا و جنگل‌کاری (با توجه به شرایط رویشگاهی و تأثیر دو پدیده آبشویی و تجزیه در بازگشت عناصر غذایی به خاک) ارائه داد. قابل‌ذکر است برای مدیریت پایدار و صحیح جنگل، بایستی نقش تجزیه و آبشویی کلیه گونه‌های جنگلی بر چرخه عناصر غذایی در کوتاه‌مدت و بلندمدت بررسی و ثبت گردد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

منابع

حبشی، ه.، شبانی، ا.، مصلحی، م. ۱۳۹۷. بررسی تغییرات کاتیون‌های بازی در آبشویی تاج و لاشری‌زه گونه افراپلت در جنگل‌های ه‌ی‌رکان‌ی، مجله جنگل و فراورده چوب تهران. شماره ۳: ۲۳۰-۲۲۱.

زرین کفش، م. ۱۳۸۰. خاکشناسی جنگل. تهران. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۳۶۱ صفحه.

مصلحی، م.، حبشی، ه.، خرمالی، ف. ۱۳۹۰. تأثیر تاج‌بارش و آب‌شویی پوشش کف گونه راش بر دی‌نامی‌ک کاتی‌ون‌های بازی در توده آمی‌خته. مجله جنگل و صنوبر، شماره ۱۹: ۹۳-۸۳.

مصلحی، م.، حبشی، ه.، خرمالی، ف، رحمانی، ر.، پورملکشاه، ع. ۱۳۹۱. تأثیر تغییرات زمانی بر دینامیک کاتیون‌های بازی تاج‌بارش و پوشش کف گونه راش. سومی‌ن همایش بین‌المللی تغییر اقلیم و گیاه‌شناسی درختی، ۲۷-۲۹ اردیبهشت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری. ایران. ۱۲ صفحه.

Akmal Rahim, M., Hasanain, S., Farkhanda, J. 2011. Effect of calcium, magnesium, sodium and potassium on farm plantations vareious agroecological zones of Punjab, Pakistan. African Journal of plant Science, 5 (5): 450-459.

Alcock, M. R., Morton, A. J. 1985. Throughfall and stemflow in woodland recently established on Nutrient content of heathland. Journal of ecology, 73: 625-663.

Berger, T. W., 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: 1388–1397.

Brady, N. C., Weil, R. R. 2002. The nature and properties of soils, 12 th ed. Prentice Hall, NJ. 960p.

Cappelatto, R., Peters, N.E. 1995. Dry deposition and canopy leaching rates in deciduous and coniferous forests of the Georgia Piedmont: an assessment of the regression model. Journal of Hydrology, 169, 131−150.

Carlyle-Moses, D., Laureano, J.F., Price, A. 2004. Throughfall and throughfall spatial variability in Madrean oak forest communities of northeastern Mexico. Journal of Hydrology, 297(1-4):124-35.

Chuyong, G.B., Newbery, D.M., Songwe, N. C. 2004. Rainfall input, throughfall and stemflow of nutrients in a central African rain forest dominated by ectomycorrizhal trees. Biogeochemistry, 67 (1): 73-91.

Dezzo, N., Chacon, N. 2006. Nutrient fluxes in incident rainfall, throughfall and in stemflow adjacent primary and secondary forests of the garansabana, Southern Venezuela. Forest Ecology and Management, 234 (1-3): 218-226.

Dubova, M. 2014. Sodium in precipitation in a beech forest ecosystem in the Kremnicke Verchy MTS (Western Carpathians). Ekologia, 33 (1): 36-47.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

Duchesne, L. and Houle, D. 2006. Base cation cycling in a pristine watershed of the Canadian boreal forest, Biochemistry, 78 (2): 195-216.

Duivenvoorden, J. M., Lips, J. M. 1995. A land-ecological study of soils, vegetation and plant diversity in Colombian Amazonia. Ph.D. thesis, Lanscape and Environmental Research Group. Faculty of Environmental Sciences, University of Amesteram. Tropenbos Series 12, Wageningen, 438p.

Eaten, J. S., Likens, G. E., Bormann, F. H. 1973. Throughfall and stemflow chemistry in a Northern hardwood forest. Journal of Ecology, 61: 498-508.

Gordon, A. M., Chourmouzis, C., Gordon, A. G. 2000. Nutrient inputs litterfall and rainwater fluxes in 27-year-old red, black and white spruce plantations in central Ontario, Canada. Forest Ecology and Management, 138: 65-78.

Habashi, H., Moslehi, M., Shabani, E., Pypker, T., Rahmani, R. 2019. Chemical content and seasonal variation of throughfall and litterflow under individual trees in the Hyrcanian forests of Iran. Journal of Sustainable Forestry, 38 (2): 183-197.

Hansen, K., Draaijers, G. P. J., Ivens, W. M. P. F. 1994. Concentration variations in rain and canopy throughfall collected sequentially during individual rai events, Atmospheric Environment, 28: 3195-3205.

Henderson, H., Harris, D. E., Todd, D. E., Grizzard, T. 1977. Quantity and chemistry of throughfall as influenced by forest-type and season. Journal of Ecology, 65: 365-374.

Hermann, M., Pust, J., 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., Lundstrom, U. S. 2000. Dissolved components in precipitation water percolated through forest litter. European Journal of Soil Science, 51 (4): 667-677.

Iida, S.I., Tanaka, T., Sugita, M. 2005. Change of interception process due to the succession from Japanese red pine to evergreen oak. Journal of Hydrology, 315: 154-166.

Lin, T. C., Humburg, S. P., Hsia, Y. J. T., King, H. B., Wang, L. J., Lin, K. Ch. 2001. Base cation leaching form the canopy of Subtropical rain forest northeastern Taiwan, Canadian Journal Forest Research, 31(7): 1150-1163.

Likens. G. E., Drisscoll, C. T., Buso, D. C., Siccama, T. G., Johnson, C. E., Lovett, G.M., Fahey, T. J., Reiners W. A., Ryan, D. F., Martin, C. W., Bailey, S. W. M. 1998. The biogeochemistry of calcium at hubbard Brook. Biogeochemistry 41: 89-173.

Liorens, P., Domingo, F. 2007. Rainfall partitioning by vegetation under Mediterranean rainfall: Examples from a young and an old-growth Dougla-fir forest. Agricultural and Forest Meteorology, 130: 113-129.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

Lu, J., Zhang, S.X., Fang, J. P., Zheng, W. L. 2016. Nutrient characteristics of throughfall and stemflow in the natural forest of *Pinus densata* in the Tibetan plateau. International Journal of Experimental Botany, 85:142-148.

Magee, A. P. 1993. Detrital Accumulation and Processing in Wetlands. Water Management HandBook, Published by university of Nebraska.7 p.

Navar, J., Gonzales, J. M., Gonzales, H. 2009. Gross precipitation and throughfall chemistry in legume speciese planted in Northeastern Mexico. Plant Soil, 318: 15-26.

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

Potter, S. C. 1991. Nutrient leaching from Acer ruberum leaves by experimental acid rainfall, Canadian Journal of forest Research, 21: 222-229.

Rabild, A. 1998. Physiological responses of spuce (Picea) genotypes to simulated aerial Borne salt. PhD Thesis, Department of Economics and Natural Resources. Arboretum. The Royal Veterinary and Agricultural Univesity.

Reinap, A., Wiman, B. L. B, Gunnarsson, S., Svenning, B. 2010. Dry deposition of NaCl aerosols: theory and method for a modified leaf-washing technique. Atmospheric Measurement Techniques, 3: 3851−3876.

Salehi, M., Zahedi Amiri, Gh., Attarod, P., Salehi, A., Brunner, I., Schleppi, P., Thimonier, A. 2016. Seasonal variation of TF chemistry in pure and mixed stands of Oriental beech (*Fagus orientalis Lipsky*) in Hyrcanian forests (Iran), Annals of Forest Science, 73: 371-380

Smith, J. L., Doran, J. W. 1996. Measurement and use of pH and electrical coductivity for soil quality analysis. In: Doran, J. W. and Jones, A. J. (Eds.), Methods for Assessing soil quality. SSSA Species Publication. 49. Madison, WI, Pp. 169-185.

Staelens, J., Shcrijverl, A. D., Oyarzun, C., Lustl, N. 2003. Comparison of dry deposition and canopy exchange of base cations in temperate hardwood forest, Gayana Botany, 60(1): 9-16.

Staelens, J., Schrijver, A. D., 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.

Swift, M. J., 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, 714 p.

Tukey, H. B. J. R. 1970. The leaching of substance from plants, Annual Review of Plant Physiology, 21: 305-324.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

Tukey, H. B. Jr., Mecklendburg, R. A., Morgan, J. V. 1965. A mechanism for the leaching of metabolites foliage. Radiation and Isotypes in Soil-Plant Nutrition Studies, Proceedings of I. A. E. A./F.A.O. Austria, 610p.

Tobon, C., Sevink, J., Verstraten, J. M. 2004. Solute fluxes in throughfall and stemflow in four forest ecosystems in northwest Amozonia. *Biogeochemistry*, 70 (1):1-25.

Van Nevel, L., Mertens, J., De Schrijver, A., Baeten, L., De Neve, S., Tack, F., Merrs, E., Verheyen, K. 2013. Forest floor leachate fluxes under six different tree species on a metal contaminateds site. Science of the Total Environment, 447: 99-107.

Verbk, B., Pilas, I., Novontny, V., Dekanic, S. 2008. Effect of deposition substances on the quality of throughfall and soil solution of pedunculate oak and common hornbeam forest. Periodicum Biologorum, 3 (110): 269-275.

Wakeel., A., Faroogh, M., Qadir, M., Schubert, S. 2011. Pottassium review in plant sciences. Plant Sciences, 30 (4): 401-413.

Weyno, L. 2001. Nutrient cycling in a montane moist evergreen Broad-Leaves forest (Lithocarpus/Castanopsis Association) in Ailao Mountains Yunnan Southwestern China.Department of Enviromental Biology, pp 221.

Yavitt, J. B., Fahey, T. J. 1986. Litter decay and leaching from the forest floor in Pinus contorta (Lodgepole pine) ecosystems. Journal of Ecology, 74 (2): 525-245

Zhang, G., Zeng, G., Jiang, Y., Yan Du, C., Huang, G., Yao, J., Zeng, M., Zahng, X., 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.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]