

کمی‌سازی تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ربایی در توده‌های طبیعی راش و دست‌کاشت نوئل در جنگل‌های سیاهکل، گیلان

حامد نظام‌دوست^۱، کیومرث سفیدی^{۲*}، علی رسول‌زاده^۳ و سید محمدمعین صادقی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
^۲ استادیار گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
^۳ دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
^۴ دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۴)

چکیده

توزیع اجزای بارندگی به تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ربایی از اجزای مهم چرخه آب در بوم‌سازگان‌های درختی در پژوهش‌های اکوهیدرولوژی جنگل است. هدف این پژوهش، محاسبه تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ربایی توده‌های طبیعی راش و دست‌کاشت نوئل در جنگل‌های سیاهکل (استان گیلان) بود. برای اندازه‌گیری مقدار باران در هر رخداد، از ۱۰ باران‌سنج دستی و برای اندازه‌گیری تاج‌بارش، از ۵۰ باران‌سنج دستی استفاده شد و متوسط ساقاب ۹ درخت، متوسط ساقاب هر گونه در نظر گرفته شد. در توده راش سهم هر یک از درصدهای تجمعی تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ربایی از بارش به ترتیب ۷۸/۲، ۱۰/۱ و ۱۱/۷ درصد و در توده نوئل، به ترتیب ۷۲/۱، ۴/۶ و ۲۳/۳ درصد حاصل شد. نتایج آزمون t جفتی نشان داد که درصد نسبی ساقاب راش به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده نوئل ($t = ۳/۵۹$; $P < ۰/۰۱$) و درصد نسبی باران‌ربایی توده نوئل به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده راش است ($t = ۹/۳۷$; $P < ۰/۰۱$). رابطه مقدار باران با مقادیر تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ربایی به‌صورت صعودی و براساس ضریب همبستگی پیرسون، در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار بود. با توجه به اینکه کاشت گونه جدید، سبب تغییر مقدار آب ورودی به پوشش کف جنگل (مجموع مقادیر ساقاب و تاج‌بارش) شده است، در مدیریت جنگل و انتخاب گونه مناسب، باید به مقدار توزیع اجزای باران توجه شود.

واژه‌های کلیدی: اکوهیدرولوژی جنگل، انتخاب گونه، توزیع اجزای باران، جنگل‌های هیرکانی.

مقدمه

ریزش‌های تاجی به سطح جنگل می‌رسد. بخشی از بارش هم بدون برخورد با تاج‌پوشش از طریق حفره‌های موجود در تاج یا فضاهای خالی بین تاج‌های درختان (روشنه‌ها) به پوشش کف جنگل می‌رسد که به آن تاج‌بارش مستقیم می‌گویند (Levia et al., 2017). بنابراین از جمع مقادیر ریزش‌های تاجی و تاج‌بارش مستقیم، مقدار تاج‌بارش

بارش مهم‌ترین ورودی چرخه آب در بوم‌سازگان جنگل است (Šraj et al., 2008). بارش با برخورد به تاج‌پوشش، به سه جزء تاج‌بارش (بارش تاجی)، ساقاب (رواناب تنه) و باران‌ربایی (ربایش آبی تاج‌پوشش) تقسیم می‌شود. با خیس شدن و تکمیل ظرفیت نگهداری آب تاج‌پوشش، بخشی از باران با عنوان

این جنگل‌ها پرداخته شده، مقدار آن تا ۵/۱ درصد گزارش شده است (Ahmadi et al., 2009, 2016; Rahmani et al., 2011). بنابراین اجرای پژوهشی طولانی‌مدت‌تر با اندازه‌گیری رخداد باران‌های فراوان برای رد یا تأیید این فرضیه که مقدار ساقاب ناچیز است و باید از اندازه‌گیری آن چشم‌پوشی کرد یا به‌دلیل مقدار زیاد آن، باید آن را اندازه‌گیری کرد، ضروری به‌نظر می‌رسد. از سوی دیگر، در زمینه مقایسه هم‌زمان توزیع اجزای باران بین گونه‌های بومی و غیربومی در جنگل‌های هیرکانی پژوهش‌های اندکی انجام گرفته است. (Mohammadi et al., 2014) در جنگل‌های کوه‌میان آزادشهر (شرق ناحیه ریشی هیرکانی) درصد باران‌ربایی را در یک دوره یکساله در جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا و توده طبیعی بلندمازو به ترتیب ۶۱/۳، ۴۳/۴ و ۴۵/۸ درصد گزارش کردند. (Abbasian et al., 2015a) در جنگل‌های کلاردشت در دوره شش‌ماهه، درصد باران‌ربایی توده طبیعی راش و دست‌کاشت نوئل را به ترتیب ۳۳/۱ و ۵۶/۹ درصد عنوان کردند. در پژوهش یادشده، تنها در یک دوره شش‌ماهه با ۱۳ رخداد باران به مقایسه توزیع اجزای باران بین توده‌های راش و نوئل پرداخته شد، حال آنکه باید در دوره‌های طولانی‌مدت‌تر به مقایسه توزیع اجزای باران پرداخته شود تا بتوان با اطمینان بیشتری تحلیل کرد.

با توجه به اهمیت زیاد آب و چرخه آن در بوم‌سازگان‌های جنگلی، از دیدگاه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، بخشی از بارندگی که به کف جنگل می‌رسد، برای استقرار تجدیدحیات گونه‌های درختی و درختچه‌ای که به مقدار بارندگی رسیده به کف جنگل بسیار وابسته‌اند، اهمیت فراوانی دارد (Schrumpf et al., 2007). از طرف دیگر تاج‌پوشش درختان از راه باران‌ربایی می‌تواند مقدار و سرعت آب باران به کف جنگل را کاهش دهد و در نتیجه از فرسایش خاک جلوگیری کند (Sadeghi et al., 2016). بنابراین آگاهی از مقدار توزیع اجزای باران در هر گونه، به انتخاب

حاصل می‌شود. بخش دیگری از بارش پس از جاری شدن بر روی شاخه‌ها از طریق تنه درختان به کف جنگل می‌رسد که به این بخش ساقاب گفته می‌شود. بخشی از بارندگی نیز در اثر فرایند تبخیر از دسترس پوشش جنگل خارج می‌شود که به این بخش از بارش که توسط تاج‌پوشش درختان نگهداری شده و سپس به‌واسطه تبخیر در زمان بارش یا پس از آن به هواسپهر برمی‌گردد، باران‌ربایی گفته می‌شود (Carlyle-Moses & Gash, 2011).

تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ربایی از مهم‌ترین اجزای چرخه آب در جنگل‌اند و مطالعه درباره کمیّت و کیفیت آنها از اصول مقدماتی مدیریت تولید زیستی و در نتیجه مدیریت اصولی حوضه‌های آبخیز جنگلی است (Herbst et al., 2006). همچنین تغییر در کمیّت هر یک از اجزای بارندگی (تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ربایی)، علاوه بر اینکه تأثیر زیادی بر تراز آبی در سطح منطقه‌ای در نواحی جنگلی دارد، اهمیت زیادی نیز در چرخه هیدرولوژی و چرخه عناصر غذایی در سطح کل بوم‌سازگان‌های زمینی دارد (Šraj et al., 2008; Zhang et al., 2016). مرور منابع مربوط به جنگل‌های معتدل، سهم هر یک از اجزای باران در هنگام برخورد با تاج‌پوشش را متفاوت نشان می‌دهد. در جنگل‌های معتدل، باران‌ربایی سالانه در توده‌های پهن‌برگ بین ۱۱ تا ۳۶ درصد و در جنگل‌های سوزنی‌برگ بین ۹ تا ۵۷ درصد از باران گزارش شده است (Sadeghi et al., 2014a, b, c; Hörmann et al., 1996). در این جنگل‌ها مقدار ساقاب نیز بین ۰/۳ تا ۱۱ درصد از مقدار باران گزارش شده است (Levia & Frost, 2003; Ahmadi et al., 2009, 2016; Rahmani et al., 2011). در بسیاری از تحقیقات در جنگل‌های هیرکانی، از اندازه‌گیری ساقاب چشم‌پوشی شده و مقدار آن صفر در نظر گرفته شده است (Mohammadi et al., 2014; Abbasian et al., 2015a, b; Tafazoli et al., 2015). حال آنکه در تحقیقاتی که به اندازه‌گیری ساقاب در

راش - ممرز در منطقه سیاهکل گیلان با گونه نوئل جنگلکاری شده است (۱/۲ هکتار؛ Syahipour & Golbabaie, 2006). هدف این پژوهش، مقایسه توزیع اجزای باران (تاج بارش، ساقاب و باران ربایی) در توده های دست کاشت نوئل با جنگل طبیعی راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در طرح جنگلداری سیاهکل (در غرب جنگل های هیرکانی) و دستیابی به این یافته است که کدام گونه آب بیشتری را به پوشش کف می رساند. همچنین این پژوهش در پی تعیین مقادیر همبستگی اجزای بارش با مقدار باران در هر دو توده است.

مواد و روش ها

- منطقه پژوهش

این مطالعه در بخش هفت شنود (پارسل ۷۳۲)، شهرستان سیاهکل استان گیلان (در غرب ناحیه ریشی هیرکانی)، با عرض جغرافیایی $36^{\circ} 55' 30''$ شمالی، طول جغرافیایی $49^{\circ} 47' 50''$ شرقی و دامنه ارتفاع ۷۰۰ تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا انجام گرفت (Nezamdoost, 2017). مساحت این پارسل حدود ۱۰۵ هکتار بود که به جنگل عربستون در این منطقه معروف است. دو توده طبیعی راش و دست کاشت نوئل (سال کاشت: ۱۳۷۸ خورشیدی و فاصله $3/0 \times 3/0$ متر) انتخاب شدند. مشخصه های کمی درختان در جدول ۱ ارائه شده است. برای پیاده کردن قطعه نمونه در هر توده، ابتدا در بخشی از توده به مساحت تقریبی ۱ هکتار، یک نقطه به صورت تصادفی مشخص شد (Mohammadi et al., 2014) و سپس باران سنج های تاج بارش در قطعه نمونه دایره ای با وسعت تقریبی نیم هکتار (شعاع ۲۶ متر)، براساس مرور منابع (Abbasian et al., 2015a, b; Ahmadi et al., 2016)، پراکنده شدند (میانگین ارتفاع از سطح دریا: ۱۰۰۰ متر، میانگین شیب ۲۵ درصد، جهت دامنه: غربی).

گونه مناسب در هر منطقه (با توجه به هدف) و اعمال بهنگام تیمارهای جنگل شناسی (همچون تنک کردن، هرس کردن و روشن کردن) کمک می کند.

در طی چند دهه اخیر، جنگلکاری با استفاده از گونه های پهن برگ و سوزنی برگ در شمال کشور به دلایل مختلف از قبیل احیای جنگل های مخروطه (به ویژه در نقاط خالی و تخریب یافته مناطق جلگه ای)، مطالعه میزان سازگاری گونه های غیر بومی، زراعت چوب و تأسیس پارک های جنگلی دست کاشت کانون توجه بوده است (Ahmadi et al., 2016). با توجه به تأثیر متفاوت گونه های درختی مختلف در کنترل چرخه آبی و چرخه عناصر غذایی، در مطالعات متعددی تأکید شده است که تغییر در نوع گونه های درختی در یک منطقه جغرافیایی، سبب تغییر معنی دار کمیت و کیفیت مقدار باران ورودی به خاک جنگل می شود (Abbasian et al., 2015; Sadeghi et al., 2016). این امر لزوم توجه به انتخاب گونه را علاوه بر ملاحظات مربوط به سازگاری با رویشگاه، نشان می دهد. نوئل (*Picea abies* L. Karst) از گونه های غیر بومی مورد استفاده در جنگلکاری در جنگل های شمال کشور است. مهم ترین دلایل انتخاب این گونه، نرمش بوم شناختی زیاد، استفاده فراوان در صنایع مختلف و دوره بهره برداری کوتاه تر در مقایسه با بسیاری از درختان پهن برگ بومی است (Syahipour & Golbabaie, 2006). تنه ها در یک پژوهش به صورت همزمان به مقایسه توزیع اجزای باران در بین دو توده راش و نوئل در جنگل های هیرکانی ایران پرداخته شده است (Abbasian et al., 2015a) که دوره آن هم کوتاه بود (شش ماه) و در آن از اندازه گیری ساقاب هم چشم پوشی شده بود؛ از سوی دیگر ویژگی های پوشش گیاهی آن با گونه های مطالعه در این پژوهش بسیار متفاوت بود. از این رو اجرای چنین پژوهشی ضروری احساس شد. با توجه به اینکه بخش زیادی از جنگل های مخروطه راش و

جدول ۱- میانگین (\pm انحراف معیار) مشخصه های کمی درختان راش و نوئل بررسی شده در بخش هفت شنود

گونه	قطر برابر سینه (سانتی متر)	ارتفاع (متر)	ارتفاع تاج (متر)	درصد تاج پوشش	تراکم (پایه در هکتار)
راش	۴۳/۹ (\pm ۱۸/۲)	۲۸/۱ (\pm ۶/۱)	۱۳/۲ (\pm ۴/۹)	۵۰	۵۲۰
نوئل	۲۴/۸ (\pm ۶/۱)	۲۰/۷ (\pm ۴/۳)	۱۵/۲ (\pm ۲/۷)	۵۵	۱۱۰۰

روش اجرای پژوهش

اطلاعات هواشناسی

بر اساس آمار هشت ساله (۲۰۱۴-۲۰۰۷ میلادی) ایستگاه هواشناسی دیلمان (نزدیک ترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد مطالعه با فاصله تقریبی ۱ کیلومتر)، برگرفته از پایگاه اینترنتی سازمان هواشناسی کشور (IRIMO, 2017)، متوسط دمای سالانه ۱۲/۴ درجه سانتی گراد است. از نظر میانگین دمای ماهانه، ماه ژانویه دارای کمترین دما (۲/۸ درجه سانتی گراد) و ماه آگوست دارای بیشترین دما (۲۰/۵ درجه سانتی گراد) است. میزان متوسط بارندگی سالانه ۳۹۶/۳ میلی متر به دست آمد، هر چند وجود مه بارش در منطقه، سبب افزایش بارش منطقه می شود. در این منطقه، بیشترین بارندگی در آذر ماه (۶۳/۶ میلی متر) و کمترین بارندگی در مرداد ماه (۸/۹ میلی متر) رخ می دهد. جهت باد غالب در منطقه غربی بود. متوسط سرعت باد در منطقه، ۲/۷۵ متر بر ثانیه حاصل شد. هر چند به دلیل کوتاه مدت بودن دوره آماری مورد بررسی (به دلیل تازه تاسیس بودن ایستگاه هواشناسی)، آمار ارائه شده نمی تواند بیانگر وضعیت کاملاً دقیقی از منطقه باشد.

اندازه گیری باران و توزیع اجزای باران

این مطالعه به مدت یک سال (فروردین تا اسفند ۱۳۹۴) انجام پذیرفت. برای اندازه گیری مقدار باران در هر رخداد، از ۱۰ باران سنج دستی (قطر دهانه ۸ سانتی متر و عمق ۲۲ سانتی متر) در نزدیک ترین فضای باز به دو توده، استفاده شد. محل استقرار باران سنج ها، به گونه ای انتخاب شد که در زاویه ۴۵

درجه از سطح آنها، هیچ تداخلی با تاج درختان نداشت. برای اندازه گیری تاج بارش، بر اساس طرحی تصادفی، ۵۰ باران سنج دستی، در زیر تاج پوشش هر یک از توده ها نصب شد، به طوری که کلیه باران سنج ها قطعه نمونه تحت بررسی را به خوبی پوشش دهند. بعد از هر پنج رخداد باران (Sadeghi et al., 2015b; Pypker et al., 2005)، نیمی از باران سنج ها جابه جا و در مکان های دیگر در سطح توده به طور تصادفی نصب شدند و نیمی نیز در کل دوره پژوهش در مکان ثابت در توده قرار گرفتند (Sadeghi et al., 2015a, b; 2016, 2017). ساقاب به وسیله لوله های لاستیکی/پلاستیکی که به صورت مارپیچ به دور تنه درخت، نصب می شوند، بر روی نه درخت در هر توده اندازه گیری شد. نه درخت به گونه ای انتخاب شدند که تاج سالم و شاداب داشته و از نظر قطری هم، نزدیک به میانگین قطر برابر سینه درختان در هر توده باشند. به این منظور، از ناودان های لاستیکی با قطر ۶ سانتی متر استفاده شد. فاصله بین ناودان های لاستیکی جمع آوری ساقاب و پوست درختان، با چسب سیلیکونی عایق بندی و درزگیری شد تا از عبور آب از فاصله بین ناودان ها و پوست درختان جلوگیری شود. این ناودان های لاستیکی در ارتفاع برابر سینه نصب و خروجی آنها توسط یک شلنگ (قطر ۷ سانتی متر و طول تقریبی ۱ متر) به ظرف های جمع آوری کننده ۲۰ لیتری متصل شد. مقدار بارندگی، تاج بارش و ساقاب در هر رخداد بارندگی، همزمان و با استفاده از استوانه مدرج با دقت ۱ میلی لیتر اندازه گیری شد. در نهایت، باران ربایی از

(Sadeghi et al., 2015a, 2016, 2017).

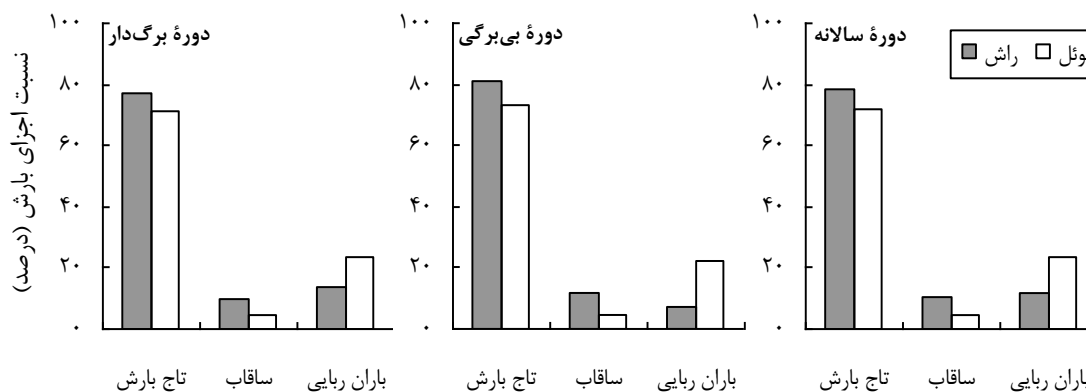
نتایج

در این مطالعه ۷۵ رخدادهای باران جمع‌آوری شد که بیشترین، کمترین و متوسط بارندگی به ترتیب ۳۳/۲، ۰/۹ و ۸/۱ میلی‌متر بود و مقدار حدود ۵۰ درصد باران‌ها، کمتر از ۵ میلی‌متر بود. سهم هر یک از مقادیر باران‌ریایی، تاج‌بارش و ساقاب از بارش در جنگل طبیعی راش منطقه سیاهکل به ترتیب ۱۱/۷ درصد، ۷۸/۲ درصد و ۱۰/۱ درصد و در جنگلکاری نوئل به ترتیب ۲۳/۳، ۷۲/۱ و ۴/۶ درصد به دست آمد (شکل ۱). در دوره برگ‌دار درصد‌های تجمعی تاج‌بارش و ساقاب توده راش به ترتیب ۵/۳ و ۴/۷ درصد بیشتر از توده نوئل حاصل شد. در دوره بی‌برگی، درصد‌های تاج‌بارش و ساقاب در توده راش ۷/۵ و ۷/۲ درصد بیشتر از توده نوئل به دست آمد.

اختلاف بین باران و مجموع تاج‌بارش و ساقاب محاسبه شد. توزیع اجزای باران در دو سنجه زمانی سالانه و دوره‌های برگ‌دار و بی‌برگی بررسی شد (Sadeghi et al., 2015b).

روش تحلیل

از آزمون *t* جفتی برای مقایسه توزیع اجزای باران بین دو توده استفاده شد (سطوح معنی‌دار ۹۵ و ۹۹ درصد). از ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی ارتباط بین مقادیر توزیع اجزای باران با مقدار باران (به‌عنوان مهم‌ترین خصوصیت باران و پارامترهای اقلیمی اثرگذار بر این فرایند) بهره گرفته شد. همچنین برای تبیین بهتر نتایج، رخدادهای باران به پنج کلاسه مقدار باران شامل خیلی کم (۰/۱-۲/۵ میلی‌متر)، کم (۲/۶-۵/۰ میلی‌متر)، متوسط (۵/۱-۷/۵ میلی‌متر)، زیاد (۷/۶-۱۰/۰ میلی‌متر) و خیلی زیاد (> ۱۰/۰ میلی‌متر) تقسیم شد.



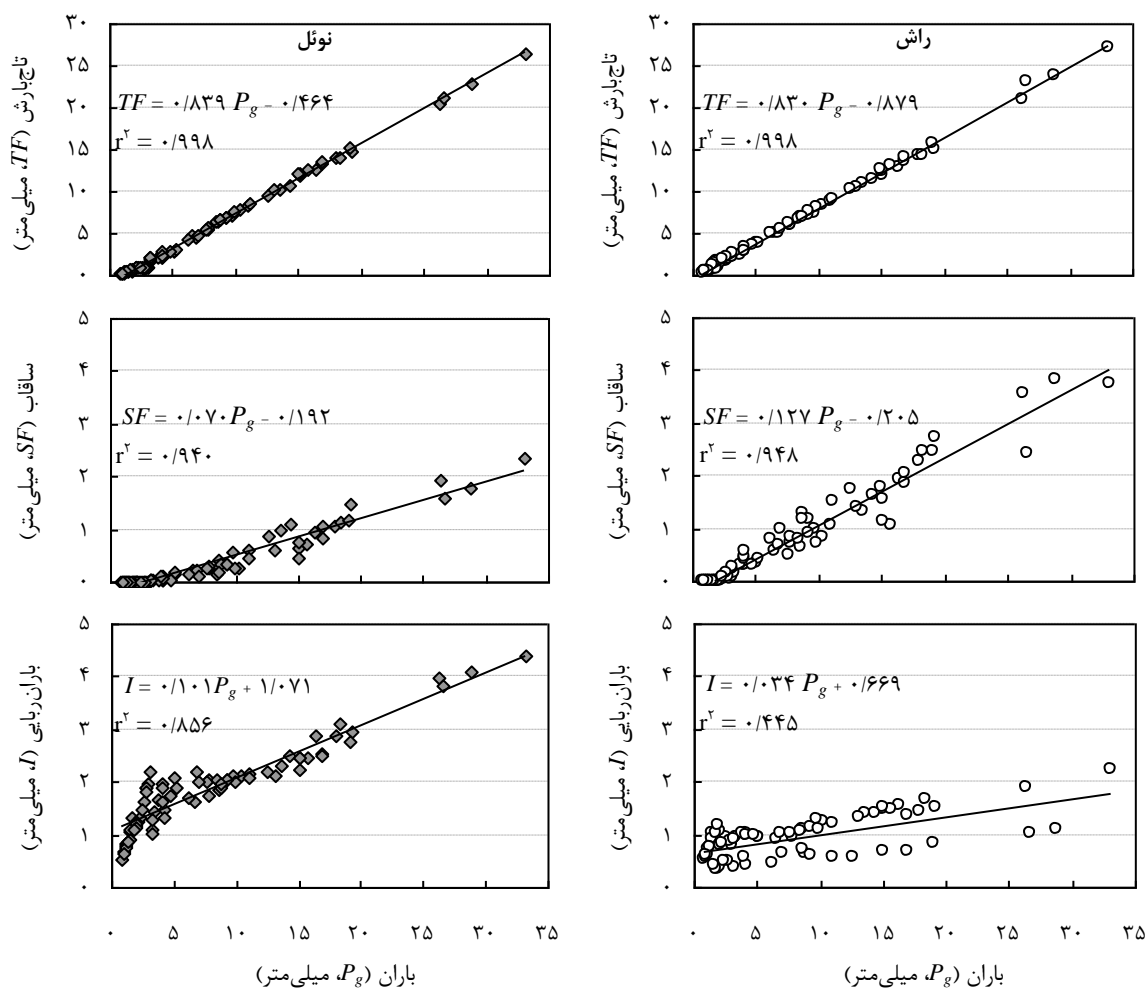
شکل ۱- سهم توزیع اجزای باران در جنگل طبیعی راش و جنگلکاری نوئل در منطقه سیاهکل

برگ‌دار درصد‌های نسبی تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ریایی توده راش به ترتیب ۶/۶، ۶۸/۹ و ۲۴/۵ درصد و در توده نوئل به ترتیب ۲/۸، ۵۹/۲، ۳۸/۰ درصد به دست آمد. در دوره بی‌برگی درصد‌های یادشده در توده راش به ترتیب ۷/۳، ۷۳/۸، ۷/۹ و ۱۸/۳

نتایج این پژوهش نشان داد که درصد نسبی (درصد هر پارامتر در هر رخداد باران) تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ریایی در توده راش به ترتیب ۷/۵، ۷/۰ و ۲۲/۵ درصد است. این مقادیر در توده نوئل به ترتیب ۲/۶، ۵۹/۲ و ۳۸/۲ درصد به دست آمد. در دوره

باران با مقادیر تاج بارش، ساقاب و باران ربایی به صورت صعودی و براساس ضریب همبستگی پیرسون، در سطح ۹۹ درصد معنی دار است. همچنین در دوره های برگ دار و بی برگی روابط مثبت معنی داری بین مقدار باران و درصدهای تاج بارش، ساقاب و باران ربایی حاصل شد ($P < 0.01$).

درصد و در توده نوئل به ترتیب ۲/۳، ۵۹/۱ و ۳۸/۶ درصد حاصل شد. نتایج آزمون t جفتی نشان داد که درصد نسبی ساقاب راش به طور معنی داری بیشتر از توده نوئل است ($t = 3/59$; $P < 0.01$). همچنین براساس این آزمون، درصد نسبی باران ربایی توده نوئل به طور معنی داری بیشتر از توده راش حاصل شد ($t = 9/37$; $P < 0.01$). براساس شکل ۲، رابطه مقدار



شکل ۲- رابطه بین مقادیر تاج بارش (TF)، ساقاب (SF) و باران ربایی (I) با مقدار باران (P_g) در توده های راش (سمت راست) و نوئل (سمت چپ). r^2 بیانگر ضریب تعیین معادلات است.

معنی داری بیشتر از توده نوئل به دست آمد ($P < 0.01$). درصد نسبی ساقاب توده راش در کلاسه باران های با مقادیر کم، متوسط (۷/۵-۵/۱ میلی متر)،

براساس جدول ۲، در کلاسه باران های با مقدار خیلی کم (۲/۵-۰/۱ میلی متر) و کم (۲/۶-۵/۰ میلی متر)، درصد نسبی تاج بارش توده راش به طور

۹۹ درصد و در باران‌های با مقدار متوسط در سطح معنی‌دار ۹۵ درصد بیشتر از توده راش حاصل شد (جدول ۲).

زیاد (۱۰/۰-۷/۶ میلی‌متر) و خیلی زیاد (بیشتر از ۱۰ میلی‌متر) در سطح معنی‌دار ۹۹ درصد بیشتر از توده نوئل حاصل شد. درصد نسبی باران‌ریایی توده نوئل در باران‌های با مقادیر خیلی کم و کم، در سطح معنی‌دار

جدول ۲- تغییرات درصدهای نسبی تاج‌بارش (TF)، ساقاب (SF) و باران‌ریایی (I) در توده‌های راش و نوئل. علائم * و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۹۵ و ۹۹ درصد بین توزیع اجزای باران در دو توده، در هر کلاسه مقدار باران براساس آزمون t جفتی است.

درصد نسبی توزیع اجزای باران						باران	
نوئل			راش			تعداد رخداد	مقدار (میلی‌متر)
I	SF	TF	I	SF	TF		
**۶۴/۸	۰	**۳۵/۲	**۴۷/۲	۰/۲	**۵۲/۶	۱۹	۰/۱-۲/۵
**۴۹/۱	*۰/۹	**۵۰/۰	**۲۴/۳	**۶/۰	**۶۹/۷	۱۷	۲/۶-۵/۰
*۳۱/۶	**۳/۰	۶۵/۴	*۱۳/۷	**۱۰/۱	۷۶/۲	۶	۵/۱-۷/۵
۲۲/۸	**۳/۶	۷۳/۶	۱۱/۱	**۱۰/۱	۷۸/۸	۱۱	۷/۶-۱۰/۰
۱۶/۳	**۵/۷	۷۸/۰	۷/۷	**۱۱/۳	۸۱/۰	۲۲	بیشتر از ۱۰
**۳۸/۲	**۲/۶	۵۹/۲	**۲۲/۵	**۷/۰	۷۰/۵	۷۵	مجموع

(Rahmani et al., 2011; Fan et al., 2015;)
 و قطر (Honda et al., 2015; Sadeghi et al., 2017) درختان راش در جنگل سیاهکل کمتر از درختان در مطالعات انجام‌گرفته در داخل کشور است، یافته‌های این پژوهش توجیه‌پذیر است. برای نمونه Rahmani et al. (2011) درصد ساقاب را در سه کلاسه قطری ۶۰-۳۰، ۱۰۰-۶۰ و ۱۳۰-۱۰۰ سانتی‌متر در درختان راش، به ترتیب ۳/۹، ۱/۹ و ۱/۲ درصد به دست آوردند. (Sadeghi et al. (2017) نیز در سه توده دست‌کاشت عرعر (*Ailanthus altissima* M.) با میانگین قطر برابر سینه ۲۵، ۱۸ و ۱۳ سانتی‌متر درصد ساقاب را به ترتیب ۸/۵، ۷/۵ و ۵/۴ درصد به دست آوردند. پیشینه پژوهش هم نشان می‌دهد که درصد تجمعی باران‌ریایی جنگل راش، ممکن است بین ۱۱ تا ۶۰ درصد در نوسان باشد (Michopoulus et al., 2001; Ahmadi et al., 2009;)

بحث

نتایج نشان داد در منطقه سیاهکل، سهم هر یک از مقادیر تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ریایی از بارش در جنگل طبیعی راش به ترتیب ۷۸/۲، ۱۰/۱ و ۱۱/۷ درصد است (شکل ۱). مرور منابع درصد تجمعی تاج‌بارش را در گونه‌های راش را ۶۰ تا ۸۷ درصد نشان می‌دهد (Rowe, 1983; Tarazona et al., 1996;)
 (Michopoulus et al., 2001; Ahmadi et al., 2009; Abbasian et al., 2015) که یافته‌های راش در جنگل سیاهکل، در دامنه اعداد گزارش شده توسط دیگر پژوهشگران قرار دارد. سهم ساقاب راش تا ۳ درصد از بارندگی در داخل کشور (Ahmadi et al., 2009;)
 (Rahmani et al., 2011) گزارش شده است، اما در توده راش سیاهکل، ساقاب سهم ۱۰/۱ درصد از باران را به خود تخصیص داده است. از آنجا که مقدار ساقاب بسیار تحت تأثیر قطر برابر سینه درختان است

اندازه‌گیری کرد.

نتایج این پژوهش نشان داد که درصد تاج‌بارش و ساقاب گونه پهن‌برگ راش، بیشتر از گونه سوزنی‌برگ نوئل، و درصد باران‌ربایی نوئل بیشتر از راش است که با دیگر تحقیقات در زمینه توزیع اجزای بارندگی در توده‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ همسوست (Abbasian et al., 2015a, b; Sadeghi et al., 2016). به دلیل نزدیکی توده‌های راش و نوئل مورد مطالعه به همدیگر، عوامل اقلیمی و خصوصیات باران‌های رخ داده در هر دو توده به نسبت یکسان است، از این رو می‌توان گفت ویژگی‌های پوشش گیاهی، عامل اصلی تأثیرگذار بر متفاوت بودن توزیع باران به تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ربایی در دو توده راش و نوئل بررسی شده بوده است. اگرچه در ابتدا تصور می‌شد که یک درخت پهن‌برگ آب بیشتری را در برگ‌های پهن خود نگه می‌دارد، ولی یک درخت سوزنی‌برگ می‌تواند آب خیلی بیشتری را از طریق نیروی چسبندگی یا کشش سطحی^۱ جذب کند (Gerrits, 2010). یکی دیگر از دلایل تفاوت باران‌ربایی درختان سوزنی‌برگ و پهن‌برگ، سطح برگ آنهاست. در واقع درختان سوزنی‌برگ به دلیل سطح برگ بیشتر می‌توانند آب بیشتری را نگهداری کنند (Sadeghi et al., 2016). دلیل دیگر باران‌ربایی بیشتر توده نوئل نسبت به راش، تغییرات فصلی در توده راش است؛ در فصل خزان (اول آذر ۱۳۹۴)، برگ‌های درختان راش خزان می‌کند و در نتیجه از سطح رباینده باران در این توده کاسته می‌شود. مرور منابع نیز نشان می‌دهد که تغییرات فصلی اثرگذاری زیادی بر توزیع اجزای باران در درختان خزان‌کننده دارد، به طوری که باران‌ربایی در درختان همیشه‌سبز (مانند نوئل) از درختان خزان‌کننده (مانند راش) بیشتر است (Abbasian et al., 2015b). ساقاب در توده راش حدود ۶ درصد بیشتر از توده نوئل به دست آمد. از دلایل اصلی این اختلاف می‌توان به صاف بودن پوست

(Rahmani et al., 2011; Abbasian et al., 2015a, b) که مقادیر به دست آمده در جنگل سیاهکل، در دامنه پایین اعداد گزارش شده است که می‌توان یکی از دلایل آن را به فراوانی رخدادهای باران با مقدار کمتر در این پژوهش (جدول ۲) نسبت داد. یکی دیگر از دلایل این یافته، قطر کم درختان مورد مطالعه در این پژوهش در مقایسه با دیگر پژوهش‌ها در جنگل راش است، زیرا با افزایش قطر برابر سینه، سطح ربوده شده توسط تنه (با عنوان باران‌ربایی تنه) و درصد باران‌ربایی افزایش می‌یابد (Sadeghi et al., 2017). بر اساس نتایج این بررسی در جنگل سیاهکل، سهم هر یک از مقادیر تجمعی تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ربایی از بارش در جنگلکاری نوئل به ترتیب ۷۲/۱، ۴/۶ و ۲۳/۳ درصد به دست آمد. مرور منابع نشان می‌دهد که درصد تاج‌بارش تجمعی در بوم‌سازگان‌های سوزنی‌برگ بسیار متغیر بوده و از ۳۸ تا ۸۳ درصد در نوسان است (Tarazona et al., 1996; Link et al., 2004;) Sadeghi et al., 2014a, 2015a, 2016; (Abbasian et al., 2015a, b; Ahmadi et al., 2016). درصد تجمعی ساقاب گزارش شده در این پژوهش (۴/۶ درصد) در دامنه پیشینه پژوهش در ارتباط با سوزنی‌برگان که بین صفر تا ۹ درصد را نشان می‌دهد (Lankereijer et al., 1993; Ahmadi et al., 2016;) Sadeghi et al., 2016)، قرار دارد. درصد تجمعی باران‌ربایی گزارش شده در این پژوهش (۲۳/۳ درصد) در دامنه مقادیر گزارش شده توسط دیگر پژوهشگران در بوم‌سازگان‌های سوزنی‌برگ جهان (۱۰ تا ۴۸ درصد) قرار دارد (Link et al., 2004; Pypker et al., 2005;) Sadeghi et al., 2014a, 2016). نتایج این پژوهش نشان داد که فرضیه در نظر گرفته شده توسط دیگر پژوهشگران در جنگل‌های هیرکانی مبنی بر اندازه‌گیری نکردن ساقاب و در نظر گرفتن مقدار صفر برای آن (Mohammadi et al., 2014;) (Abbasian et al., 2015a, b; Tafazoli et al., 2015) رد می‌شود و در مطالعات آتی، باید ساقاب را

^۱. Adhesion power

باران‌های با مقدار خیلی کم ($0/1-2/5$ میلی‌متر) و کم ($2/6-5/0$ میلی‌متر) مشاهده می‌شود که دلیل احتمالی آن تأثیر پارامترهای اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش شامل ظرفیت نگهداری آب تاج‌پوشش و نقطه اشباع آبی تاج‌پوشش است که بیشترین تأثیر را در باران‌های با مقدار کم دارند (Pypker et al., 2011; Sadeghi et al., 2015a, 2017; Siegert et al., 2016). درصد ساقاب نسبی راش، به‌جز در طبقه باران با مقدار خیلی کم، در دیگر کلاسه‌های مقدار باران، به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده نوئل حاصل شد که نشان می‌دهد افزایش مقدار باران، سبب کاهش اختلاف و از نظر آماری سبب معنی‌دار نشدن اختلاف بین ساقاب دو توده نمی‌شود.

گزینش گونه (بومی و غیربومی) در عرصه امری دشوار و حساس است و اشتباه در این زمینه به آسانی جبران‌پذیر نیست، از این‌رو باید عوامل مختلف مؤثر در این زمینه به‌دقت بررسی شوند. توجه به مقدار اجزای بارش برای گونه‌های غیربومی مانند گونه نوئل برای احیای جنگل‌های مخروطه، در کنار دیگر عوامل انتخاب یک گونه، ضروری است. در زمینه مقدار آب رسیده به کف جنگل و تغذیه منابع آب زیرزمینی، با توجه به اینکه این تحقیق نشان داد مقدار آب رسیده به سطح خاک در توده راش بیشتر از توده نوئل است، می‌توان نتیجه گرفت که در منطقه سیاهکل گونه راش از این نظر بر گونه نوئل برتری دارد. هرچند که برای قضاوت صحیح‌تر در مورد بیلان آبی جنگلکاری‌ها، اندازه‌گیری پارامترهای اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش و تنه در کنار تعرق دو گونه نیز ضرورت دارد و در پژوهش‌های آینده باید به آن پرداخته شود.

راش و زبر بودن نوئل اشاره کرد. پیشینه پژوهش نیز نشان می‌دهد که هرچقدر سطح برگ/پوست درخت زبرتر باشد، آب مدت بیشتری روی آن باقی می‌ماند؛ در نتیجه باران‌ربایی افزایش می‌یابد و از مقدار ساقاب و تاج‌بارش کاسته می‌شود (Levia et al., 2010). پوست‌های صاف و صیقلی (مثل راش و بید) توانایی بیشتری برای هدایت آب روی تنه خود دارند و در نتیجه مقدار ساقاب افزایش می‌یابد. عکس این حالت در درختانی که پوست زبری دارند (مانند گونه‌های بلوط، کاج، اقاویا و نوئل) صادق است. دلیل دیگر اختلاف مقدار ساقاب در توده راش و نوئل، شیارهای سطح پوست گونه نوئل است که سبب نفوذ آب به داخل و جذب توسط پوست می‌شود و از رسیدن آب به کف جنگل تا حد زیادی جلوگیری می‌کند. برهم‌کنش این عوامل سبب افزایش ظرفیت نگهداری پوست درختان نوئل نسبت به راش و در نتیجه جذب آب بیشتر توسط پوست درختان نوئل می‌شود. در دوره برگ‌دار درصدهای نسبی تاج‌بارش و ساقاب توده راش به ترتیب ۹ و ۴ درصد، و در دوره بی‌برگی، به ترتیب ۱۵ و ۶ درصد بیشتر از نوئل حاصل شد؛ بنابراین تفاوت بین ورود آب (باران خالص: ساقاب + تاج‌بارش) در دو توده در دوره بی‌برگی چشمگیرتر بود.

یافته‌های این پژوهش حاکی از این است که بین مقدار باران و مقادیر تاج‌بارش، ساقاب و باران‌ربایی (شکل ۲) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد که همسو با یافته‌های دیگر پژوهشگران است (Sadeghi, 2014; Sadeghi et al., 2014c). همچنین بر اساس جدول ۲، از نظر درصد نسبی تاج‌بارش و باران‌ربایی، بیشترین تفاوت بین دو توده در کلاسه

References

- Abbasian, P., Attarod, P., & Hojjati, S.M. (2015a). Rainfall interception in a natural stand of a *Fagus orientalis* and a *Picea abies* plantation within the growing season in Kelardasht region, North of Iran. *Iranian Journal of Forest and Wood Products*, 67(4), 585-594. (In Persian)

- Abbasian, P., Attarod, P., Sadeghi, S.M.M., Van Stan, J.T., & Hojjati, S.M. (2015b). Throughfall nutrients in a degraded indigenous *Fagus orientalis* forest and a *Picea abies* plantation in North of Iran. *Forest Systems*, DOI: 10.5424/fs/2015243-06764.
- Ahmadi, M.T., Attarod, P., Marvi Mohadjer, M.R., Rahmani, R., & Fathi, J. (2009). Partitioning rainfall into throughfall, stemflow, and interception loss in an oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest during the growing season. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33, 557-568.
- Ahmadi, M.T., Attarod, P., Zahedi Amiri, G., Sadeghi, S.M.M., & Hojjati, S.M. (2016). Estimating canopy ecohydrological parameters of a *Picea abies* stand in the Caspian forests, North of Iran. *Iranian Journal of Forest*, 7(4), 459-469.
- Attarod, P., Sadeghi, S.M.M., Pypker, T.G., Bagheri, H., Bagheri, M., & Bayramzadeh, V. (2015). Needle-leaved trees impacts on rainfall interception and canopy storage capacity in an arid environment. *New Forests*, 46, 339-355.
- Carlyle-Moses, D.E., & Gash, J.H.C. (2011). Rainfall Interception Loss by Forest Canopies. In: Forest Hydrology and Biogeochemistry: Synthesis of Past Research and Future Directions, Levia, D.F., Carlyle-Moses, D.E., Tanaka, T. (eds.). Ecological Series 216, Springer-Verlag: Heidelberg, Germany; 407-423.
- Fan, J., Oestergaard, K.T., Guyot, A., Jensen, D.G., & Lockington, D.A. (2015). Spatial variability of throughfall and stemflow in an exotic pine plantation of subtropical coastal Australia. *Hydrological Processes*, 29, 793-804.
- Gerrits, A.M.J. (2010). *The role of interception in the hydrological cycle*. Delft University of Technology, Netherlands.
- Herbst, M., Roberts, J., Rosier, P., & Gowing, D. (2006). Measuring and modelling the rainfall interception loss by hedgerows in southern England. *Agricultural and Forest Meteorology*, 141, 244-256.
- Honda, E.A., Mendonça, A.H., & Durigan, G. (2015). Factors affecting the stemflow of trees in the Brazilian Cerrado. *Ecohydrology*, 8, 1351-1362.
- Hörmann, G., Branding, A., Clemen, T., Herbst, M., Hinrichs, A., & Thamm, F. (1996). Calculation and simulation of wind controlled canopy interception of a beech forest in Northern Germany. *Agricultural and Forest Meteorology*, 79, 131-148.
- IRIMO, 2017. Meteorological datasets of Deylaman. Checked in 18 August 2017, (<http://irimo.ir/far/wd/2703-%D8%AF%D8%B3%D8%AA%D8%B1%D8%B3%DB%8C-%D8%AF%D8%A7%D8%AF%D9%87-%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D8%A7%D9%82%D9%84%DB%8C%D9%85%DB%8C-%D8%AA%D8%A7%D8%B1%DB%8C%D8%AE%DA%86%D9%87.html>).
- Lankreijer, H.J.M., Hendriks, M.J., & Klaassen, W. (1993). A comparison of models simulating rainfall interception of forests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 64, 187-199.
- Levia, D.F., & Frost, E.E. (2003). A review and evaluation of stemflow literature in the hydrologic and biogeochemical cycles of forested and agricultural ecosystems. *Journal of Hydrology*, 274, 1-29.
- Levia, D.F., Hudson, S.A., Llorens, P., & Nanko, K., 2017. Throughfall drop size distributions: a review and prospectus for future research. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, DOI: 10.1002/wat2.1225.
- Levia, D.F., Van Stan, J.T., Mage, S.M., & Kelley-Hauske, P.W. (2010). Temporal variability of stemflow volume in a beech-yellow poplar forest in relation to tree species and size. *Journal of Hydrology*, 380, 112-120.
- Link, T.E., Unsworth, M., & Marks, D. (2004). The dynamics of rainfall interception by a seasonal temperate rainforest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124, 171-191.

- Michopoulos, P.P., Baloutsos, G.G., Nakos, G.G., & Economou, A.A. (2001). Effects of bulk precipitation pH and growth period on cation enrichment in precipitation beneath the canopy of a beech (*Fagus Moesiaca*) forest stand. *Science of Total Environment*, 281, 79-85.
- Nezamdoost, H. (2017). Comparison of canopy ecohydrological parameters in a *Picea abies* plantation and natural stand of a *Fagus orientalis* in the Hyrcanian forest, Northern Iran, Master Thesis, University of Mohaghegh Ardabili.
- Mohammadi, S., Rahmani, R., & Arabali, R. (2014). 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. *Iranian Journal of Forest*, 6(3), 363-376.
- Pypker, T.G., Bond, B.J., Link, T.E., Marks, D., & Unsworth, M.H. (2005). The importance of canopy structure in controlling the interception loss of rainfall: Examples from a young and old growth Douglas-fir forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 130, 113-129.
- Pypker, T.G., Levia, D.F., Staelens, J., & Van Stan, J.T. (2011). Canopy structure in relation to hydrological and biogeochemical fluxes. XVII. In: *Forest Hydrology and Biogeochemistry: Synthesis of past research and future directions*, (Eds.): Levia, D.F., D.E. Carlyle-Moses, and T. Tanaka, Ecological Studies Series, No. 216, Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 371-388.
- Rahmani, R., Sadoddin, A., & Ghorbani, S. (2011). Measuring and modelling precipitation components in an Oriental beech stand of the Hyrcanian region, Iran. *Journal of Hydrology*, 404, 294-303.
- Rowe, L. (1983). Rainfall interception by an evergreen beech forest, Nelson, New Zealand. *Journal of Hydrology*, 66, 143-158.
- Sadeghi, S.M.M. (2014). Evaluation of the sparse Gash model's estimates of rainfall interception loss in *Pinus eldarica* and *Cupressus arizonica* plantations located in a semi arid climate zone. Master Thesis, University of Tehran.
- Sadeghi, S.M.M., Attarod, P., Pypker, T.G., & Dunkerley, D. (2014a). Is canopy interception increased in semiarid tree plantations? Evidence from a field investigation in Tehran, Iran. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 792-806.
- Sadeghi, S.M.M., Attarod, P., Imangholiloo, M., & Ali, M.N. (2014b). Rainfall interception by a *Fraxinus rotundifolia* stand in a semiarid climate zone of Iran. *Advances in Environmental Biology*, 8(5), 1466-1471.
- Sadeghi, S.M.M., Attarod, P., Pypker, T.G., & Bayramzadeh, V. (2014c). Tree-based estimation of canopy water storage capacity and direct throughfall coefficient of *Cupressus arizonica*. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(3), 447-460.
- Sadeghi, S.M.M., Attarod, P., Van Stan, J.T., Pypker, T.G., & Dunkerley, D. (2015a). Efficiency of the reformulated Gash's interception model in semiarid afforestations. *Agricultural and Forest Meteorology*, 201, 76-85.
- Sadeghi, S.M.M., Attarod, P., & Pypker, T.G. (2015b). Differences in rainfall interception during the growing and non-growing seasons in a *Fraxinus rotundifolia* plantation located in a semiarid climate. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17, 145-156.
- Sadeghi, S.M.M., Attarod, P., Van Stan, J.T., & Pypker, T.G. (2016). The importance of considering rainfall partitioning in afforestation initiatives in semiarid climates: A comparison of common planted tree species in Tehran, Iran. *Science of the Total Environment*, 568, 845-855.
- Sadeghi, S.M.M., Van Stan, J.T., Pypker, T.G., & Friesen, J. (2017). Canopy hydrometeorological dynamics across a chronosequence of a globally invasive species, *Ailanthus altissima* (Mill., tree of heaven). *Agricultural and Forest Meteorology*, 240, 10-17.

- Schrumpf, M., Axmacher, J.C., Zech, W., Lehmann, J., & Lyaruu, H.V.C. (2007). Long-term effects of rainforest disturbance on the nutrient composition of throughfall, organic layer percolate and soil solution at Mt. Kilimanjaro. *Science of the Total Environment*, 376, 241-254.
- Siegert, C.M., Levia, D.F., Hudson, S.A., Dowtin, A.L., Zhang, F., & Mitchell, M.J. (2016). Small-scale topographic influences tree species distribution and canopy throughfall partitioning in a temperate deciduous forest. *Forest Ecology and Management*, 359, 109-117.
- Šraj, M., Brilly, M., & Mikos, M. (2008). Rainfall interception by two deciduous Mediterranean forests of contrasting stature in Slovenia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148, 121-134.
- Syahipour, Z., & Golbabaie, F. (2006). The effect of site condition on some mechanical properties of *Picea abies* wood in two regions. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 21(1), 9-21.
- Tafazoli, M., Attarod, P., Hojjati, S.M., & Tafazoli, M. (2015). Rainfall interception by *Quercus castaneifolia*, *Acer velutium*, and *Pinus brutia* plantations within the growing season in Darabkola Forest of Mazandaran Province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(1), 1-12.
- Tarazona, T., Santa Regina, I., & Calvo, R. (1996). Interception, throughfall and stemflow in two forest of the Sierra de la Demanda in the province of Burgos. *Pirineos*, 147, 27-40.
- Zhang, Y-F., Wang, X-P., Pan, Y-X., & Hu, R. (2016). Variations of nutrients in gross rainfall, stemflow, and throughfall within revegetated desert ecosystems. *Water, Air, & Soil Pollution*, DOI: 10.1007/s11270-016-2878-z.



Quantifying throughfall, stemflow, and rainfall interception in a *Fagus orientalis* forest and a *Picea abies* plantation in Siahkal, Gilan

H. Nezamdoost¹, K. Sefidi^{2*}, A. Rasoulzadeh³, and S.M.M. Sadeghi⁴

¹ M.Sc., Department of Forest sciences and engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I. R. Iran

² Assistant Prof., Department of Forest sciences and engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I. R. Iran

³ Associate Prof., Department of Water engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I. R. Iran

⁴ Ph.D. Student of Silviculture and Forest Ecology, University of Tehran, Karaj, I. R. Iran

(Received: 22 April 2017, Accepted: 26 August 2017)

Abstract

Rainfall partitioning into throughfall, stemflow, and interception is an important component of the water cycle in tree's ecosystems in forest ecohydrological research. The aim of this research was to compute the throughfall, stemflow, and interception of a natural stand (*Fagus orientalis*) and exotic plantation (*Picea abies*) in Siahkal forest (Gilan province). In order to measure the gross rainfall and throughfall, 10 and 50 manual rain-gauges were used, respectively, and stemflow was measured using average of nine individual trees equaled to the stemflow amount of trees. The cumulative percentage of throughfall, stemflow, and interception of *F. orientalis* stand were 78.2, 10.1, and 11.7%, respectively. For *P. abies* stand, the corresponding values were 72.1, 4.6, and 23.3%. Paired T-test suggested that rational stemflow (%) of *F. orientalis* was significantly greater than *P. abies* ($P < 0.01$; $t = 3.59$). Mean rational interception ($I\%$) of the *P. abies* were significantly greater than observed for the *F. orientalis* ($P < 0.01$, $t = 9.37$). The relationship between gross rainfall and throughfall, stemflow, and interception were observed as positive, and Pearson correlation was significant ($P < 0.01$). Since planting a new species caused changes in the quantity of input water (sum of the throughfall and stemflow) to the forest floor, hence rainfall partitioning should be considered for forest management and selection of appropriate species.

Keywords: Forest ecohydrology, Hyrcanian forest, Rainfall partitioning, Species selection.

