Archive of SID

فصلنامهٔ علمی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۵، شماره ۳، صفحه ۴۸۱-۴۶۹، (۱۳۹۸)

باران‌ربایی توده خالص پده (*Populus euphratica* Olive.) در جنگل‌های کران‌رودی مارون بهبهان

راضیه چنگیزی[۱]، مصطفی مرادی*[۲] و رضا بصیری[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران. (changizi466@gmail.com)
۲- استادیار، گروه جنگلداری، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران. (moradi4@gmail.com)
۳- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران. (basiri52@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۷/۰٤/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰٦/۱۱

چکیده

هدف از این پژوهش برآورد مقدار باران‌ربایی توده طبیعی خالص پده (*Populus euphratica*) در دوره بی‌برگی و برگ‌داری در جنگل‌های کران‌رودی حاشیه رودخانه مارون در شهرستان بهبهان، استان خوزستان است. برای اندازه‌گیری تاج بارش از ۵۰ عدد جمع‌آوری‌کننده تاج بارش استوانه‌ای از جنس پلاستیک با قطر دهانه‌ی نه و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر استفاده شد که به‌صورت شبکه ۱۰×۱۰ متر در توده موردنظر قرار داده شدند. به‌منظور اندازه‌گیری ساقاب، درختان در سه‌طبقه قطری ۱۵-۱۰، ۲۰-۱۵ و ۲۰-۲۵ سانتی‌متر طبقه‌بندی و در مجموع ساقاب نه درخت اندازه‌گیری شد. در این پژوهش در مجموع ۲۰ رخداد باران (۱۲ مورد در دوره برگ‌دار و هشت مورد در دوره بی‌برگی) با عمق تجمعی ۲۱۸/۳ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که سهم مقدار ساقاب، تاج بارش و باران‌ربایی از میانگین بارش در دوره برگ‌دار به‌ترتیب ۲، ۵۳ و ٤۵ درصد و در دوره بی‌برگی به‌ترتیب ۳، ٦۲ و ۳۵ درصد است که نشان می‌دهد بخش زیادی از بارندگی در دسترس جنگل قرار نمی‌گیرد. درصد ساقاب و تاج بارش با افزایش مقدار بارندگی، افزایش نشان داد درحالی‌که درصد باران‌ربایی کاهش داشت. همچنین نتایج نشان داد که مقدار ساقاب با افزایش قطر درختان، افزایش می‌یابد. از طرف دیگر سهم ساقاب تولیدی در توده پده زیاد بوده و نمی‌توان آن را در بیلان آبی نادیده گرفت.

واژه‌های کلیدی: باران‌ربایی، پده، تاج بارش، خوزستان، ساقاب.

* نویسنده مسئول شمارهٔ تماس: ۰٦۱۵۲۷۲۱۱۹۱

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آب اصلی‌ترین عامل تولید در جنگل است و بارش برف و باران مهم‌ترین منابع تأمین آب جنگل هستند؛ اما جنگل نیز به‌نوبه خود تأثیر عمده‌ای بر رژیم آب اعمال می‌کند. از نیمه دوم قرن بیستم در سراسر جهان پژوهش‌ها نشان می‌دهد که برداشت جنگل‌ها موجب افزایش در کمینه و بیشینه رواناب می‌شود (Jones, 2000)؛ اما افزایش رویش جنگل سبب کاهش سطح رواناب می‌شود (Putuhena and Cordery, 2000). همیشه درصدی از بارندگی به هدر رفته و از چرخه آب جنگل خارج می‌شود. از این‌رو ضرورت دارد تا با بررسی اجزا بارش به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک که با کمبود بارندگی مواجه هستیم مقدار دقیق آب رسیده به جنگل در اثر بارندگی را اندازه‌گیری کنیم؛ زیرا آب و مواد مغذی و دسترسی به آن به‌عنوان یکی از محدودکننده‌ترین عوامل در توسعه پوشش گیاهی به‌شمار می‌رود (McClain *et al.*, 2003) و باران‌ربایی سهم مهمی از بارندگی را به خود اختصاص می‌دهد که نمی‌توان آن را نادیده گرفت (Bagheri and Attarod, 2012)؛ بنابراین تقسیم‌بندی بارش به ساقاب، تاج بارش و باران‌ربایی توسط تاج‌پوشش گیاهی تأثیر زیادی بر تراز آبی در جنگل دارد (Sraj *et al.*, 2008) و بدون اندازه‌گیری دقیق این موارد، امکان دانستن تراز آبی حقیقی یک جنگل وجود ندارد.

بخشی از باران پس از عبور از تاج‌پوشش به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم به کف جنگل می‌رسد که به آن تاج بارش می‌گویند، قسمتی دیگر توسط تنه و ساقه‌ها به سمت پایین جریان می‌یابد که به آن ساقاب می‌گویند. بخشی از بارندگی که توسط تاج‌پوشش درختان نگهداری شده و سپس از طریق تبخیر به اتمسفر برمی‌گردد، باران‌ربایی تاج‌پوشش نامیده می‌شود (Deguchi *et al.*, 2006). در واقع باران‌ربایی از طریق تبخیر، نشان‌دهنده بخش بزرگی از بودجه سالانه آب است که در طول و بین رخدادهای بارش از دست می‌رود. عوامل زیادی بر مقدار باران‌ربایی تأثیر می‌گذارند مانند تغییرات فصلی (Asadian and Weiler, 2009)، ساختار تاج درختان (Brooks *et al.*, 2003)، شدت باران (Fathizadeh *et al.*, 2013)، نوع گونه (Toba and Ohta, 2005) مقدار باران (Gerrits *et al.*, 2010)، شاخص سطح برگ (Pypker *et al.*, 2012) و حتی تغییر کاربری زمین (Ghorbani *et al.*, 2016).

اهمیت باران‌ربایی به این دلیل است که بسیاری از فرآیندهای هیدرولوژیکی مثل، فرسایش، توزیع رطوبت خاک، رواناب زیرسطحی و ایجاد سیل را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Tsiko *et al.*, 2012). همچنین در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت باران‌ربایی و پژوهش‌های مربوط به مشخصه‌های اکوهیدرولوژیک تنه درختان به این دلیل است که می‌تواند تعیین‌کننده مقدار آب رسیده به کف جنگل باشد (Sadeghi and Attarod, 2015; Sadeghi and Attarod, 2017)؛ بنابراین ضروری است این مسئله در تراز آبی مدنظر قرار گیرد.

به‌دلیل شرایط اقلیمی نامناسب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بخش زیادی از بارش به‌صورت باران‌ربایی از دسترس درختان و پوشش گیاهی خارج می شود؛ بنابراین کمبود آب و بارندگی کافی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده استقرار و رشد پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک هستند. ازآنجاکه چرخه آب نقش مهمی در استقرار و تجدید حیات طبیعی گونه‌های جنگلی دارد، اطلاع از مقدار تاج بارش و ساقاب رسیده به کف جنگل به‌ویژه در مناطق خشک، ضروری است (Murakami, 2006).

www.SID.ir

Archive of SID

یکی از انواع اکوسیستم‌های جنگلی مهم به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک، جنگل‌های کران‌رودی هستند. این جنگل‌ها جز اکوسیستم‌های در معرض خطر هستند (Tockner and Stanford, 2002) و بیشتر متشکل از گونه‌های گز (*Tamarix arceuthoides*) و پده (*Populus euphratica*) هستند (Moradi Behbahani *et al.*, 2017b). اگرچه اطلاعات چندانی از وضعیت تأثیرات بوم‌شناختی این جنگل‌ها دردسترس نیست، اما پژوهش‌ها نشان داده که به‌شدت در حال تخریب و کاهش تنوع زیستی هستند (Moradi Behbahani *et al.*, 2017b). با توجه به شرایط استان خوزستان و پدیده گردوخاک این جنگل‌ها می‌توانند نقش مهمی در پالایش آب‌وهوا و کاهش مقدار گردوخاک داشته باشند؛ اما با توجه به کمبود اطلاعات در رابطه با این جنگل‌ها، این پژوهش اجزا بارش در جنگل‌های کران‌رودی را مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار می‌دهد.

با توجه به اهمیت و ضرورت باران‌ربایی، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک و نیز اهمیت جنگل‌های کران‌رودی، هدف از این پژوهش برآورد مقدار باران‌ربایی توده طبیعی خالص پده (*P. euphratica*) در دوره بی‌برگی و برگ‌دار در جنگل کنار رودخانه‌ای مارون در استان خوزستان است.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد پژوهش

این پژوهش در بیشه‌زارهای حاشیه رودخانه مارون در شهرستان بهبهان، استان خوزستان انجام شد. جنگل مورد بررسی در محدوده طول جغرافیایی ″۳۷ ′۹ °۵۰ و ″۲۵ ′۱۰ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ″۵۳ ′۳۸ °۳۰ و ″۳۸ ′۳۹ °۳۰ شمالی به مساحت ۲۸ هکتار با ارتفاع ۲۵۰ تا ۳۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. آمار ۱۷ ساله (۱۳۹۳-۱۳۷۷) ایستگاه هواشناسی بهبهان نشان می‌دهد، متوسط بارندگی سالانه ۳۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۲٤ درجه سانتی‌گراد است (Moradi Behbahani *et al.*, 2017a). منطقه بر اساس فرمول اقلیمی آمبرژه دارای اقلیم خشک است و بر اساس روش دومارتن دارای اقلیم نیمه‌خشک است. اندازه‌گیری‌های مربوط به مقدار تاج بارش و ساقاب در یک توده خالص پده به مساحت نیم هکتار انجام شد. گونه‌های چوبی و طبیعی موجود در جنگل کنار رودخانه‌ای مارون شامل پده (*P. euphratica*)، گز (*T. arceuthoides*) و سریم (*Lycium depressum*) است. پده دارای ۲۰۱ پایه در هکتار، متوسط قطر برابرسینه ۲۸ سانتی‌متر (خطای معیار ۱) و متوسط ارتفاع ۵/۵ متر (خطای معیار ۰/۳) است (Basiri *et al.*, 2014).

روش اندازه‌گیری

برای اندازه‌گیری مقدار بارش از سه جمع‌آوری‌کننده باران قرار گرفته در فضای باز و در فاصله ۳۰ متری توده مورد بررسی (Bagheri and Attarod, 2012) استفاده شد. اندازه‌گیری مقدار بارش بیشینه سه ساعت بعد از پایان هر بارندگی و در صورت بارندگی در شب، قبل از طلوع آفتاب، انجام شد (Carlyle-Moses *et al.*, 2004). حجم آب جمع‌شده درون هر جمع‌آوری‌کننده، توسط استوانه مدرج اندازه‌گیری شد و با نسبت‌گیری از مساحت دهانه جمع‌آوری‌کننده و حجم آب جمع شده در آن، ارتفاع بارش محاسبه شد.

تمامی بارش‌های رخ‌داده در منطقه‌ی مورد بررسی به مدت شش ماه از اول آذرماه ۹٤ تا اواخر فروردین‌ماه ۹۵ اندازه‌گیری شد. این ماه‌ها به دو دوره بی‌برگی (آذر تا انتهای بهمن‌ماه) و برگ‌داری (اسفند و فروردین‌ماه)، با توجه به وضعیت ظاهری درختان و ریزش و رویش برگ‌ها در منطقه، تقسیم شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

برای اندازه‌گیری ساقاب، با توجه به وضعیت موجود از نظر قطر، درختان به سه طبقه قطری ۱۵-۱۰، ۲۰-۱۵ و ۲۵-۲۰ سانتی‌متری تقسیم شدند. جدول ۱ مشخصات درختان مورد بررسی برای اندازه-گیری ساقاب را نشان می‌دهد. سپس از هر طبقه قطری سه اصله درخت به‌صورت تصادفی انتخاب شد. در نهایت نه اصله درخت برای اندازه‌گیری ساقاب مورد بررسی قرار گرفت (Hosseini Ghaleh Bahmani *et al.*, 2012). ساقاب حاصل از هر یک از نه درخت با استفاده از ناودان‌های پلاستیکی جمع‌آوری ساقاب که به‌صورت مارپیچ بر روی تنه درختان پده و در ارتفاع برابرسینه نصب و به یک مخزن ۲۰ لیتری منتهی می-شد، جمع‌آوری شد (Carlyle-Moses and Price, 2006). مقدار ساقاب جمع‌آوری‌شده در هر بارش نیز بلافاصله بعد از هر بارش توسط استوانه مدرج اندازه-گیری شد. سطح تاج درختان مورد استفاده برای جمع-آوری ساقاب، با اندازه‌گیری شعاع تاج در هشت جهت و محاسبه مساحت دایره، به‌دست آمد (Delphis and Levia, 2004). سپس حجم ساقاب بر سطح تاج درختان مورد بررسی تقسیم شد و عمق ساقاب محاسبه شد (Shachnovich *et al.*, 2008).

جدول ۱- مشخصات کمی مربوط درختان پده مورد بررسی برای اندازه‌گیری ساقاب

Table 1. Quantitative characteristics of *P. euphratica* trees used for stemflow

انحراف معیار Standard Deviation	میانگین Mean	مشخصات درختان Characteristics of trees
2.5	10.6	ارتفاع کل (متر) Total Height (m)
1.4	4.2	ارتفاع تنه (متر) Trunk Height (m)
4.3	18.8	قطر برابرسینه (سانتی‌متر) DBH (cm)
1.8	6.3	ارتفاع تاج (متر) Crown Height (m)
7.7	15	مساحت تاج (مترمربع) Crown Area(m2)

برای اندازه‌گیری تاج بارش از ۵۰ عدد جمع-آوری‌کننده تاج بارش استفاده شد. این جمع‌آوری کننده‌ها استوانه‌ای و جنس پلاستیک با قطر دهانه نه و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر بودند که در زیر تاج‌پوشش درختان توده و به‌صورت شبکه ۱۰ ×۱۰ متر با نقطه شروع تصادفی قرار گرفته بودند.

مقدار حجم آب جمع‌شده در هر جمع‌آوری‌کننده پس از هر بارندگی با استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. با تقسیم حجم نمونه تاج بارش به مساحت دهانه جمع‌آوری‌کننده، ارتفاع تاج بارش هر نمونه به‌دست آمد (Johanson, 1990).

برای محاسبه باران‌ربایی، مجموع ساقاب و تاج بارش از باران رسیده به زیر درختان کسر شد.

$$I = GR - (TF + SF) \quad \text{رابطهٔ (۱)}$$

در این رابطه I: باران‌ربایی (میلی‌متر)، GR: بارندگی (میلی‌متر)، TF: مقدار تاج بارش (میلی‌متر) و SF: مقدار ساقاب (میلی‌متر) است (۳۷).

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه‌وتحلیل آماری

کلیه داده‌های موجود از نظر نرمال‌بودن با استفاده از آزمون کلموگروف–سمیرنوف مورد بررسی آماری قرار گرفت. تجزیه‌وتحلیل‌های آماری مورداستفاده شامل همبستگی بین بارندگی و اجزا بارش با نرم‌افزار Excel نسخه 2013 انجام شد. همچنین برای بررسی تفاوت معنی‌داری مقدار ساقاب تولید شده در طبقه‌های قطری مختلف از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه استفاده شد. در صورت وجود تفاوت معنی-دار، از مقایسه میانگین دانکن برای بررسی این تفاوت معنی‌دار استفاده شد. برای مقایسه آماری بین ساقاب، باران‌ربایی و تاج بارش در بین دو دوره از آنالیز t-student استفاده شد. این تجزیه‌وتحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ١٤ انجام شد.

نتایج

ساقاب، تاج‌بارش و باران‌ربایی دوره بی‌برگی و برگ‌داری

در این پژوهش در مجموع ۲۰ رخداد باران (۱۲ مورد در دوره برگ‌دار و هشت مورد در دوره بی‌برگی) با عمق تجمعی ۲۱۸/۳ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سهم باران‌ربایی، تاج بارش و ساقاب در دوره بی‌برگی به-ترتیب ٣٢/٨٦، ١٢٧/٤٨ و ٣/٤٥ میلی‌متر بوده است. درحالی‌که در دوره برگ‌دار سهم باران‌ربایی، تاج بارش و ساقاب به‌ترتیب ٨/١٦، ٤٣/٩٢ و ٢/٥٣ میلی-متر بوده است. لازم به ذکر است که متوسط بارندگی اندازه‌گیری‌شده به‌طورکلی ۱۰/۹۲ میلی‌متر بود. متوسط اندازه رخداد باران در ماه‌های اسفند و فروردین (دوره برگ‌دار) ٤/٥٥ میلی‌متر اندازه‌گیری شد درحالی‌که در دوره بی‌برگی (آذر، دی و بهمن‌ماه)، میانگین اندازه رخداد بارندگی ٢٠/٤٧ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار اندازه‌گیری‌شده باران در دوره پژوهش، ۷۲ میلی‌متر ثبت شد.

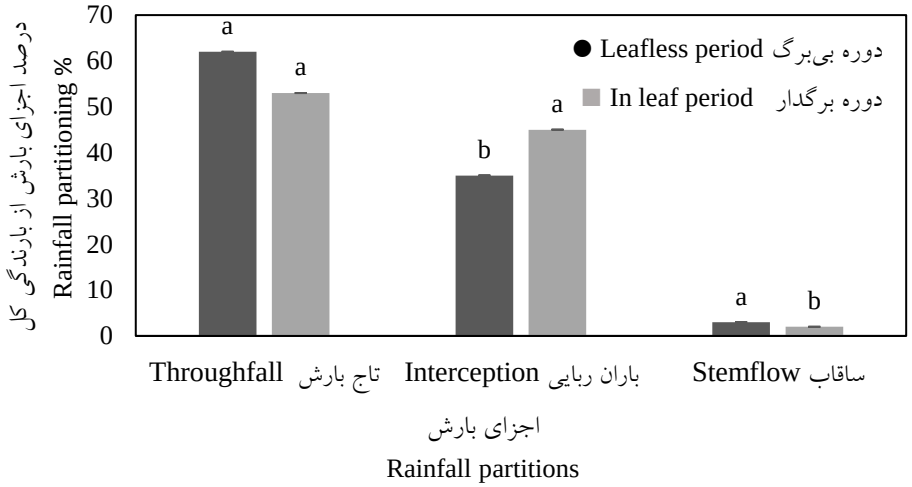
سهم ساقاب، تاج بارش و باران‌ربایی از میانگین بارش در دوره برگ‌دار (اسفند و فروردین‌ماه) به‌ترتیب ۲، ۵۳ و ٤٥ درصد از بارندگی به‌دست آمد. درحالی‌که در دوره بی‌برگی (آذر، دی و بهمن‌ماه) این اعداد به-ترتیب ۳، ٦٢ و ۳۵ درصد از بارندگی محاسبه شدند (شکل ۱). همچنان که در شکل ۱ مشاهده شده مقدار تاج بارش در دوره بی‌برگی و برگ‌داری تفاوت معنی-داری را نشان نمی‌دهد. درحالی‌که مقدار باران‌ربایی عکس این حالت را داشت و در دوره برگ‌دار مقدار آن در مقایسه با دوره بی‌برگی بیشتر و دارای تفاوت معنی‌دار بود. همچنین مقدار ساقاب تولیدی در دوره بی‌برگی و برگ‌دار تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد (شکل ۱).

تأثیر قطر درخت بر مقدار ساقاب تولیدی

با افزایش قطر درختان ، در هر دو دوره اندازه‌گیری بیشتر شد. نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان داد که در دوره بی‌برگی اختلاف معنی‌داری بین طبقات قطری ۱۵–۱۰ با ۲۰–۱۵ سانتی‌متری وجود دارد درحالی‌که اختلاف معنی‌داری بین طبقه قطری ۲۵–۲۰ و ۲۰–۱۵ مشاهده نشد (شکل ۲). در دوره برگ‌دار نیز تفاوت معنی‌داری در مقدار ساقاب تولیدی در طبقه‌های قطری مورد بررسی وجود داشت و طبقه قطری ۲۵–۲۰ سانتی‌متری با طبقه قطری ۱۵–۱۰ سانتی‌متری تفاوت معنی‌داری را در مقدار ساقاب تولیدی نشان دادند. درحالی‌که طبقه قطری ۲۵–۲۰ و ۲۰–۱۵ تفاوت معنی‌داری از نظر تولید ساقاب نداشتند (شکل ۲).

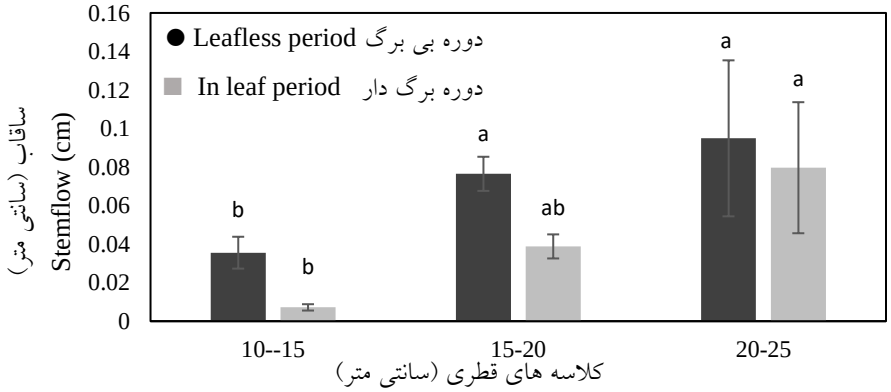
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اجزای بارش (ساقاب، تاج بارش و بارانربایی) در دوره‌های برگ‌دار و بی‌برگی (میانگین ± اشتباه معیار؛ حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین طبقه‌ها است)

Figure 1. Rainfall partitioning (Stemflow, Throughfall and Interception) in the leafless and in leaf periods (mean ± standard error; different letters represent significant differences)



شکل ۲- مقدار ساقاب تولیدی در طبقه‌های قطری مورد بررسی (میانگین ± اشتباه معیار؛ حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین طبقه‌ها است)

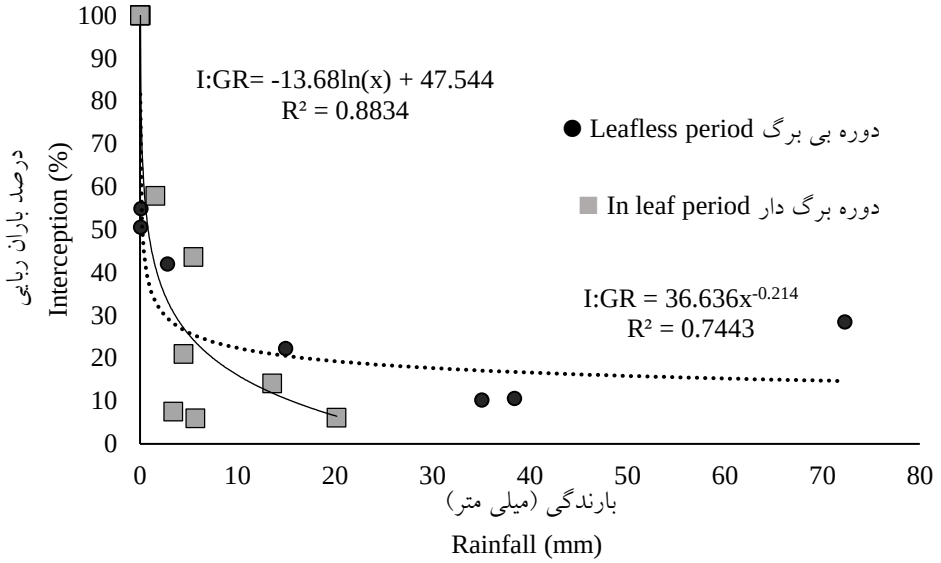
Figure 2- Stemflow in studied diameter classes (mean ± standard error; different letters represent significant differences)

همبستگی بین درصد بارانربایی و بارندگی در دوره برگ‌دار و بی‌برگ

نتایج نشان می‌دهد که بین درصد بارانربایی و بارندگی، رابطه لگاریتمی در دوره برگ‌دار وجود دارد ($P<0.01$, $r=0.93$) و این رابطه در دوره بی‌برگی به‌صورت توانی است ($P<0.05$, $r=0.86$)؛ یعنی با افزایش بارندگی، درصد بارانربایی کاهش می‌یابد (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

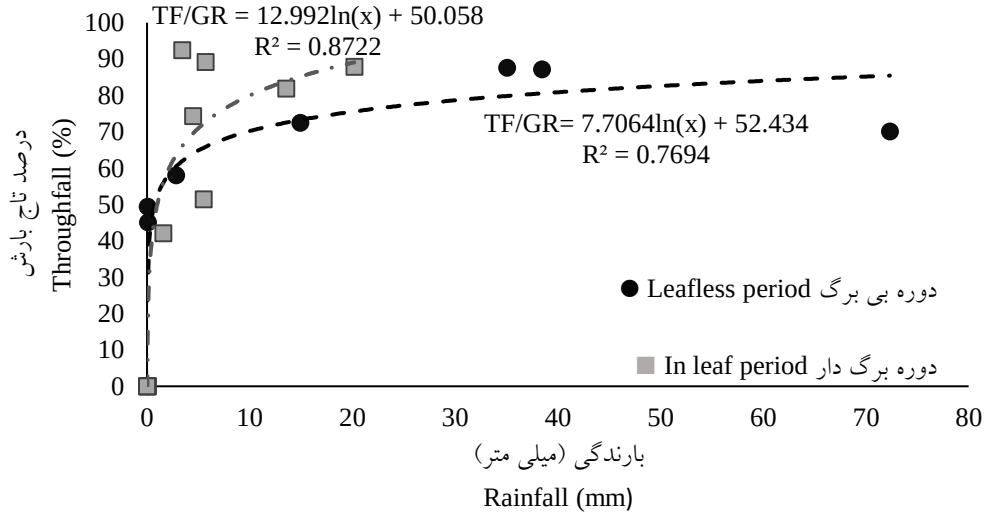


شکل ۳- همبستگی بین درصد باران‌ربایی و بارندگی در دوره‌های برگ‌داری و بی‌برگی (هر مربع یا دایره توپر یک رخداد باران است)

Figure 3- Correlation between interception and Rainfall in the leafless and in leaf periods (Each square or circle is a rain event)

همبستگی درصد تاج بارش با بارندگی در دوره برگ‌دار و بی‌برگ

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که بین بارندگی و درصد تاج بارش در دوره بی‌برگی رابطه معنی‌داری وجود دارد ($P<0.05$, $r=0.87$). در دوره برگ‌دار همبستگی مثبت و قوی بین بارندگی و درصد تاج بارش وجود دارد. بدین معنی که با افزایش مقدار بارندگی، درصد تاج بارش افزایش می‌یابد (شکل ٤).



شکل ٤- همبستگی بین درصد تاج بارش و بارندگی در دوره برگ‌دار و بی‌برگ (هر مربع یا دایره توپر یک رخداد باران)

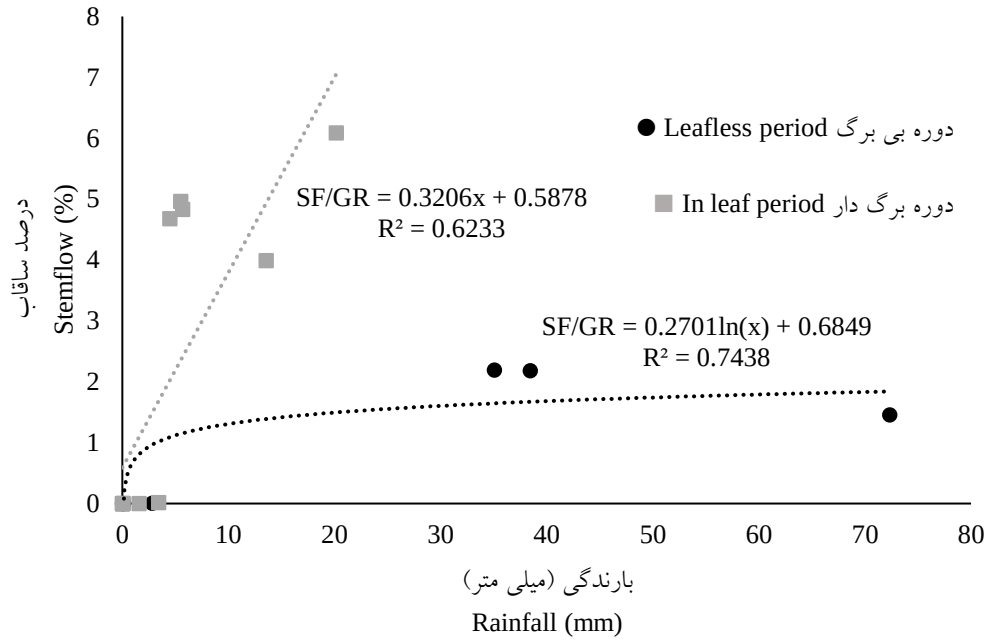
Figure 4- Correlation between the Throughfall and rainfall in the leafless and in leaf periods (Each square or circle is a rain event)

www.SID.ir

Archive of SID

همبستگی بین بارندگی و درصد ساقاب در دوره برگ‌دار و بی‌برگ

نتایج نشان می‌دهد که در دوره برگ‌دار بین درصد ساقاب و بارندگی، همبستگی مثبت و افزاینده‌ای وجود دارد ($P<0.01$, $r=0.78$). درحالی‌که دوره بی‌برگی، همبستگی افزاینده بین درصد ساقاب و بارندگی ضعیف است؛ یعنی با افزایش مقدار بارندگی، درصد افزایش ساقاب با نرخ خیلی کمی افزایش می‌یابد (شکل ۵).



شکل ۵- همبستگی بین درصد ساقاب و بارندگی کل در دوره برگ‌دار و بی‌برگ (هر مربع یا دایره توپر یک رخداد باران است)

Figure 5- Correlation between the percentage of stemflow and total rainfall in the leafless and in leaf periods (Each square or circle is a rain event)

بحث

در این پژوهش تقسیم‌بندی بارندگی به اجزای بارش طی دوره بی‌برگی و برگ‌دار درختان پده در جنگل‌های طبیعی کنار رودخانه‌ای بررسی شد. مقدار ساقاب و تاج بارش در دوره بی‌برگی بیشتر از دوره برگ‌دار اندازه‌گیری شد. با افزایش سطح برگ مقدار بارانی که از طریق تاج‌پوشش از دسترس خارج می‌شود بیشتر می‌شود (Muzylo *et al.*, 2012). علت افزایش مقدار تاج بارش در دوره بی‌برگی نسبت به دوره برگ‌داری نیز ناشی از نبود برگ بر روی درختان است، زیرا کاهش در مقدار برگ موجب افزایش آب رسیده به کف جنگل می‌شود (Deguchi *et al.*, 2006). در این پژوهش مقدار ساقاب حدود ۳ و ۲ درصد به‌ترتیب در دوره بی‌برگی و برگ‌داری اندازه‌گیری شد. با توجه به اهمیت مقدار بارندگی در تولید اندازه ساقاب، این تفاوت اندک می‌تواند مربوط به اختلاف در مقدار باران در دو دوره مذکور باشد (Oyarzun *et al.*, 2011). Ghorbani and Rahmani (2006) مقدار ساقاب تولیدی توده طبیعی راش شرقی در جنگل کلاته را ۰/۳ درصد از بارندگی نشان دادند. درحالی‌که Hosseini Ghaleh Bahmani و همکاران (2010) متوسط سهم ساقاب تولیدی برای گونه‌های بلند مازو

www.SID.ir

Archive of SID

و راش را به‌ترتیب ۰/۲ و ۲/٦ درصد از بارندگی تابستانه اندازه‌گیری کردند. همچنین Hosseini Ghaleh Bahmani و همکاران (2011) متوسط سهم ساقاب تولیدی برای گونه بلند مازو را ۰/۲٦ درصد از بارندگی نشان دادند؛ بنابراین با توجه به مرور منابع مشخص می‌شود که سهم ساقاب تولیدی در توده خالص پده مورد بررسی زیاد بوده و نمی‌توان آن را در بیلان آبی نادیده گرفت. این مسئله نشان‌دهنده تفاوت مقدار ساقاب تولیدی در گونه‌های مختلف است. البته مقدار ساقاب علاوه بر نوع گونه، به زاویه شاخه‌ها، اندازه تاج، شرایط اقلیمی و شرایط فصلی نیز بستگی دارد (Levia and Herwitz, 2005). همچنین در این پژوهش مشخص شد که با افزایش قطر درخت مقدار ساقاب افزایش یافته است؛ که ناشی از بزرگ‌تر شدن ابعاد درخت و در نتیجه بزرگ‌تر شدن سطح جمع‌آوری‌کننده باران باشد (Murakami, 2009).

تغییرات فصلی بر خصوصیات پوشش گیاهی و در نتیجه مقدار باران‌ربایی تأثیر زیادی دارد؛ زیرا درختان در دوره بی‌برگی برگ‌های خود را از دست می‌دهند که می‌تواند سبب کاهش باران‌ربایی شود (Augusto *et al.*, 2002). در این بررسی همانند پژوهش‌های دیگران (Cao *et al.*, 2008، Joukar *et al.*, 2019) مشخص شد که درصد باران‌ربایی با افزایش مقدار بارندگی، کاهش می‌یابد؛ زیرا برای تولید تاج بارش ابتدا باید ظرفیت نگهداری آب تاج تکمیل شود. درصورتی‌که طی بارندگی‌های کم، بخش زیادی از بارندگی صرف اشباع تاج می‌شود. در نتیجه در بارندگی‌های با مقدار کم درصد زیادی از بارندگی تبدیل به باران‌ربایی می‌شود اما چون ظرفیت نگهداری آب تاج محدود است، طی بارندگی‌های زیاد، مقدار بیشتری از بارندگی صرف تولید تاج بارش می‌شود و در نتیجه درصد باران‌ربایی نسبت به بارندگی کاهش می‌یابد (Andre *et al.*, 2011; Ahmadi *et al.*, 2009).

در این پژوهش همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد تاج بارش و باران در دو دوره بی‌برگی و برگ‌داری مشاهده شد که پژوهشگران دیگر نیز نتایج مشابهی را گزارش داده‌اند (Zhang *et al.*, 2016; Staelens *et al.*, 2008). دلیل این افزایش این است که در بارش‌های با مقدار زیاد، ظرفیت نگهداری آب تاج تکمیل می‌شود و در نتیجه درصد بیشتری از هر باران به تاج بارش تبدیل می‌شود (Pypker *et al.*, 2012). از طرف دیگر درصد ساقاب همبستگی مثبتی با مقدار باران نشان داد، بدین ترتیب که با افزایش مقدار بارندگی، درصد ساقاب نیز افزایش می‌یابد همان‌طور که در پژوهش‌های پژوهشگران دیگر به این موضوع اشاره‌شده است (Limin *et al.*, 2015). مقدار آب ذخیره‌شده در اندام هوایی درختان بستگی به ویژگی‌های گونه‌ها مانند زبری پوست، اندازه، بافت و ساختار برگ‌ها دارد (Levia and Herwitz, 2005). گونه‌هایی با پوست صاف، ظرفیت نگهداری پوست کمتری دارند و ساقاب بیشتری تولید می‌کنند (Alexander and Arthur, 2010). درختانی که دارای شاخه‌های شیب‌دار هستند آب بیشتری به سمت تنه هدایت می‌کنند و پتانسیل نسبی بیشتری برای تولید ساقاب دارند (Xiao *et al.*, 2011). در این بررسی نیز مشخص شد که قطر درخت و دوره برگ‌داری از عوامل مهم تأثیرگذار بر مقدار ساقاب است و در دوره‌ای که درختان بدون برگ هستند، سهم ساقاب تولیدی، بیشتر می‌شود.

با افزایش قطر درخت مقدار ساقاب افزایش یافت که همسو با یافته‌های دیگر پژوهش‌ها است (Yi *et al.*, 2015). البته افزایش ساقاب می‌تواند ناشی از شکل و زاویه قرار گرفتن شاخه‌ها نیز باشد که می-

www.SID.ir

Archive of SID

تواند با ایجاد حالت قیفی آب بیشتری را به سمت ساقه اصلی هدایت کند (Jian *et al*., 2018).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی این پژوهش نشان داد که برآورد مقدار باران‌ربایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارای اهمیت بسیار بالایی است به‌گونه‌ای که در رابطه با پده سهم زیادی از بارندگی در دوره برگ‌دار (٤٥ درصد) و بی‌برگ (۳۵ درصد) به‌صورت باران‌ربایی، تبخیر می‌شود و در دسترس جنگل قرار نمی‌گیرد؛ بنابراین در جنگل‌های کران‌رودی و توده‌های پده بخش زیادی از بارندگی به پوشش گیاهی کف جنگل نمی‌رسد. این مسئله وقتی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که آمارها، از کاهش شدید بارندگی در سال‌های اخیر خبر می‌دهد که به‌نوبه خود نیز سبب کاهش آب ورودی به اکوسیستم جنگل می‌شود.

References

- Alexander, H. & M. Arthur, 2010. Implications of a predicted shift from upland oaks to red maple on Forest Hydrology and nutrient availability, *Canadian Journal of Forest Research*, 40: 716–726.
- Andre, F., M. Jonard, F. Jonard & Q. Ponette, 2011. Spatial and temporal patterns of throughfall volume in a deciduous mixed-species stand, *Journal of Hydrology*, 400: 244-254.
- Asadian, Y. & M. Weiler, 2009. A new approach in measuring rainfall interception by urban trees in Coastal British Columbia, *Water Quality Research Journal of Canada*, 44.1: 16-25.
- Augusto, L., J. Ranger, D. Binkley & A. Rothe, 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility, *Annals of Forest Science*, 59: 233-253.
- Bagheri, H. & P. Attarod, 2012. The effect of the meteorological parameters and rainfall size on rainfall interception of *Cupressus arizonica* and *Pinus eldarica* in the arid climate zone (case study: Biarjmand-e Shahroud), *Iranian Journal of Forest*, 4.3: 291-302. (In Persian)
- Basiri, R., A. Riazi, H. Taleshi & J. Poorrezaee, 2014. The structure and composition of riparian forests of Maroon River, Behbahan, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22.2: 307-320. (In Persian)
- Brooks, K. N., P. F. Ffolliott, H. M. Gregersen & L.F. DeBano, 2003. Hydrology and the Management of Watersheds. Iowa State Press, Iowa, 552 p.
- Cao, Y., Z. Y. Ouyang, H. Zheng, Z. G. Huang, X. K. Wang & H. Miao, 2008. Effects of forest plantation on rainfall redistribution and erosion in the red soil region of Southern China, *Land Degradation Development*, 19: 321-330.
- Carlyle-Moses, D. E. & A. G. Price, 2006. Growing season stemflow production within a deciduous forest of southern Ontario, *Hydrology Process*, 20: 3651-3663.
- Carlyle-Moses, D. E., J. S. Flores-Laureano & A. G. Price, 2004. Throughfall and throughfall spatial variability in Mediterranean oak forest communities of northeastern Mexico, *Journal of Hydrology*, 297: 124-135.
- Deguchi, A., S. Hattori & H. Park, 2006. The influence of seasonal changes in canopy structure on interception loss: application of the revised Gash model, *Journal of Hydrology*, 319: 80-102.
- Delphis, F. & J. Levia, 2004. Differential winter Stemflow generation under contrasting storm conditions in a southern New England broad-leaved deciduous forest, *Hydrology Processes*, 18: 1105-1112.
- Fathizadeh, O., P. Attarod, T. G. Pypker, A. A. Darvishsefat & G. Zahedi Amiri, 2013. Seasonal variability of rainfall interception and canopy storage capacity measured under individual oak (*Quercus brantii*) trees in Western Iran, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15:175-188.
- Gerrits, A. M. J., L. Pfister & H. H. G. Savenije, 2010. Spatial and temporal variability of canopy and forest floor interception in a beech forest, *Hydrological Processes*, 24: 3011-3025.
- Ghorbani, S. & R. Rahmani, 2006. Estimating of interception loss, stemflow and throughfall in a natural stand of oriental Beech (Shastkalateh forest), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(4): 638-648. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

- Ghorbani, S., S. M. Hojjati, Kh. Sagheb Talebi & Sh. Shataee, 2016. Impact of landuse change on ecohydrological function of canopy in Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) forest in Ghale-gol watershed, Lorestan, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(3): 390-401. (In Persian)
- Hosseini Ghaleh Bahmani, S. M., P. Attarod, H. Bagheri, V. Bayramzadeh, H. Sufi Mariv & M. Jannat Babaei, 2011. Stemflow generations in a pure oak forest stand within the growing season, *Research Journal of Forest Science and Engineering*, 1(1): 25-53. (In Persian)
- Hosseini Ghaleh Bahmani, S. M., P. Attarod, V. Bayramzadeh, M. T. Ahmadi & A. Radmehr, 2012. Throughfall, stemflow, and rainfall interception in a natural pure forest of chestnut-leaved oak (*Quercus castaneifolia* C.A. Mey.) in the Caspian Forest of Iran, *Annals of Forest Research*, 55(2): 197-206.
- Hosseini Ghaleh Bahmani. S. M., P. Attarod, M. T. Ahmadi, M. R. Marvi Mohadjer & V. Etemad, 2010. Stemflow generations in natural and pure stands of Chestnut leaved oak (*Quercus castaneifolia* C.A.M) and Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) within the summer season, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(4): 656-666. (In Persian)
- Jian, S., X. Zhang, D. Li, D. Wang, Z. Wu & C. Hu, 2018. The effects of stemflow on redistributing precipitation and infiltration around shrubs, J*ournal of Hydrology and Hydromechanics*, 66(1): 79–86.
- Johanson, R. C., 1990. Interception, throughfall and stemflow in a forest in Highland Scotland and comparison with other upland forest in the U.K, *Journal of Hydrology*, 118: 281-287.
- Jones, J. A., 2000. Hydrologic processes and peak discharge response to forest removal, regrowth, and roads in 10 small experimental basins, western Cascades, Oregon, *Water resources research*, 36: 2621–2642.
- Joukar, Z., M. Moradi & R. Basiri, 2019. Distribution of rain fall in pure *Tamarix arceuthoides* stand in the riparian forests. Journal of Forest Research and Development, 4(4): 501-513. (In Persian)
- Levia, D. F. & S. R. Herwitz, 2005. Interspecific variation of bark water storage capacity of three deciduous tree species in relation to stemflow yield and solute flux to forest soils, *Catena*, 64: 117–137.
- Limin, S. G., H. Oue, Y. Sato, W. Budiasa & B. I. Setiawan, 2015. Partitioning rainfall into throughfall, stemflow, and interception loss in Clove (*Syzygium aromaticum*) plantation in upstream Saba River Basin, Bali, *Procedia Environmental Sciences*, 28: 280–285.
- McClain, M. E., E. W. Boyer, L. C. Dent, S. E. Gergel, N. B. Grimm, P. M. Groffman, S. C. Hart, J. W. Harvey, C. A. Johnston, E. Mayorga, W. H. McDowell & G. Pinay, 2003. Biogeochemical hot spots and hot moments at the interface of terrestrial and aquatic ecosystems, *Ecosystems*, 6(4): 301–312.
- Moradi Behbahani, S., M. Moradi, R. Basiri & J. Mirzaei, 2017a. Sand mining disturbances and their effects on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a riparian forest of Iran, *Journal of Arid Land,* 9(6): 837–849.
- Moradi Behbahani, S., M. Moradi, R. Basiri & J. Mirzaei, 2017b. The Effect of Distance from River on Soil Physiochemical Properties, Root Colonization and Spore density of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated with Salt Cedar, *Journal of Water and Soil Science*, 20(78): 67-76. (In Persian)
- Murakami, S. H., 2006. A proposal for a new forest canopy interception mechanism: Splash droplet evaporation, *Journal of Hydrology*, 319: 72-82.
- Murakami, S., 2009. Abrupt changes in annual stemflow with growth in a young stand of Japanese cypress, *Hydrological Research Letters*, 3: 32–35.
- Muzylo, A., P. Llorens & F. Domingo, 2012. Rainfall Partitioning in a Deciduous Forest Plot in Leafed and Leafless Periods, *Ecohydrological*, 5: 759-767.
- Oyarzun, C. E., R. Godoy, J. Staelens, P. J. Donoso & N. E. C. Verhoest, 2011. Seasonal and annual throughfall and stemflow in Andean temperate rainforests, *Hydrological Processes*, 25: 623– 633.
- Putuhena, W. M. & I. Cordery, 2000. Some hydrological effects of changing forest cover from eucalypts to *Pinus radiate*, *Agricultural and Forest Meteorology*, 100: 59–72

www.SID.ir

Archive of SID

- Pypker, T. G., C. C. Tarasoff & H. S. Koh, 2012. Assessing the efficacy of two indirect methods for quantifying canopy variables associated with the interception loss of rainfall in temperate hardwood forests, *Open Journal of Modern Hydrology*, 2: 29-40.
- Sadeghi, S. M. M. & P. Attarod, 2015. Afforestations Impact of *Pinus eldarica* and *Cupressus arizonica* on Rainfall Interception in a Semiarid Climate Zone, *Journal of forest and wood product*, 68(3): 641-653. (In Persian)
- Sadeghi, S. M. M. & P. Attarod, 2017. Estimation of ecohydrological parameters of trunk and canopy of a *Pinus eldarica* plantation, *Journal of Forest Research and Development*, (3)3: 207-220. (In Persian)
- Shachnovich, Y., P. Berniler & P. Bar, 2008. Rainfall interception and spatial distribution of troughfall in a pine forest planted in an arid zone, *Journal of Hydrology*, 349: 168-177.
- Sraj, M., M. Brilly & M. Mikos, 2008. Rainfall interception by two deciduous Mediterranean forests of contrasting stature in Slovenia, *Agricultural and Forest Meteorology*, 148: 121-134.
- Staelens, J., A. D. Schrijver, K. Verheyen & N. Verhoest, 2008. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow, and interception within a single beech (*Fagus sylvatica* L.) canopy influence of foliation, rain event characteristics, and meteorology, *Hydrological Processes*, 22: 33-45.
- Toba, T. & T. Ohta, 2005. An observational study of the factors that influence interception loss in boreal and temperate forests, *Journal of Hydrology*, 313: 208-220.
- Tockner, K. & J. A. Stanford, 2002. Riverine flood plains: present state and future trends, *Environmental Conservation*, 29(3): 308–330.
- Tsiko, C. T., H. Makurira, A. M. J. Gerrits & H. H. G. Savenije, 2012. Measuring forest floor and canopy interception in a savannah ecosystem. Phys. Chem, *Earth*, 47-48: 122-127.
- Xiao, Q. F. & E. G. McPherson, 2011. Rainfall interception of three trees in Okland, California, *Urban Ecosystems*, 14: 755-769.
- Yi, L., C. Tijiu, M. Xiuling, S. Houcai & J. Cunyong, 2015. Canopy interception loss in a *Pinus sylvestris* var. *mongolica* forest of Northeast China, *Journal of Arid Land*, 7(6): 831–840.
- Zhang, Y. F., X. P. Wang, R. Hu & Y. X. Pan, 2016. Throughfall and its spatial variability beneath xerophytic shrub canopies within water-limited arid desert ecosystems, *Journal of Hydrology*, 539: 406–416.

www.SID.ir

Archive of SID

Interception of pure *Populus euphratica* stand in Maroon riparian forest of Behbahan

R. Changizi[1], M. Moradi[*2] and R. Basiri[3]

1- M.Sc. student of forestry, Faculty of Natural Resources and Environment, Behbahan Khatam Al-Anbia University of Technology, Behbahan, I. R. Iran. (changizi466@gmail.com)
2- Assistant Professor, Department of forestry, Faculty of Natural Resources and Environment, Behbahan Khatam Al-Anbia University of Technology, Behbahan, I. R. Iran. (moradi4@gmail.com)
3- Associated Professor, Department of forestry, Faculty of Natural Resources and Environment, Behbahan Khatam Al-Anbia University of Technology, Behbahan, I. R. Iran. (basiri52@yahoo.com)

Received: 10.07.2018 Accepted: 02.09.2018

Abstract

This study was conducted in Maroon riparian forests in Behbahan, Khuzestan province and aimed at calculating interception loss of a pure natural stand *Populus euphratica* in leafless and in leaf periods. Fifty plastic collectors (9 cm in diameter and 20 cm in height) were placed in a 10 meter grid layout in the studied stand to collect the throughfall (TF). Stem flow (SF) were measured for nine trees belonged to three DBH classes of 10-15, 15-20, and 20-25 cm. In the present research 20 rainfall events (eight in the leafless period and 12 events in the leaf period) were recorded. The value of accumulative rain depth was 218.3 mm. Our results indicated that the percent of SF, TF and I were two, 53 and 45 total rainfall during the in leaf period and three, 62 and 35 during the leafless periods. We showed that large amount of precipitation cannot reach forest floor and The SF and TF had increasing trend with increasing rainfall. Against, interception showed a decreasing trend with increasing rainfall. We revealed that larger trees produced higher amount of SF. Also, SF production in *P. euphratica* stand cannot be ignored in the water balance.

Keywords: Interception, *Populus euphratica*, Throughfall, Khuzestan, Stemflow.

[*] Corresponding author Tel: +986152721191

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir