

اندازه‌گیری تاج‌بارش و اتلاف تاجی جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو در کوه‌میان آزادشهر

سعید محمدی^۱، رامین رحمانی^{۲*} و رحمت‌اله عربعلی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
^۲ دانشیار گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
^۳ کارشناس ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۶)

چکیده

مقدار تاج‌بارش و اتلاف تاجی گونه‌های درختی که برای جنگلکاری استفاده می‌شوند، به‌اندازه سازگاری با رویشگاه اهمیت دارند. در شرق ناحیه ریشی هیرکانی، از گونه‌های زربین، کاج بروسیا و بلندمازو در طرح‌های جنگلکاری زیاد استفاده شده است. تأثیر این جنگلکاری‌ها بر اجزای بارش و بیلان آب منطقه ناشناخته است. این پژوهش با هدف اندازه‌گیری تاج‌بارش و اتلاف تاجی جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو به‌مدت یک سال (از اردیبهشت ۱۳۹۱) انجام شد. یک دستگاه باران‌سنج و چهار جمع‌آوری‌کننده در محیط باز نزدیک به منطقه مورد بررسی نصب و برای اندازه‌گیری بارش استفاده شد. برای نمونه‌برداری از تاج‌بارش، ۳۵ جمع‌آوری‌کننده به‌طور تصادفی در زیر تاج‌پوشش هر یک از توده‌ها نصب شد. در طول مدت بررسی مقدار بارش ۱۱۳۵ میلی‌متر بود. مقدار تاج‌بارش در جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو به‌ترتیب ۴۳۹/۴، ۶۴۲/۷ و ۶۱۴/۷ میلی‌متر به‌دست آمد. مقدار اتلاف تاجی سالانه در توده‌های بررسی‌شده به‌ترتیب ۶۱/۳، ۴۳/۴ و ۴۵/۸ درصد از بارش برآورد شد. بین تاج‌بارش توده‌های بررسی‌شده و بارش، همبستگی مثبت و معنی‌دار به‌دست آمد و به‌وسیله معادله توانی، مدل‌سازی شد. مدل‌سازی ارتباط بین اتلاف تاجی و بارش نیز با همین روش انجام شد. در جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو، بخش زیادی از بارش روی تاج‌پوشش باقی می‌ماند و پس از تبخیر شدن به جو باز می‌گردد. با توجه به اینکه گونه استفاده‌شده در جنگلکاری بر مقدار ورود آب به زیر تاج‌پوشش تأثیر دارد، لازم است در فرایند انتخاب گونه به مقدار تاج‌بارش و اتلاف تاجی توجه شود.

واژه‌های کلیدی: اتلاف تاجی، تبخیر، تاج‌بارش، تاج‌پوشش، مدل‌سازی.

مقدمه و هدف

بارش از مهم‌ترین مشخصه‌هایی است که در بررسی چرخه آب اکوسیستم جنگلی باید مد نظر قرار گیرد. با افزایش دما و خشکی، تنش آبی بیشتر از دیگر عامل‌های زیستی و محیطی موجب کاهش تولید اکوسیستم‌های گیاهی می‌شود. بارش پس از ریزش به روی تاج درختان، به سه بخش شامل تاج‌بارش، ساقاب و اتلاف تاجی تقسیم می‌شود (Rahmani et al., 2011). تاج‌بارش، نسبتی از بارش است که به صورت مستقیم با عبور از فضای خالی بین تاج‌پوشش درختان و به صورت غیرمستقیم بعد از برخورد به تاج‌پوشش، به سطح زمین می‌رسد. بخش دیگری از بارش با جاری شدن بر روی تنه با عنوان ساقاب، به سطح زمین می‌رسد. آن قسمت از بارش را که توسط تاج و تنه نگهداری و همزمان و یا بعد از بارش، تبخیر و از دسترس گیاهان خارج می‌شود، اتلاف تاجی می‌نامند (قربانی و رحمانی، ۱۳۸۷).

پس از جنگلکاری، مشخصه‌های زیستی رویشگاه تحت تأثیر گونه کاشته شده تغییر می‌یابند. به عنوان مثال، مهم‌ترین تأثیر جنگلکاری، اثرگذاری روی چرخه هیدرولوژی در اکوسیستم‌ها است (Beryant et al., 2005). با افزایش سن جنگلکاری، تاج‌پوشش که اصلی‌ترین سطح دریافت‌کننده بارش است، توسعه می‌یابد و مقدار آب بیشتری به وسیله اتلاف تاجی از دسترس اکوسیستم خارج می‌شود. از طرف دیگر تاج‌پوشش درختان از طریق اتلاف تاجی می‌تواند مقدار و سرعت آب وارد شده به کف جنگل را کاهش دهد و در نتیجه از فرسایش خاک جلوگیری کند (Asadian, 2007). بنابراین آگاهی از مقدار اتلاف تاجی گونه‌هایی که برای جنگلکاری استفاده می‌شوند، اهمیت زیادی دارد.

در نتیجه اندازه‌گیری اجزای بارش در یک جنگل راش شرقی واقع در گرگان، مقدار تاج‌بارش و اتلاف تاجی ۴۳/۲ و ۵۶/۵ درصد از بارش به دست آمد (Rahmani et al., 2011). این تحقیق نشان داد که

بیش از ۵۰ درصد بارش از روی اندام‌های هوایی درختان جنگلی تبخیر می‌شود و دوباره به جو بازمی‌گردد. به این ترتیب کمتر از ۵۰ درصد بارش به کف جنگل می‌ریزد. بدیهی است با کاهش دسترسی درختان به منابع آب، تولید جنگل نیز به همان نسبت کاهش می‌یابد. در مناطق معتدل، اتلاف تاجی در جنگل‌های پهن‌برگ بین ۱۱ تا ۳۶ و در جنگل‌های سوزنی‌برگ بین ۹ تا ۴۸ درصد از بارش است (Hormann et al., 1996). در ایران، بخشی از پژوهش‌های اتلاف تاجی، در جنگلکاری‌های خارج از ناحیه رویشی هیرکانی صورت گرفته است (خسروپور و همکاران، ۱۳۹۰؛ باقری و عطارد، ۱۳۹۰؛ مطهری و عطارد، ۱۳۹۱؛ مطهری و همکاران، ۱۳۹۱). بخش دیگری از این پژوهش‌ها در جنگل‌های واقع در غرب و بخش مرکزی ناحیه رویشی هیرکانی انجام شده است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۸؛ حسینی قلعه‌بهمنی و همکاران، ۱۳۹۰؛ همتی و همکاران، ۱۳۹۰) که شرایط رویشگاهی آنها در مقایسه با شرق هیرکانی متفاوت است.

افزایش دما و خشکی در هیرکانی شرقی، از دره‌زیارت تا گلی‌داغ، موجب عدم حضور راش به عنوان مهم‌ترین گونه جنگل‌های ناحیه رویشی هیرکانی است. به همین سبب، ترکیب گونه‌ای و شرایط رویشگاه‌های جنگلی هیرکانی شرقی با هیرکانی غربی تفاوت دارد. بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A. Mey.) مهم‌ترین گونه جنگل‌های طبیعی هیرکانی شرقی است. در این منطقه، بلندمازو توده‌های خالص و آمیخته‌ای را با ممرز و آزاد تشکیل می‌دهد (ثابتی، ۱۳۵۵). از بلندمازو برای جنگلکاری در عرصه‌های جنگلی استفاده شده است. در استان گلستان، مساحت جنگلکاری‌های خارج از عرصه‌های جنگل طبیعی حدود ۷۴ هزار هکتار است. از گونه‌های زربین (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* Mill.) و کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten.) در این جنگلکاری‌ها زیاد استفاده شده است، ولی از مساحت

به‌ویژه در منطقه‌هایی که کاهش بارندگی و افزایش دما موجب بروز خشکی شده است، انتخاب گونه مناسب برای جنگلکاری و تنظیم تراکم تاج‌پوشش موجب می‌شود تا بارش کافی به کف جنگل برسد و تبخیر از لاشبرگ و سطح خاک به حداقل کاهش یابد. به این ترتیب رشد درختان و تولید جنگل به سبب افزایش اتلاف تاجی و کاهش دسترسی درختان به منابع آب کاهش نمی‌یابد. این پژوهش با هدف برآورد و مقایسه تاج‌بارش و اتلاف تاجی جنگلکاری‌های زربین، کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو و مدل‌سازی برای برآورد تاج‌بارش و اتلاف تاجی با استفاده از مقدار بارش در طرح جنگلداری کوهمیان آزادشهر واقع در منطقه ریشی هیرکانی شرقی انجام شد.

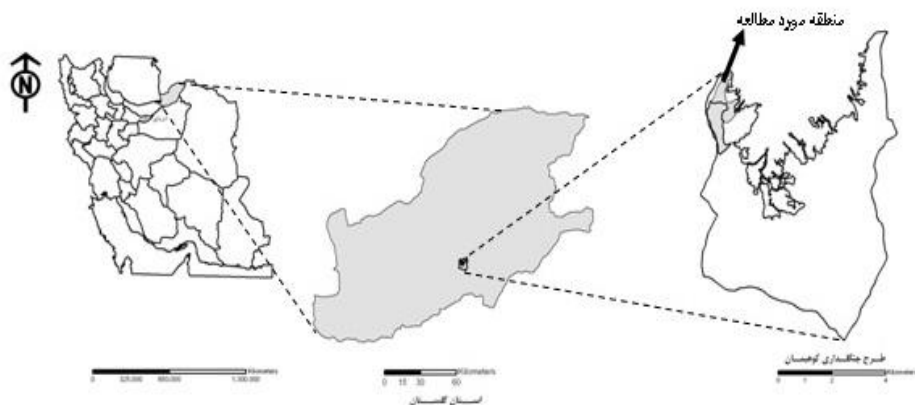
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

منطقه تحقیق در پارسل ۴۸ طرح جنگلداری کوهمیان (طول شرقی ۵۵ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۰ دقیقه و عرض شمالی ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۵۶ دقیقه) در شهرستان آزادشهر، استان گلستان واقع شده است (شکل ۱). این پارسل دارای حداقل ارتفاع ۲۰۰ و حداکثر ۴۰۰ و متوسط ارتفاع ۲۵۰ متر از سطح دریا و با جهت شیب شرقی است.

آنها اطلاع دقیقی وجود ندارد. زربین و کاج بروسیا از سوزنی‌برگان مدیترانه‌ای هستند. زربین دارای تاج متراکم است و خشکی را تحمل می‌کند (زارع، ۱۳۸۱). کاج بروسیا گونه‌ای کم‌توقع است (دستمالچی، ۱۳۷۴) که از آن به‌عنوان گونه پیشاهنگ برای جنگلکاری در اراضی فقیر استفاده می‌شود (فتاحی، ۱۳۷۳). توسعه جنگلکاری با گونه‌های زربین و کاج بروسیا در هیرکانی شرقی و تأثیر افزایش دما و خشکی بر کاهش منابع آبی اکوسیستم‌های جنگلی، شناخت تأثیر جنگلکاری با این گونه‌ها بر اجزای بارش و بیلان آبی اکوسیستم و مقایسه آن با توده‌های طبیعی مانند بلندمازو را ضروری کرده است. توسعه جنگلکاری با سوزنی‌برگان در شرق منطقه هیرکانی می‌تواند سبب افزایش اتلاف تاجی شود. این کاهش می‌تواند به نوبه خود موجب کاهش حجم آب وارد شده به خاک شود. اتلاف تاجی مقدار آب وارد شده به خاک را کاهش می‌دهد (Calder, 1998). بنابراین تولید جنگل مستقیم تحت تأثیر مقدار آبی است که پس از فرایند اتلاف تاجی در اختیار اکوسیستم قرار می‌گیرد.

توجه به مقدار اتلاف تاجی گونه‌ها در منطقه‌های مختلف با بارندگی متفاوت و تأثیر آنها بر مقدار آبی که به کف جنگل می‌رسد، در کنار دیگر مشخصه‌هایی که در انتخاب گونه باید مدنظر قرار گیرند، ضروری است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی پارسل ۴۸، طرح جنگلداری کوهمیان در آزادشهر، استان گلستان

جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا ۲۳ سال است. سن توده طبیعی بلندمازو که از طریق زادآوری طبیعی استقرار پیدا کرده با جنگلکاری‌ها یکسان می‌باشند (جدول ۱). توده‌های بررسی‌شده در مجاورت هم و در ارتفاع یکسان از سطح دریا قرار دارند (بی‌نام، ۱۳۹۰).

این منطقه قبل از جنگلکاری، به‌مدت چند سال توسط افراد محلی تصرف و در آن زراعت شد. پس از خلع ید، بخشی از منطقه در سال ۱۳۶۸ با گونه‌های زربین و کاج بروسیا جنگلکاری شد و در بخشی که درختان مادری بلندمازو به‌صورت پراکنده وجود داشتند، هم‌زمان زادآوری طبیعی مستقر شد. سن

جدول ۱- مشخصه‌های جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو در کوه‌میان، آزادشهر

تاج‌پوشش (درصد)	رویه زمینی (متر مربع در هکتار)	تراکم (تعداد در هکتار)	ارتفاع (متر)	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	توده
۷۰	۱۷/۶	۱۶۰۰	۷	۱۲	زربین
۶۰	۴۹/۶	۱۶۰۰	۱۲	۲۰	کاج بروسیا
۵۵	۶۵/۷	۱۹۸	۲۱	۶۵	بلندمازو

منبع: کتابچه طرح جنگلداری کوه‌میان (بی‌نام، ۱۳۹۰)

برای اندازه‌گیری بارش، از دستگاه باران‌سنج ساخته‌شده براساس استاندارد موجود در سازمان هواشناسی، که در منطقه‌ای نزدیک به توده‌های بررسی‌شده و در عین حال عاری از پوشش گیاهی نصب شده بود، استفاده شد. علاوه بر این در منطقه باز واقع در مجاور توده نیز چهار جمع‌آوری‌کننده برای اندازه‌گیری بارندگی، مشابه جمع‌آوری‌کننده‌های تاج‌بارش، نصب شد. میانگین ارتفاع آب جمع‌آوری‌شده توسط باران‌سنج استاندارد و چهار جمع‌آوری‌کننده، به‌عنوان مقدار بارش در نظر گرفته شد.

مقدار تاج‌بارش جمع‌آوری شده توسط هر یک از جمع‌آوری‌کننده‌ها حداکثر سه ساعت پس اتمام هر بارش و در صورت وقوع بارش در شب، تا حد امکان قبل از طلوع خورشید صورت گرفت. به‌منظور محاسبه مقدار تاج‌بارش جمع‌آوری‌شده در هر یک از جمع‌آوری‌کننده‌ها، از نسبت بین حجم تاج‌بارش ذخیره‌شده در هر جمع‌آوری‌کننده و مساحت دهانه جمع‌آوری‌کننده‌ها استفاده گردید. سپس میانگین مقدار تاج‌بارش جمع‌آوری‌شده توسط ۳۵ جمع‌آوری‌کننده تاج‌بارش، به‌عنوان میانگین تاج‌بارش در طی هر بارش محاسبه شد.

برای تعیین وضعیت اقلیمی منطقه تحقیق از داده‌های اقلیمی ثبت‌شده در طی یک دوره ۱۳ ساله (۱۳۷۹-۱۳۹۱) از ایستگاه باران‌سنجی آزادشهر (طول شرقی ۵۵ درجه و ۱۰ دقیقه و عرض شمالی ۳۷ درجه و ۵ دقیقه و ارتفاع ۱۲۹ متر از سطح دریا) که در فاصله ۱۰ کیلومتری قرار دارد، استفاده شد. میانگین دمای سالانه ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۶۴۸/۷ میلی‌متر است. بر اساس نمایه اقلیمی دومارتن، منطقه بررسی‌شده دارای اقلیم نیمه‌مرطوب است (بی‌نام، ۱۳۹۰).

- شیوه اجرای پژوهش

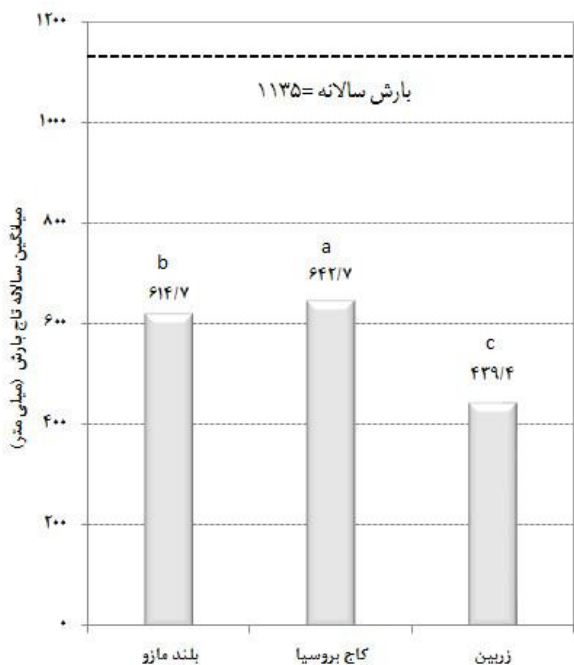
به‌منظور برآورد مقدار اتلاف تاجی در توده‌های بررسی‌شده، مقدار بارش و تاج‌بارش به‌مدت یک سال (از ۱۳۹۱/۰۲/۱۵ تا ۱۳۹۲/۰۲/۱۵) ثبت شد. برای اندازه‌گیری مقدار تاج‌بارش، ۳۵ جمع‌آوری‌کننده تاج‌بارش در زیر تاج درختان هر کدام از توده‌ها قرار داده شد (در مجموع ۱۰۵ جمع‌آوری‌کننده). برای نصب جمع‌آوری‌کننده‌های تاج‌بارش، ابتدا در بخشی از توده به‌مساحت تقریبی دو هکتار، یک نقطه به‌طور تصادفی مشخص شد و سپس جمع‌آوری‌کننده‌ها در شبکه‌ای به ابعاد ۲۵ متر مستقر شدند.

دسترس بودن بارش و آسان‌تر بودن اندازه‌گیری آن، مقدار بارش به‌عنوان متغیر برآوردکننده و مقدار تاج‌بارش و اتلاف تاجی به‌عنوان متغیرهای برآوردشونده در نظر گرفته شدند.

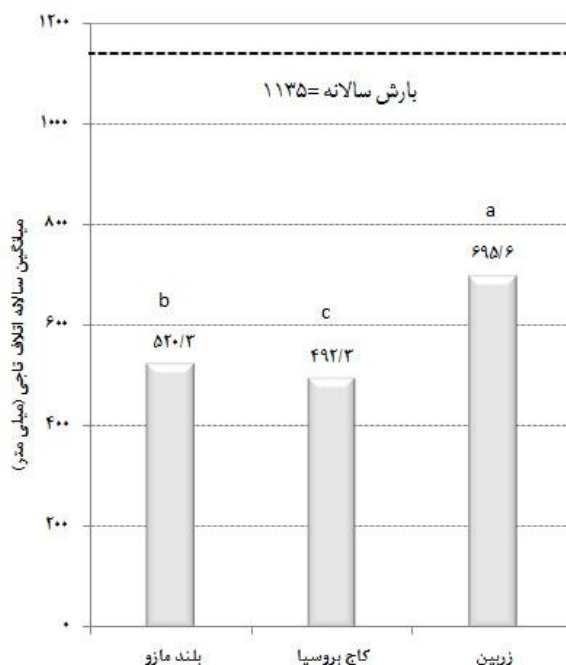
نتایج

در طی دوره بررسی، مجموع بارندگی ۱۱۳۵ میلی‌متر بود. میانگین سالانه اتلاف تاجی جنگلکاری‌های زربین، کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو به ترتیب $(\pm 18/2)$ ، $695/6$ ، $492/3 (\pm 17/2)$ و $520/3 (\pm 8/1)$ میلی‌متر و میانگین سالانه تاج‌بارش آنها به ترتیب $(\pm 18/2)$ ، $439/4$ ، $642/7 (\pm 17/2)$ و $614/7 (\pm 8/1)$ میلی‌متر به دست آمد (شکل‌های ۲ و ۳). همچنین میانگین اتلاف تاجی سالانه در این توده‌ها به ترتیب $61/3$ ، $43/4$ و $45/8$ درصد و میانگین تاج‌بارش نیز به ترتیب $38/7$ ، $56/6$ و $54/2$ درصد از بارش سالانه برآورد شد (شکل‌های ۴ و ۵).

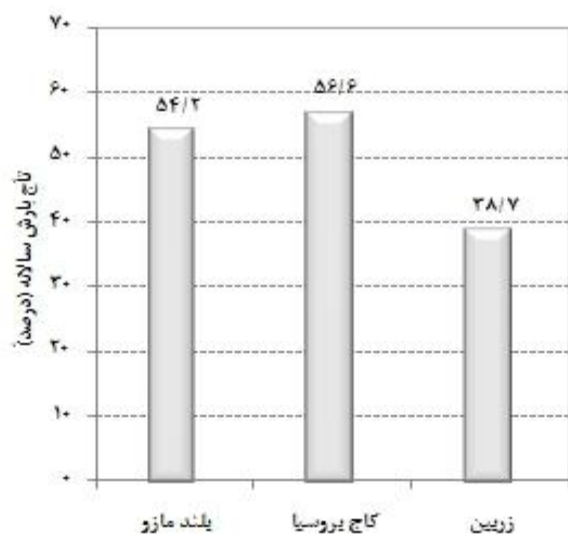
از آنجا که ساقاب سهم بسیار کمی از بارش (حدود ۰/۳ درصد) را به خود اختصاص می‌دهد (قربانی و رحمانی، ۱۳۸۷) و همچنین اندازه‌گیری آن به نسبت سهم اندک آن بسیار وقت‌گیر و پرهزینه است، در این بررسی از اندازه‌گیری آن صرف‌نظر شد. بر این اساس اتلاف تاجی با تفاضل تاج‌بارش از مقدار بارش در هر رخداد، برآورد شد. مقایسه آماری توده‌های بررسی شده از نظر میانگین تاج‌بارش و اتلاف تاجی، با استفاده از آنالیز واریانس و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. پس از بررسی رابطه‌های بین میانگین مقدار بارش و اتلاف تاجی، برای پیش‌بینی اجزای بارش براساس مقدار بارش، از مدل‌سازی به روش رگرسیون استفاده شد. از بین مدل‌های به دست آمده، آنهایی که با پراکنش نقاط انطباق بیشتری داشته و در ضمن بالاترین ضریب تعیین (r^2) را دارا بوده‌اند، به‌عنوان مدل‌های برآورد مقدار تاج‌بارش و اتلاف تاجی سالانه برای هریک از جنگلکاری‌های زربین، کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو مد نظر قرار می‌گیرد. با توجه به در



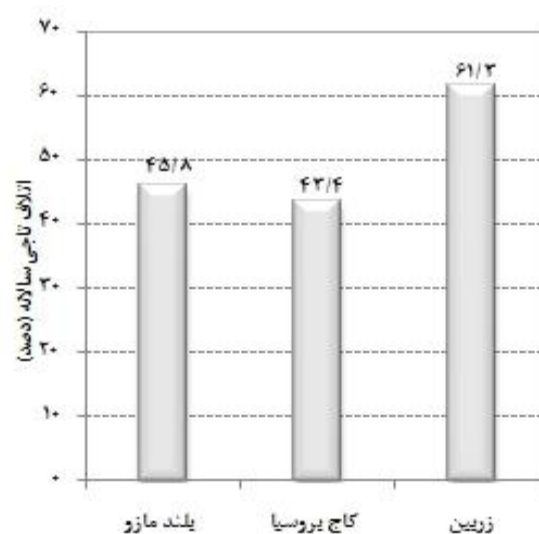
شکل ۳- میانگین سالانه تاج‌بارش در جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو



شکل ۲- میانگین سالانه اتلاف تاجی در جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو



شکل ۵- درصد سالانه تاج‌بارش در جنگلکاری‌های زربین و کاج پروسیا و توده طبیعی بلندمازو



شکل ۴- درصد سالانه اتلاف تاجی در جنگلکاری‌های زربین و کاج پروسیا و توده طبیعی بلندمازو

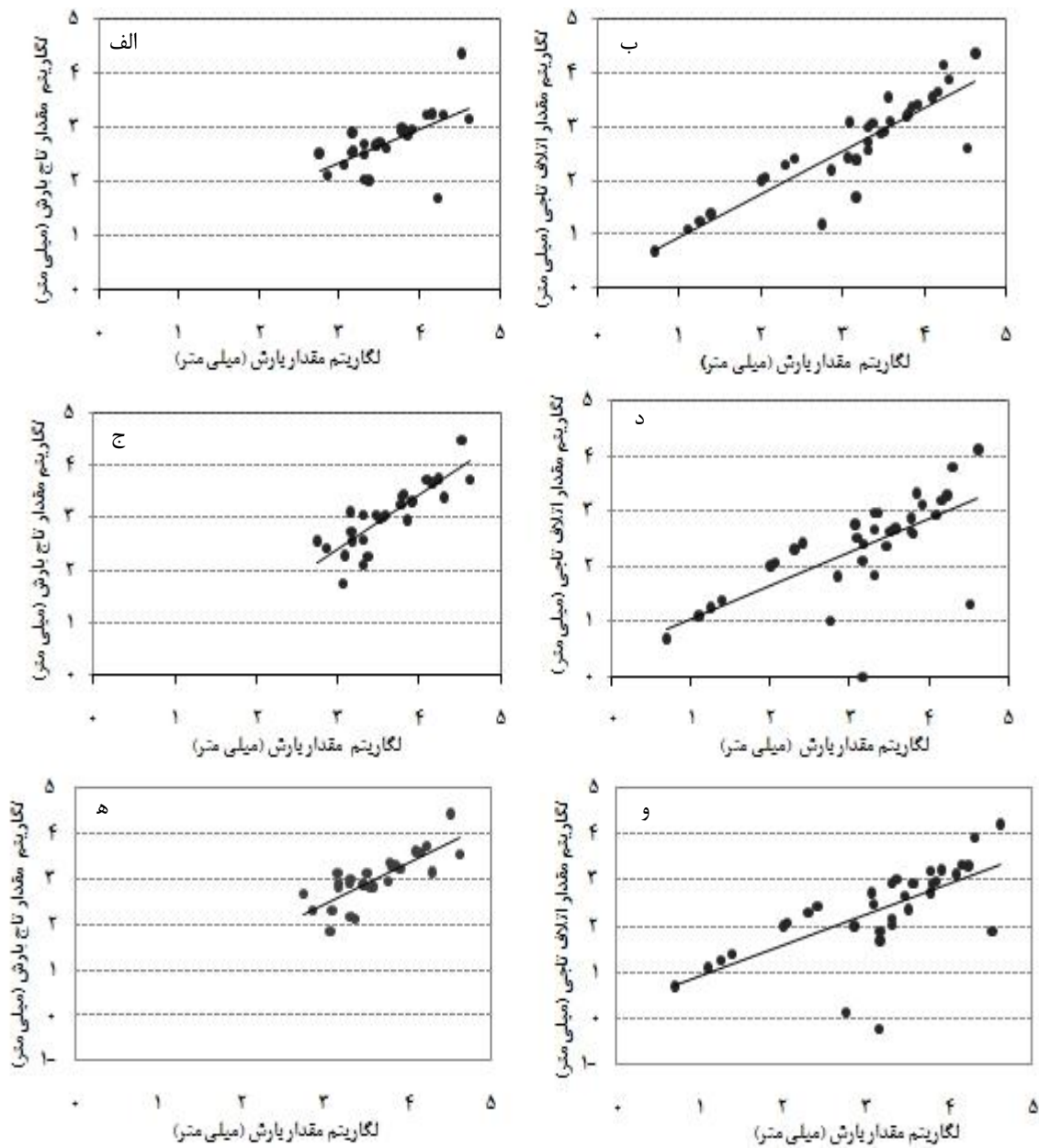
اتلاف تاجی سالانه برای هر یک از توده‌ها با استفاده از بارش ارائه شده است، همچنین شکل ۶ نیز، ارتباط تاج‌بارش و اتلاف تاجی را با بارش در توده‌های فوق نشان می‌دهد. شایان ذکر است که در شکل ۶، به‌منظور نمایش بهتر ارتباط بین متغیرها، ابتدا اندازه‌های بارش، تاج‌بارش و اتلاف تاجی به لگاریتم طبیعی تبدیل و سپس ترسیم شدند.

مقایسه مقدار تاج‌بارش و اتلاف تاجی در توده‌های بررسی شده نشان داد که بین جنگلکاری‌های زربین و کاج پروسیا و توده طبیعی بلندمازو از نظر میانگین تاج‌بارش و همچنین میانگین اتلاف تاجی در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد که در شکل‌ها، با حروف لاتین a، b و c نمایش داده شده است (شکل‌های ۲ و ۳).

در جدول ۲ مدل‌های برآورد مقدار تاج‌بارش و

جدول ۲- مدل‌های برآورد تاج‌بارش و اتلاف تاجی در جنگلکاری‌های زربین و کاج پروسیا و توده طبیعی بلندمازو

توده	متغیر برآوردکننده (X)	متغیر برآوردشونده (Y)	مدل	ضریب تعیین (r^2)	دامنه اعتبار متغیر برآوردکننده
زربین	بارش	تاج‌بارش	$Y = 1/621 * X^{0.623}$	۰/۳۵۲	۱۵/۷ - ۱۰۲
		اتلاف تاجی	$Y = 1/189 * X^{0.795}$	۰/۷۷۸	۲ - ۱۰۲
کاج پروسیا	بارش	تاج‌بارش	$Y = 0.507 * X^{1.027}$	۰/۷۱۰	۱۵/۷ - ۱۰۲
		اتلاف تاجی	$Y = 1/578 * X^{0.6}$	۰/۴۴۹	۲ - ۱۰۲
بلندمازو	بارش	تاج‌بارش	$Y = 0.1803 * X^{0.1894}$	۰/۶۳۱	۱۵/۷ - ۱۰۲
		اتلاف تاجی	$Y = 1/274 * X^{0.1669}$	۰/۴۵۸	۲ - ۱۰۲



شکل ۶- ارتباط تاج‌بارش و اتلاف تاجی با بارش در جنگلکاری‌های زیرین (الف و ب) و کاج پروسیا (ج و د) و توده طبیعی بلندمازو (ه و و)

بحث

بررسی چرخه آب در جنگل‌های ایران سابقه زیادی ندارد و بیشترین پژوهش‌های مرتبط با این موضوع در ده سال گذشته انجام شده است. نکته مهم در اغلب بررسی‌های انجام‌شده این است که در بیشتر آنها به آمار بارش نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی استناد شده است. استفاده از آمار ایستگاه‌های هواشناسی، به‌ویژه در جنگل‌های ناحیه ریشی هیرکانی، به دلیل حضور جوامع جنگلی در ارتفاعات کوهپایه‌ای و کوهستانی و استقرار ایستگاه‌های هواشناسی یا باران‌سنجی در جلگه، می‌تواند دقت نتایج را تا حد زیادی کاهش دهد. چنانکه در این پژوهش، مقدار بارش در نزدیک‌ترین ایستگاه باران‌سنجی (آزادشهر، ارتفاع از سطح دریا ۱۲۹ متر) طی دوره بررسی، ۹۷۷/۵ میلی‌متر ثبت شد و این در حالی است که طی همین مدت، مقدار بارش در منطقه تحقیق (کوهمیان، ارتفاع از سطح دریا ۲۵۰ متر) ۱۱۳۵ میلی‌متر بود.

برای جمع‌آوری داده‌های بارش از محیط جنگل، می‌توان باران‌سنج را در فضای باز و یا در بالای تاج‌پوشش درختان نصب کرد. در پژوهش حاضر، جمع‌آوری داده‌های بارش در فضای باز انجام شد و به‌منظور کاهش خطای اندازه‌گیری و تأثیرپذیری آن از درختان و عوارض طبیعی، مقدار بارش در پنج نقطه اندازه‌گیری شد. با توجه به تغییرهای مشاهده‌شده در اندازه‌های بارش، می‌توان بیان کرد که بهترین روش برای اندازه‌گیری مقدار بارش، نصب و استقرار باران‌سنج در بالاتر از سطح تاج‌پوشش توده است، روشی که توسط قربانی و رحمانی (۱۳۸۷) در یک توده طبیعی راش شرقی واقع در طرح جنگلداری شصت‌کلاته گرگان استفاده شد.

نتایج این پژوهش نشان داد که بین مقدار

تاج‌بارش و اتلاف تاجی در توده‌های بررسی‌شده، تفاوت معنی‌دار وجود دارد (شکل‌های ۲ و ۳). علت این تفاوت می‌تواند ناشی از اختلاف در تراکم تاج، شاخص سطح برگ، شکل برگ، زاویه شاخه‌ها، ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش، زبری سطح برگ و شاخه‌ها، تراکم درختان، انبوهی تاج‌پوشش و قابلیت نگهداری آب توسط برگ‌ها در این توده‌ها باشد (Pypker *et al.*, 2005; Nanko *et al.*, 2006; Asadian, 2007). پژوهشگران دریافتند که ظرفیت نگهداری آب روی تاج و سرعت تبخیر از تاج‌پوشش مرطوب از عامل‌های اصلی و تأثیرگذار بر مقدار اتلاف تاجی می‌باشند. آنها همچنین ظرفیت نگهداری تاج را فاکتوری کلیدی در مقدار اتلاف تاجی برشمردند (Loustau *et al.*, 1992; Hormann *et al.*, 1996).

در پژوهش حاضر، میانگین سالانه اتلاف تاجی در جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو به ترتیب ۶۹۵/۶، ۴۹۲/۳ و ۵۲۰/۳ میلی‌متر به‌دست آمد (شکل ۲). جنگلکاری زربین با تبخیر ۶۱/۳ درصد از بارش، بیشترین مقدار اتلاف تاجی (شکل ۴) را دارد. اتلاف تاجی در جنگلکاری کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو به ترتیب ۴۳/۴ و ۴۵/۸ درصد از بارش است. مقایسه وضعیت انبوهی تاج‌پوشش در توده‌های بررسی‌شده حاکی از آن است که تاج‌پوشش جنگلکاری زربین نسبت به جنگلکاری کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو به مراتب انبوه‌تر و فشرده‌تر است. علاوه بر این شاخه‌های افقی و برگ‌های فلسی فشرده نیز موجب افزایش اتلاف تاجی در جنگلکاری زربین شده‌اند. در جنگلکاری زربین، بیشتر بودن شاخص سطح برگ نیز می‌تواند به‌عنوان عامل مؤثر در افزایش مقدار اتلاف تاجی محسوب شود. در نتایج دیگر پژوهشگران نیز به اهمیت موضوع شاخص سطح برگ پرداخته شده است. در تحقیقی بر روی درختان زیتون در کشور

در این پژوهش، اتلاف تاجی توده طبیعی بلندمازو ۴۵/۸ درصد به دست آمد که نسبت به دیگر بررسی‌ها بیشتر است. مقدار اتلاف تاجی توده بلوط در ژاپن (*Quercus acutissima* Carruth.) ۲۴ (Toba and Ohta, 2005)، در مکزیک (*Quercus cupreata* Trel. و *Quercus canbyi* Trel.) ۱۵ (Carlyle-Moses et al., 2004) و در یک پلات (۲۰×۲۰ متر) در ژاپن (*Quercus serrata* Murray) ۱۸ (Silva and Okumura, 1996) درصد از بارش گزارش شد. حسینی قلعه‌بهمنی و همکاران (۱۳۹۰) در توده بلندمازو در جنگل خیرود نوشهر، مقدار اتلاف تاجی را ۲۴ درصد از بارش محاسبه کردند که در مقایسه با نتیجه حاصل از پژوهش حاضر (۴۵/۸ درصد) به مراتب کمتر است. منطقه کوهمیان در مقایسه با جنگل خیرود نوشهر، دارای دمای بیشتر و رطوبت کمتر است. افزایش دما و خشکی هوا را می‌توان به‌عنوان مهمترین علت بروز این تفاوت در نظر گرفت.

همان‌طور که در مقدمه بیان شد، در مناطق معتدله، جنگل‌های سوزنی‌برگ بین ۹ تا ۴۸ درصد از بارش دریافتی را از طریق تاج‌پوشش تبخیر می‌کنند (Hormann et al., 1996). این موضوع در پژوهش‌های متعددی بررسی و تأیید شده است. اتلاف تاجی در جنگلکاری ۲۷ ساله دوگلاس (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) در منطقه‌ای با ۲۳۴۱ میلی‌متر بارش سالانه، ۲۲ (Iroumé and Huber, 2002) در تک درختان ارس (*Juniperus ashei* Buch.) در چند منطقه با ۶۰۰ تا ۹۰۰ میلی‌متر بارش سالانه، ۳۵ (Owens et al., 2006) و در جنگلکاری کاج سفید (*Pinus strobus* L.) در شرق کانادا، ۳۰/۷ درصد از بارش (Mahendrappa, 1990) گزارش شد. در پژوهش حاضر، مقدار اتلاف تاجی جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا به ترتیب ۶۱/۳ و ۴۳/۴ درصد از بارش بدست آمد که نسبت به دیگر سوزنی‌برگان در بررسی‌های

اسپانیا، گزارش شد که با افزایش شاخص سطح برگ از ۰/۳ به ۴/۸ مقدار اتلاف تاجی از ۷ به ۲۵ درصد می‌رسد (Gomez et al., 2001). مقدار اتلاف تاجی در جنگلکاری‌های *Pinus pinaster* Aiton با شاخص سطح برگ ۲/۷ و *Eucalyptus globulus* Labill. با شاخص سطح برگ ۳/۲ در منطقه‌ای با متوسط بارش سالانه ۸۰۰ میلی‌متر در کشور پرتغال، به ترتیب ۱۷/۱ و ۱۰/۸ درصد از بارش گزارش شد (Valente et al., 1997). این تفاوت می‌تواند ناشی از مورفولوژی برگ‌های سوزنی کاج دریایی باشد که این امکان را می‌دهد تا نسبت به برگ‌های منظم و عمودی اکالیپتوس، اتلاف تاجی بیشتری داشته باشند.

در توده طبیعی بلندمازو، وجود شاخه‌های فرعی روی تنه درختان موجب افزایش تراکم و ارتفاع تاج شده است، به نحوی که ارتفاع تاج حدود ۵۰ درصد از ارتفاع کامل را شامل می‌شود. علاوه بر این، پهن بودن برگ درختان بلندمازو نیز موجب افزایش انبوهی تاج‌پوشش می‌شود. از طرف دیگر در جنگلکاری کاج بروسیا، هرس شدن شاخه‌های فرعی موجب کاهش تراکم تاج درختان شده است. بنابراین کاهش تراکم تاج درختان در جنگلکاری کاج بروسیا و افزایش آن در توده طبیعی بلندمازو موجب شده است که مقدار اتلاف تاجی در توده طبیعی بلندمازو بیشتر از جنگلکاری کاج بروسیا باشد.

اختلاف مقدار اتلاف تاجی بین دو گونه سوزنی‌برگ زربین و کاج بروسیا در این پژوهش را نیز می‌توان ناشی از تفاوت در ویژگی‌های ریخت‌شناسی دو گونه، مثل زاویه شاخه نسبت به تنه، شکل تاج، شاخص سطح برگ، شیب برگ، اندازه برگ، سطح تاج و ارتفاع تاج دانست (Watanabe and Mizutani, 1996; Armstrong and Mitchel, 1987; Crockford and Richardson., 2000; Gomez et al., 2001; Carlyle-Moses, 2004; Fleischbein et al., 2005).

زربین در مقایسه با جنگلکاری کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو آب کمتری برای رشد در دسترس درختان قرار می‌گیرد. مشاهده وضعیت رویش جنگلکاری زربین در چند سال اخیر، نمایانگر کاهش نسبی رشد درختان است. کاهش ورود آب به زیر تاج‌پوشش و افزایش شدت رقابت بین درختان می‌تواند مهم‌ترین دلایل کاهش نسبی رشد درختان زربین باشند. در این شرایط می‌توان با اجرای عملیات هرس مصنوعی و تنک کردن، تراکم تاج‌پوشش و شدت رقابت را به‌نحوی تنظیم کرد که آب کافی به زیر تاج‌پوشش وارد شود و شرایط لازم برای افزایش رشد درختان زربین فراهم گردد. درختانی مانند بلندمازو که ریشه عمیق دارند و می‌توانند در فصل خشک، آب مورد نیاز را از اعماق خاک به‌دست آورند، از کاهش ورود آب به زیر تاج‌پوشش کمتر تأثیر می‌پذیرند.

در نتیجه بررسی ارتباط تاج‌بارش و اتلاف تاجی با بارش به‌وسیله مدل توانی، یک همبستگی مثبت و معنی‌دار بین این متغیرها به‌دست آمد (جدول ۲ و شکل ۶). در جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو به‌ازای بارش‌هایی با مقدار ۱۱/۲ میلی‌متر و کمتر، تاج‌بارش ثبت نشد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که ظرفیت نگهداری آب روی تاج درختان در توده‌های بررسی‌شده ۱۱/۲ میلی‌متر است. شایان ذکر است که این مقدار تحت تأثیر دما و رطوبت هوا است. در زمان‌هایی که هوا خنک‌تر و مرطوب‌تر است، تاج با بارش‌های کمتر از ۱۱/۲ میلی‌متر اشباع می‌شود. علاوه بر این فاصله بین دو بارش متوالی نیز در این مقدار مؤثر است. چنانچه بارش در شرایطی آغاز شود که تاج درختان از بارش قبلی مرطوب باشد، تاج درختان با بارشی به‌مراتب کمتر از ۱۱/۲ میلی‌متر اشباع می‌شود.

این بررسی نشان داد که در جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو بخش زیادی از بارش به‌صورت اتلاف تاجی از اکوسیستم خارج می‌شود. در نتیجه مقدار آب واردشده به زیر

فوق، بیشتر است. از دلایل اصلی این تفاوت، علاوه بر اختلاف ظاهری در تاج‌پوشش گونه‌ها و عامل‌های وابسته به آن، می‌توان به زیاد بودن دما و افزایش پتانسیل تبخیر و تعرق نیز اشاره کرد. افزایش دما، سطح تاج درختان را گرم‌تر کرده و سبب افزایش تبخیر آب از سطح تاج‌پوشش هنگام بارندگی و پس از آن می‌شود.

مقدار اتلاف تاجی در پژوهش حاضر، برای جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا به‌ترتیب ۶۱/۳ و ۴۳/۴ درصد از بارش به‌دست آمد. باقری و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی توده‌های کاج تهران و سرو نقره‌ای در شهرستان بیارجمند استان سمنان، مقدار اتلاف تاجی در سرو نقره‌ای را ۳۲/۶ و در کاج تهران ۴۴/۶ درصد از بارش برآورد کردند. در بررسی‌های فوق، مقدار اتلاف تاجی در جنگلکاری‌های کاج بروسیا و کاج تهران تا حدودی هم‌اندازه هستند. تشابه برگ‌های سوزنی و شکل تاج درختان می‌توانند در یکسان بودن درصد اتلاف تاجی مؤثر باشند. درصد اتلاف تاجی در جنگلکاری‌های زربین و سرو نقره‌ای بسیار متفاوت است. در جنگلکاری زربین، درختان با فاصله دو متر و در جنگلکاری سرو نقره‌ای با فاصله چهار متر کاشته شدند. بنابراین کمتر بودن فاصله کاشت را می‌توان به‌عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر بر افزایش درصد اتلاف تاجی جنگلکاری زربین در مقایسه با سرو نقره‌ای در نظر گرفت. علاوه بر این، افقی بودن شاخه‌های زربین نیز می‌تواند به‌عنوان عامل متراکم‌تر شدن تاج و افزایش درصد اتلاف تاجی لحاظ شود.

تاج‌پوشش جنگلکاری زربین با ۳۸/۷ درصد تاج‌بارش، کمترین مقدار ورود آب به زیر تاج‌پوشش را دارد (شکل‌های ۴ و ۵). جنگلکاری کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو از نظر مقدار ورود آب به زیر تاج‌پوشش با ۵۶/۶ و ۵۴/۲ درصد تاج‌بارش در مرتبه‌های بعدی قرار دارند (شکل ۵). از آنجا که مقدار تاج‌بارش با مقدار آبی که در دسترس درختان قرار می‌گیرد تناسب دارد، می‌توان گفت که در جنگلکاری

بی‌نام، ۱۳۹۰. طرح جنگلداری کوهمیان، اداره کل منابع طبیعی استان گلستان، ۶۲۹ ص.

ثابتی، حبیب‌الله، ۱۳۵۵. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، ۸۰۹ ص. حسینی قلعه‌بهمنی، سید محمود، پدram عطارد و محمدتقی احمدی، ۱۳۹۰. توزیع مجدد باران در توده‌های خالص بلندمازو و راش شرقی جنگل‌های خزری (مطالعه موردی: جنگل خیرود)، مجله جنگل ایران، ۳ (۳): ۲۳۵-۲۶۴.

خسروپور، اسماعیل، پدram عطارد، انوشیروان شیروانی، محمد متینی‌زاده و ویلما بایرام‌زاده، ۱۳۹۰. باران‌ریایی و اندازه‌گیری سرب و کادمیوم تاج‌بارش جنگلکاری سرو نقره‌ای در پارک جنگلی چیتگر، تحقیقات علوم و مهندسی جنگل، ۱ (۲): ۳۱-۴۰.

دستمالچی، محمود، ۱۳۷۴. کاج بروسیا، (ترجمه)، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، شماره ۱۳۰، ۱۳۹ ص.

زارع، حبیب، ۱۳۸۱. گونه‌های غیربومی سوزنی‌برگ در ایران، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ایران، ۵۵۰ ص.

فتاحی، محمد، ۱۳۷۳. بررسی سوزنی‌برگان غیربومی سازگار در استان کردستان، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، شماره ۱۰۹، ۵۴ ص.

قربانی، سمیه و رامین رحمانی، ۱۳۸۷. برآورد اتلاف تاجی، ساقاب و تاج‌بارش توده راش (سری یک جنگل شصت‌کلاته)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶ (۴): ۶۳۸-۶۴۸.

مطهری، مریم‌السادات و پدram عطارد، ۱۳۹۱. ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش و تأثیر آن بر باران‌ریایی توده کاج تهران در منطقه نیمه‌خشک، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰ (۱): ۹۶-۱۰۹.

مطهری، مریم‌السادات، پدram عطارد، وحید اعتماد و انوشیروان شیروانی، ۱۳۹۱. تأثیر اندازه باران بر اتلاف تاجی توده کاج تهران در منطقه نیمه‌خشک (مطالعه موردی: پارک چیتگر)، جنگل و فرآورده‌های چوب، ۶۵ (۱): ۸۳-۹۷.

تاج‌پوشش کاهش می‌یابد که با افزایش شدت رقابت می‌تواند بر رویش درختان تأثیر زیادی داشته باشد. اتلاف تاجی موجب تغییر توزیع آب بارش در سطح تاج درختان و کف جنگل می‌شود و بنابراین بر الگوهای رطوبت خاک تأثیر زیادی دارد (Carlyle-Moses, 2004). ویژگی‌های برگ، شاخه و تاج، انبوهی تاج‌پوشش، فاصله کاشت و مقدار بارش مهم‌ترین عواملی هستند که می‌توانند مقدار اتلاف تاجی را تغییر دهند. چنانچه در انتخاب گونه برای جنگلکاری متغیرهای فوق مد نظر قرار گیرند و نیز در طول زمان، متناسب با رشد درختان، از طریق تنک کردن، نسبت به تنظیم انبوهی تاج‌پوشش و رقابت اقدام شود، می‌توان انتظار داشت که با افزایش تاج‌بارش، آب بیشتری به زیر تاج‌پوشش وارد شود و برای رویش درختان آب بیشتری در دسترس قرار گیرد. تنظیم چرخه آب در جنگلکاری‌ها نیازمند آگاهی از مقدار تاج‌بارش و اتلاف تاجی و ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش است.

منابع

احمدی، محمدتقی، پدram عطارد، محمدرضا مروی‌مهاجر، رامین رحمانی و جعفر فتحی، ۱۳۸۸. اتلاف تاجی تاج‌پوشش توده راش (*Fagus orientalis* Lipsky) خالص در فصل تابستان، مجله جنگل ایران، ۱ (۲): ۱۷۵-۱۸۵.

باقری، حسین و پدram عطارد، ۱۳۹۰. تأثیر متغیرهای هواشناسی و مقدار باران بر اتلاف تاجی کاج تهران و سرو نقره‌ای در منطقه خشک، مجله جنگل ایران، ۳ (۴): ۲۹۱-۳۰۴.

باقری، حسین، پدram عطارد، وحید اعتماد، حیدر شرفیه، محمدتقی احمدی و محسن باقری، ۱۳۹۰. باران‌ریایی درختان کاج تهران (*Pinus eldarica*) و سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica*) در جنگلکاری منطقه خشک (مطالعه موردی: بیارجمند، شاهرود)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۹ (۲): ۳۱۴-۳۲۵.

- Hormann, G., A. Branding, T. Clemen, M. Herbest, A. Hinrichs, and F. Thamm, 1996. Calculation and simulation of wind controlled canopy interception of a beech forest in Northern Germany, *Agricultural and Forest Meteorology*, 79: 131–148.
- Iroumé, A., and A. Huber, 2002. Comparison of interception losses in a broadleaved native forest and a *Pseudotsuga menziesii* (Douglas fir) plantation in the Andes Mountains of southern Chile, *Hydrological Processes*, 16: 2347–2361.
- Loustau, D., P. Bergigier, and A. Granier, 1992. Interception loss, throughfall and stemflow in a maritime pine stand: An application of Gash's analytical model of interception, *Journal of Hydrology*, 138: 469–485.
- Mahendrappa, M.K., 1990. Partitioning of rainwater and chemical into throughfall and stemflow in different forest stands, *Forest Ecology and Management*, 30: 65–72.
- Nanko, K., N. Hotta, and M. Suzuki, 2006. Evaluating the influence of canopy species and meteorological factors on throughfall drop size distribution, *Journal of Hydrology* 329, 422–431.
- Owens, M.K., K.R. Lyons, and C.L. Alejandro, 2006. Rainfall partitioning within semiarid juniper communities: effects of event size and canopy cover, *Hydrological Processes*, 20: 3179–3189.
- Pypker, T.G., B.J. Bond, T.E. Link, D. Marks, and M.H. Unsworth, 2005. The importance of canopy structure in controlling the interception loss of rainfall: Examples from a young and an old-growth Douglas-fir forest, *Agricultural and Forest Meteorology*, 130: 113–129.
- Rahmani, R., A. Sadoddin, and S. Ghorbani, 2011. Measuring and modelling precipitation components in an Oriental beech stand of the Hyrcanian region, Iran, *Journal of Hydrology*, 404: 294–303.
- Silva, I.C., and T. Okumura, 1996. Throughfall, stemflow and interception loss in mixed white Oak forest (*Quercus serrata* Thunb), *Journal of Forest Research*, 1: 123–129.
- همتی، وحید، حمید پیام، اسداله متاجی، مهدی عاکف، ساسان بابایی کفاکی و میرمظفر فلاح‌چای، ۱۳۹۰. باران‌ربایی، ساقاب و تاج‌بارش درختان راش شرقی در ناحیه خزری (جنگل‌های شنرود سیاهکل)، علوم و فنون منابع طبیعی، ۶ (۴): ۳۹–۵۲.
- Armstrong, C.L., and J.K. Mitchell, 1987. Transformations of rainfall by plant canopy, *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 30: 688–696.
- Asadian, Y., 2007. Rainfall interception in an urban environment, The University of British Columbia, 84 pp.
- Beryant, M., S. Bhata, and J. Jacobs, 2005. Measurement and modeling of throughfall variability for five forest communities in the southeastern U.S, *Journal of Hydrology*, 89: 65–71.
- Calder, I.R., 1998. Water use by forests: limits and controls, *Tree Physiology*, 18, 625–631.
- Carlyle-Moses, D.E., 2004. Throughfall, stemflow, and canopy interception loss fluxes in a semi-arid Sierra Madre Oriental matorral community, *Journal of Arid Environments*, 58: 181–202.
- Carlyle-Moses, D.E., J.S. Flores Laureano, and A.G. Price, 2004. Throughfall and throughfall spatial variability in Madrean oak forest communities of northeastern Mexico, *Journal of Hydrology*, 297: 124–135.
- Crockford, R.H., and D.P. Richardson, 2000. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow, and interception: effect of forest type, ground cover and climate, *Hydrological Processes*, 14: 2903–2920.
- Fleischbein, K., W. Wilcke, J. Boy, C. Valarezo, W. Zech, and K. Knoblich, 2005. Rainfall interception in a lower mountain forest in Ecuador: effects of canopy properties, *Hydrological Processes*, 19: 1355–1371.
- Gomez, J.A., J.V. Giraldez, and E. Fereres, 2001. Rainfall interception by olive trees in relation to leaf area, *Agricultural Water Management*, 49 (1): 65–76.

Toba, T., and T. Ohta, 2005. An observational study of the factors that influence interception loss in boreal and temperate forests, *Journal of Hydrology*, 313: 208–220.

Valente, F., J.S. David, and J.H.C. Gash, 1997. Modeling interception loss for two sparse eucalypt and pine forests in central Portugal using reformulated Rutter and Gash analytical models, *Journal of Hydrology*, 190: 141–162.

Watanabe, T., and K. Mizutani, 1996. Model study on micrometeorological aspects of rainfall interception over an evergreen broad-leaved forest, *Agricultural and Forest Meteorology*, 80: 195–214.

Measuring throughfall and interception loss in Horizontal cypress and Turkish pine afforestations and a natural stand of chestnut-leaved oak at Kohmian of Azadshahr, Iran

S. Mohammadi¹, R. Rahmani^{2*}, and R. Arabali¹

¹M. Sc. Student, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, I. R. Iran

²Associate Prof., Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, I. R. Iran

³M.Sc. in Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, I. R. Iran

(Received: 7 December 2013, Accepted: 6 January 2015)

Abstract

The amounts of throughfall and interception loss are as significant as habitat suitability regarding to the tree selection for afforestation. Horizontal cypress (*Cupressus horizontalis* Mill.), Turkish pine (*Pinus brutia* Ten.), and chestnut-leaved oak (*Quercus castaneifolia* C.A. Mey.) have been mainly used in afforestation projects in the East of the Hyrcanian region. How these afforestations affect the precipitation components and water balance of the region, however, is obscure. The main objective of this study was to measure throughfall and interception loss of Horizontal cypress and Turkish pine afforestation as well as of a natural stand of chestnut-leaved oak, over a period of 12 months starting from May 2012. One rain gauge and four rain collectors were placed in an open area adjacent to the study area in order to measure precipitation. To measure throughfall, thirty five throughfall collectors were randomly installed under the canopy of each stand. The amount of gross precipitation was 1135 mm over the study period. Throughfall measurements for planted Horizontal cypress and Turkish pine, and for natural stand of chestnut-leaved oak, were 439.4, 642.7, and 614.7 mm, respectively. Interception loss estimated to be about 61%, 43%, and 46% of gross precipitation in the above mentioned species, respectively. The positive and statistically significant relationships were found between throughfall and gross precipitation for the investigated stands, and then were parameterized with the power regression model. The identical procedure was applied as well for interception loss and gross precipitation for the stands. The analysis showed that considerable amounts of gross precipitation were intercepted by the canopy cover of the study stands and subsequently evaporated into the atmosphere. Since the species used for afforestation has significant influences on the amount of water reached to the ground, throughfall and interception loss should be considered in the process of choosing the species.

Keywords: Canopy cover, Evaporation, Interception loss, Modelling, Throughfall.