نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۸، شماره ۲، پاییز و زمستان، ۱۴۰۰، ص. ۱۹۶-۱۸۳

Water Management in Agriculture
Vol. 8, No. 2, Autumn and Winter, 2022, 183-196

مقاله ترویجی

بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری بارش در جنگل

پریسا شاهین رخسار[1]*، بیت‌الله امان زاده [2] و علی نظمی[3]

چکیده

آب اصلی‌ترین عامل مؤثر در تولید جنگل است و بارش باران و برف مهم‌ترین منابع تأمین آب جنگل می‌باشند؛ اما همیشه درصدی از بارندگی تلف‌شده و از چرخه آب سطحی جنگل خارج می‌شود. در این مقاله مروری بر مفهوم باران ربایی در جنگل و تأثیر مؤلفه‌های آن بر بیلان آبی حوزه‌های آبخیز انجام شد. باران ربایی درختان نقش مؤثری در تعیین میزان بارندگی رسیده به کف جنگل دارد و بنابراین بخش مهمی از تراز آبی در بوم‌سازگان‌های جنگلی را شامل می‌شود. آن بخش از بارندگی که به خاک اکوسیستم‌های جنگلی نمی‌رسد به دو بخش اتلاف از سطح تاج درختان و تبخیر از سطح لاش ریزه‌های کف جنگل تقسیم می‌گردد. مقداری از بارندگی که به‌واسطه‌ی باران ربایی از دسترس پوشش جنگل خارج می‌شود، بخش مهمی از مقدار تبخیر را در اکوسیستم‌های جنگلی در بر می‌گیرد و تأثیر زیادی بر بیلان آبی در نواحی جنگلی و نیز بر چرخه هیدرولوژی و چرخه مواد غذایی در اکوسیستم‌های زمینی دارد. در صورت آگاهی از مقدار باران ربایی در مناطق دارای فصل خشک در دوره رویش گیاهی، می توان در صورت زیاد بودن مقدار باران ربایی، با توجه به نیاز آبی توده، با انجام عملیات تنک کردن، به استقرار تجدید حیات و همچنین برآورده شدن نیاز آبی گونه های گیاهی به‌طور مؤثری کمک کرد. سهم زیادی از بارندگی تابستانه در جنگل به‌صورت باران ربایی از دسترس توده جنگلی خارج می‌شود؛ بنابراین آگاهی از مقدار باران ربایی، به‌ویژه برای ارزیابی و اندازه‌گیری تبخیر و تعرق در اکوسیستم‌های جنگلی و درنتیجه برای مدیریت اصولی حوزه‌های آبخیز جنگلی، ضروری به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: اتلاف تاجی، اکو هیدرولوژی جنگل، توزیع اجزای باران، ساقاب، ظرفیت ذخیره آب

مقدمه

درختان و به‌تبع آن جنگل‌ها در چرخه آب در طبیعت تأثیر بسزایی دارند. باران ربایی تاج بارش در جنگل‌ها یکی از اجزای چرخه هیدرولوژی هست که به نظر می‌رسد با درنظرگرفتن این فاکتور در کنار فاکتورهای مؤثر در چرخه بیلان آبی نظیر بارش، نفوذ، رواناب و تبخیر و تعرق می‌توان با دقت مناسبی محاسبات مدیریت بهینه منابع آب با رویکرد کاهش هزینه و بهره‌وری بالا را انجام و با شبیه‌سازی چرخه هیدرولوژی در حوضه‌های آبخیز راهکارهای مناسبی در زمینه تخصیص آب موردنیاز گیاهان، آب شرب، دام و کنترل فرسایش خاک به برنامه‌ریزان و مدیران تخصیص منابع آبی ارائه کرد. هنگام بارندگی در جنگل، باران با برخورد به تاج پوشش درختان به سه جزء تاج بارش[2]، ساقاب[3] و باران ربایی (اتلاف تاجی[4]) تقسیم می‌شود که به این تقسیم‌بندی "توزیع مجدد باران" گفته می‌شود (Ahmadi et al., 2011). تقسیم‌بندی بارندگی به باران ربایی، تاج بارش و ساقاب بر تراز آبی مناطق جنگلی تأثیر بسیاری دارد (Sraj et al., 2008; Levia and Frost, 2003). چراکه در هنگام بارش باران،

[1] عضو هیئت‌علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران (*نویسنده مسئول: pshahinrokhsar@yahoo.com)
[2] عضو هیئت‌علمی بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران
[3] کارشناس مسئول مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۱۵
DOR: 20.1001.1.24764531.1400.8.2.14.0

[2] Throughfall:TF
[3] Stemflow:SF
[4] Interception

درختان بخشی از بارندگی را جذب کرده و از رسیدن آب باران به سطح زمین جلوگیری می‌کنند و درواقع بخشی از بارندگی را از چرخه آب جنگل خارج می‌کنند. علاوه بر این پدیده باران‌زایی در نواحی جنگلی یک فرایند مهم در تراز آبی حوضه‌های آبخیز محسوب می‌شود (Herbst et al., 2008). جنگل‌ها تأثیر بسزایی بر جریان آب سالانه به‌ویژه جریان پایه دارند. چنانچه تغییرات در برخی عوامل، مانند باران ربایی و تبخیر، سبب تغییر در تعداد و شدت سیل‌ها شده و این وضعیت بر اکوسیستم، محیط‌زیست و اقتصاد محلی مؤثر خواهد بود. در مناطق مرطوب نظیر حوزه‌های جنگلی شمال ایران تغییر کاربری اراضی در بالادست حوزه‌های آبخیز مهم‌ترین دلیل افزایش سیلاب‌ها محسوب می‌شوند (مرادی نژاد و همکاران، ۱۳۹۴). از طرف دیگر در مناطق خشک و نیمه‌خشک به علت شرایط اقلیمی (بارندگی کم و درجه حرارت بالا) بخش عمده‌ای از بارندگی به‌صورت باران ربایی از دسترس درختان و پوشش گیاهی خارج می‌شود؛ بنابراین تغییرات بارش میتواند بر دیگر پدیده های اقلیمی و محیطی مثل رواناب، مرطوب خاک، کشاورزی، پوشش گیاهی، خشکسالی تاثیر گذار باشد. عالوه بر مقدار بارش، پراکنش و فصل بارش و نیز شعرای منطقه از دیگر عواملی هستند که خصوصا پوشش گیاهی را تحع تاثیر قرار می دهند. کمبود آب و بارندگی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده در استقرار پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (Pereira et al., 2002). از طرف دیگر با توجه به اهمیت چرخه آب از دیدگاه علم جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل برای استقرار تجدید حیات طبیعی گونه‌های جنگلی که به مقدار آب‌رسیده به کف جنگل بستگی دارد، به‌ویژه در مناطق خشک و دارای فصل رویش دانستن میزان تاج بارش و ساقاب رسیده به کف جنگل ضروری است (Toba and Ohta, 2005; Murakami, 2006). در مناطق خشک و کم آب، ساقاب و تاج بارش اثرات زیست‌محیطی و هیدرولوژیکی قابل‌توجهی بر میزان آب ورودی دارند. از نظر زیست‌محیطی، ساقاب موجب ایجاد و تمرکز بارش و مواد مغذی در مناطق نزدیک به ساقه درختان می‌شود. در این مناطق، آب به‌راحتی نفوذ می‌کند و سبب افزایش بقا و رشد درختان در مواجه با استرس‌های آبی می‌شود (Mauchamp and Janeau, 1993). به‌عبارت‌دیگر ساقاب یک مکانیسم جهت هدایت آب از شاخه و تنه درخت به سمت ریشه است. تغییر مسیر آب طی این فرایند ازلحاظ زیستی و اکو هیدرولوژی اهمیت بسیاری بر رشد گیاهان دارد؛ زیرا موجب تغییر در توزیع بارش شده و برجهت و سرعت گردش آب و مواد غذایی در اطراف ریشه اثرگذار است (Levia and Frost, 2003). علاوه بر مزایای ذکرشده، ساقاب در جلوگیری از ایجاد رواناب، فرسایش خاک، تغذیه آب‌های زیرزمینی رطوبت خاک، شیمی خاک و توزیع زیراشکوب اثرگذار می‌باشد (Crockfordand Richardson, 1990).

دار باش و ساقاب

دار باش و ساقاب از اجزاء بارندگی خالص[1] (NR) می‌باشند (Levia et al., 2010). مقدار ساقاب تولیدی گونه‌های درختی تابعی از نوع گونه، زاویه شاخه‌ها، ظرفیت نگهداری آب پوست[2]، اندازه تاج، شرایط اقلیمی و نیز شرایط فصلی هست (Tobon martin et al., 2000; Levia and Herwitz, 2005; Levia et al., 2010). به‌طورکلی خصوصیات بیوفیزیکی پوست درخت نقش مهمی در تولید ساقاب دارد. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده ظرفیت نگهداری آب پوست درخت، تولید ساقاب را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و عامل محدودکننده و یا افزایش‌دهنده ساقاب می‌باشد (Crockford and Richardson, 2000; Levia and Herwitz, 2005). همچنین مطالعات نشان می‌دهند که ظرفیت نگهداری آب پوست در بین گونه‌های مختلف تفاوت چشمگیری دارد (Levia and Herwitz, 2005; Valova and Bieleszova, 2008). عموماً ظرفیت نگهداری آب در گونه‌هایی با پوست ضخیم و زبر بیشتر از درختانی با پوست نازک و صاف می‌باشد و در نتیجه ساقاب کمتری تولید می‌کنند (Sarj et al., 2008; Levia et al., 2010). نیکخواه و همکاران (۱۳۹۴) نیز باهدف برآورد میزان ساقاب تک‌درختان بلندمازو (Quercus castaneifolia C.A.M) و پلت (Acer velutinum Boiss) پژوهشی در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه

[1] Net Radiation
[2] Bark Water Storage Capacity

تربیت مدرس شهرستان نور مازندران انجام دادند. نتایج نشان داد گونه بلندمازو به دلیل داشتن پوست شیاردار و زبر، سهم ساقاب از بارندگی به‌طور متوسط ۹ برابر بیش‌تر از گونه پلت بود. این مطالعه نشان داد که پلت ساقاب بیشتری نسبت به بلندمازو تولید می‌کند و دلیل آن پوست صاف پلت و وجود ظرفیت نگهداری آب پوست کم پلت است. مقدار ساقاب در مقایسه با تاج بارش و اتلاف تاجی ناچیز است. در اغلب موارد ساقاب به‌وسیله لوله‌های پلاستیکی انعطاف‌پذیر که یک نوار طولی از بالای آن‌ها بریده‌شده و به‌صورت مارپیچی دور تنه درختان وصل شده‌اند، جمع‌آوری می‌شود (Delphis et al., 2003). فاصله میان لوله و تنه درختان با موارد مختلفی مثل چسب‌های سیلیکونی، درزگیری و عایق‌بندی می‌شود و درنهایت به مخزنی برای جمع‌آوری ساقاب منتهی می‌گردد. ظرفیت مخزن به مقدار و شدت بارش و رطوبت هوا و سرعت باد بر شدت اثر ویژگی‌های بارش مؤثرند (Carlyle Moses, 2004) (شکل ۱).

شکل ۱- نمونه‌ای از جمع‌آوری‌کننده ساقاب

برای محاسبه عمق ساقاب تولیدی درختان نمونه هرگونه، حجم ساقاب جمع‌آوری‌شده هر یک از درختان بر سطح تاج آن درخت (Crown Projection Area=CPA) تقسیم خواهد شد (Toba and Ohta. 2005; Shachnovich et al., 2008). برای اندازه‌گیری سطح تاج نمونه ساقاب، شعاع تاج هر یک از درختان در چهار جهت اصلی با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری و سطح تاج درختان بر اساس رابطه مساحت دایره محاسبه خواهد شد (Delphis and Levia. 2004; Ahmadi et al., 2009). سپس میانگین عمق ساقاب تولیدی توسط شش درخت نمونه از هرگونه به‌عنوان ساقاب تولیدی هر بارندگی برای آن‌گونه در نظر گرفته خواهد شد. ضریب زبری پوست (Bark Roughess Index) برای گونه‌های بلند مازو و راش با توجه به مؤلفه‌های تعداد شیار در ارتفاع برابرسینه و عمق متوسط شیارها مطابق رابطه ۱ محاسبه گردید (Levia and Herwitz, 2005).

$$BR=Fn*Df \qquad (۱)$$

که در این رابطه BR، ضریب زبری پوست، Fn، تعداد شیارها و Df، عمق متوسط شیارها هست. شمارش شیارها دور تنه درخت در ارتفاع برابرسینه انجام و بر قطر برابرسینه درخت تقسیم و متوسط تعداد شیارها در هر سانتی‌متر محاسبه خواهد گردید. عمق متوسط شیارها به کمک پوست‌سنج اندازه‌گیری خواهد شد (Levia and Herwitz, 2005). تنه بسیاری از درختان پوشیده از خزه است. از این سطوح نیز به‌صورت قابل‌ملاحظه‌ای تبخیر صورت می‌گیرد. همچنین وجود این خزه‌ها باعث می‌شود که جریان ساقاب تغییر جهت داده و از روی این سطوح در فاصله چند سانتی‌متری تنه بر روی زمین فروبریزد. در تنه بسیاری از درختان پوسیدگی‌هایی دیده می‌شود که ساقاب در آن‌ها فرو می‌رود و به سطح زمین نمی‌رسد. برآیند این عوامل سبب می‌شود تا ساقاب سهم اندکی از بارش کل را داشته باشد. به‌علاوه اندازه‌گیری آن نسبت به این سهم اندک، بسیار وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشد. به همین دلیل امروزه در بسیاری از مطالعات

از اندازه‌گیری آن صرف‌نظر کرده و درنهایت مقدار آن را درصد اندکی از کل بارش (معمولاً حداکثر ۲ درصد) در نظر می‌گیرند و در محاسبات وارد می‌کنند (Rowe, 1983).

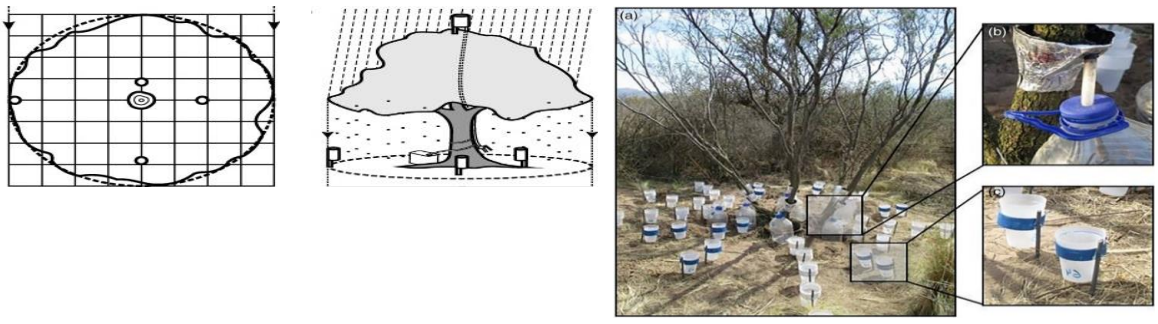
نتایج همتی و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که از ۱۴۹۷ میلی‌متر بارش سالانه، سهم ساقاب برای درختان راش ۱/۲ درصد می‌باشد. با افزایش ارتفاع بارش کل، سهم ساقاب روند صعودی پیدا کرد. همبستگی ارتفاع بارش با ارتفاع ساقاب پس از بررسی با ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که میان این پارامتر در سطح احتمال ۹۹ درصد همبستگی معنی‌دار وجود دارد. با افزایش کلاسه قطری درختان راش، از میانگین ارتفاع ساقاب کاسته شده و بر میانگین ارتفاع باران ربایی افزوده می‌گردد. کاهش سهم ساقاب با افزایش کلاسه قطری درختان به دلیل افزایش سطح بیرونی تنه درختان و به‌تبع تبخیر بیشتر و افزایش باران ربایی می‌باشد (Ahmadi et al., 2011). مطالعه حسینی قلعه بهمنی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که ساقاب سهم بیشتری از بارندگی تابستانه را در جنگل راش نسبت به بلندمازو به خود اختصاص می‌دهد و راش حدود ۱۳ برابر بلندمازو ساقاب تولید می‌کند که یکی از مهم‌ترین دلایل این امر را می‌توان به پوست صاف و ظرفیت کم نگهداری آب پوست گونه راش نسبت داد.

جدول ۱- مروری بر میزان سهم ساقاب اندازه‌گیری شده از بارندگی کل در مطالعات

مکان تحقیق	نوع گونه	درصد ساقاب	نویسنده
ایتالیا	*Fagus sylvatica*	۱۳/۶	Giacomin و Trucchi (۱۹۹۲)
فرانسه	*Fagus sylvatica*	۵	Granier و همکاران (۲۰۰۰)
ایران	*Fagus orientalis*	۱/۶	احمدی و همکاران (۱۳۸۸)
ایران	*Oriental Beech*	۰/۳	قربانی و رحمانی (۱۳۸۷)
ایران	*Fagus orientalis*	۲/۶	حسینی قلعه بهمنی و همکاران (۱۳۸۹)
ایران	*Quercus castaneifoli*	۰/۲	حسینی قلعه بهمنی و همکاران (۱۳۸۹)

بارش

مقدار بارش با استفاده از بارش‌سنج و مطابق استانداردهای موجود پیرامون ابعاد و محل استقرار بارش‌سنج‌ها اندازه‌گیری می‌شود. برای جمع‌آوری تاج بارش در مناطق جنگلی مختلف و با توجه به اهداف مطالعه از روش‌های متفاوتی استفاده می‌شود. در مطالعاتی که جمع‌آوری کل مقدار تاج بارش به دلیل محدودیت زمان و امکانات امکان‌پذیر نیست، از روش‌های نمونه‌برداری استفاده می‌شود. معمول‌ترین روش‌ها، روش‌های نقطه‌ای و سطحی هستند که با استقرار ظروف مختلف در زیر تاج درختان تاج بارش را جمع‌آوری می‌نمایند (Llorens and Domingo, 2007; Masukata et al.,1990; Johnson ,1990; Loustau et al., 1992;) (شکل ۲).



شکل ۲- محل استقرار ظروف جمع‌آوری باران

روش نقطه‌ای شامل استقرار قیف‌ها یا باران‌سنج‌ها در زیر تاج پوشش است که از نظر اجرایی آسان اما خطای اندازه‌گیری آن بالا می‌باشد (شکل ۳).

شکل ۳- روش نقطه‌ای جمع‌آوری تاج بارش

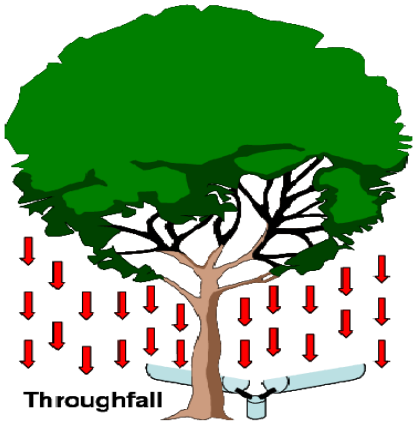
روش دیگر اندازه‌گیری سطحی با استفاده از ورقه‌های پلاستیکی یا ناودان‌های به هم چسبیده (جنس آن‌ها از آهن گالوانیزه به طول ۵ متر و عرض ۰/۲ متر) است که خطای کمتری دارد، اما مشکلاتی مثل انسداد آبروها و اسپلش (پرتاب) قطرات آب را به خارج از ناودان در بر دارد. این ناودان‌ها به‌طور تصادفی در توده مستقرمی شوند (شکل ۴).

بر اساس نتایج پژوهش احمدی و همکاران (۱۳۸۸) با افزایش مقدار بارندگی کل، مقدار بارندگی خالص، باران ربایی و نسبت بارندگی خالص به بارندگی کل افزایش یافت، اما نسبت باران ربایی به بارندگی کل، روند کاهشی ضعیفی را نشان داد. به‌طورکلی، این بررسی نشان داد که سهم زیادی از بارندگی تابستانه در توده راش به‌صورت باران ربایی از دسترس توده جنگلی خارج می‌شود، بنابراین ضرورت دارد که در محاسبه تراز آبی موردتوجه قرار گیرد.

مقدار اتلاف تاجی در گونه‌های مختلف باهم متفاوت است که این اختلاف ناشی از وجود تفاوت در ساختمان تاج و میزان زهکشی تاج آن‌ها و شدت و مقدار بارندگی می‌باشد (Domingo et al., 1998). گرچه بیش از ۴ دهه از این مطالعات می‌گذرد، هنوز رابطه مقدار تاج بارش با ساختار تاج و مقدار بارندگی به‌طور کامل شناخته‌نشده است. مقدار باران ربایی تاج پوشش با استفاده از رابطه ۲ به‌طور غیرمستقیم از تفاوت میان بارندگی کل و بارندگی خالص (مجموع تاج بارش و ساقاب) محاسبه می‌شود (Hall, 2003; Herbst et al., 2006).

$$CIL=GR-NR=GR-(TF+SF) \qquad (۲)$$

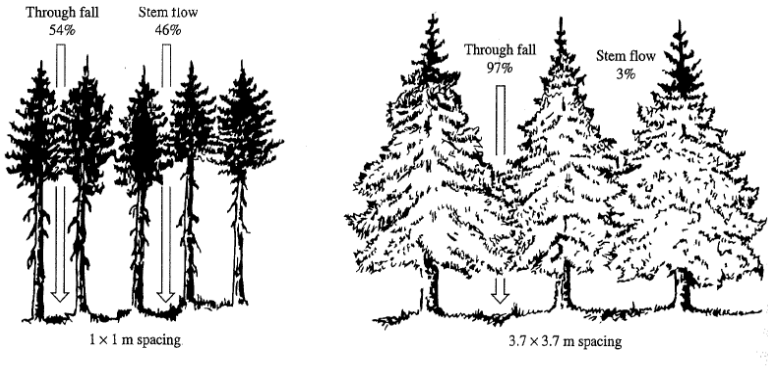
در این فرمول، CIL مقدار باران ربایی تاج پوشش؛ GR مقدار بارندگی کل؛ NR بارندگی خالص؛ TF مقدار تاج بارش و SF مقدار ساقاب را نشان می‌دهد.



شکل ٤- روش سطحی جمع‌آوری تاج بارش باران ربایی تاج پوشش

هنگام بارش ابتدا تاج درختان خیس می‌شود و تا زمانی که ظرفیت ذخیره تاج کامل نشود، تاج بارش آغاز نمی‌گردد. ظرفیت ذخیره تاج، مقدار بارشی است که تاج می‌تواند بر روی سطح شاخ و برگ نگه دارد؛ بنابراین هر چه تاج انبوه‌تر و کامل‌تر باشد، از

مقدار تاج بارش کاسته شده و هر چه فضاهای خالی موجود در تاج زیاد باشد بر میزان تاج بارش افزوده می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵- اثر تراکم درختان بر میزان بارش و ساقاب

عوامل مؤثر بر اتلاف تاجی به‌طورکلی شامل ۲ گروه می‌باشد؛ مشخصات بارندگی و ویژگی‌های توده درختان. مشخصات بارندگی ازجمله مقدار، شدت و مدت آن بیشترین اثر را بر اتلاف تاجی دارد. سایر عوامل مثل دما و رطوبت هوا و سرعت باد بر شدت اثر ویژگی‌های بارندگی مؤثرند. هنگامی‌که سرعت باد بالاست، برگ‌ها به‌صورت موازی باد قرار می‌گیرند و بدین ترتیب احتمال اتلاف تاجی کاهش می‌یابد؛ اما در مناطقی که تاج متراکم است، مثل جنگل‌های بارانی استوایی، حتی در مواقعی که سرعت باد بسیار زیاد است، احتمال اینکه یک قطره باران بدون برخورد به پوشش گیاهی به زمین برسد، بسیار اندک می‌باشد. مقدار اتلاف تاجی در گونه‌های مختلف باهم متفاوت است که این اختلاف ناشی از وجود تفاوت در ساختمان تاج و میزان زهکشی آب تاج آن‌ها می‌باشد. همچنین شاخص سطح برگ از دیگر عواملی است که می‌تواند موجب بروز تفاوت در میزان اتلاف تاجی گونه‌های مختلف باشد.

ظرفیت اشباع تاج و مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا تاج کاملاً اشباع شود، مقدار اتلاف تاجی را کنترل می‌کند، سهم هر یک از مقادیر تاج بارش، ساقاب و اتلاف تاجی از کل بارندگی به‌شدت و مدت بارندگی و پارامترهای اقلیمی مثل میزان تبخیر و ساختمان تاج بستگی دارد. همچنین تغییرات فنولوژی درختان که باعث تغییر در تاج پوشش جنگل می‌شود بر مقدار اتلاف تاجی مؤثر است. مقادیر به‌دست‌آمده برای اتلاف تاجی، تاج بارش و ساقاب جنگل‌کاری‌ها نسبت به سایر مناطق جنگلی ساختار منظم‌تر و یکنواخت‌تری دارند. به همین دلیل اغلب فرایندهای طبیعی نخست در جنگل‌کاری‌ها بررسی می‌شوند.

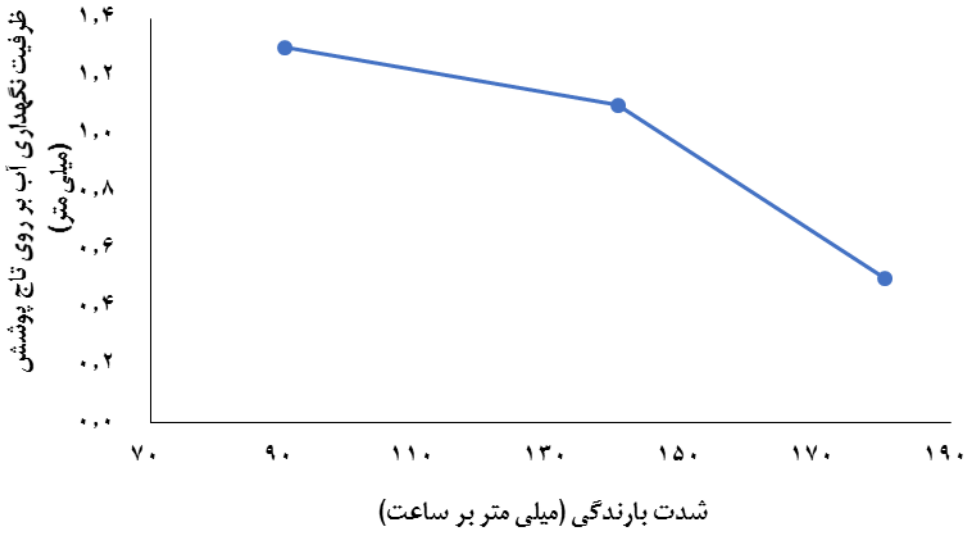
نتایج بررسی برآورد اتلاف تاجی، ساقاب و تاج‌بارش در توده طبیعی راش شرقی (جنگل شصت‌کلاته) توسط قربانی و رحمانی (۱۳۸۷) نشان داد که ارتفاع تاج بارش با ارتفاع بارش در کل سال در سطح یک درصد معنی‌دار هست. میانگین ارتفاع اتلاف تاجی کل در قطعه موردبررسی در حدود ۵۹/۷ درصد از بارش کل گزارش شد.

ظرفیت نگهداری آب بر روی تاج پوشش

بخشی از آب باران توسط تاج پوشش درختان گرفته می‌شود. ظرفیت نگهداری آب بر روی تاج پوشش[1] حداقل مقدار آبی است که برای تکمیل ظرفیت تاج پوشش لازم است (Gash and Morton, 1978). این مقدار آب یا در اثر تبخیر به اتمسفر برگردانده می‌شود یا توسط سطح تاج پوشش جذب می‌شود و یا درنهایت زمانی که باران قطع شود به سطح زمین می‌رسد (Xiao et al., 2000). درواقع ظرفیت نگهداری آب روی تاج پوشش به‌عنوان یک عامل کلیدی کنترل‌کننده میزان باران ربایی معرفی‌شده (Rutter et al., 1971; Gash,1979; Liu, 1997) و عامل اصلی ساختمان تاج پوشش در مدل‌سازی باران ربایی به

[1] Canopy Water Storage Capacity

شمار می‌آید (Llorens and Gallart,, 2000). مقدار ظرفیت نگهداری آب روی تاج پوشش در سوزنی‌برگان با پهن برگان متفاوت است و مقدار بیشتری را در سوزنی‌برگان نشان می‌دهد (Samba et al., 2001). ظرفیت نگهداری آب روی تاج پوشش یکی از فاکتورهای مهم باران ربایی می‌باشد. بخشی از باران توسط تاج پوشش نگه‌داشته می‌شود و تا زمانی که تاج پوشش اشباع‌نشده بخش زیادی از مقدار باران سهم این پارامتر خواهد شد. پس از اشباع تاج پوشش درختان بر اثر بارندگی، مقداری از آن به سطح زمین رسیده و بعدازآن تنها جز باقی‌مانده از اجرای باران ربایی، تبخیر طی بارندگی می‌باشد (Klaassen et al., 1998). ظرفیت نگهداری آب روی تاج پوشش با افزایش سطح برگ افزایش‌یافته و رابطه بین شاخص سطح برگ و ظرفیت نگهداری آب روی تاج پوشش وابسته به گونه‌ها بوده و بین جنگل‌های مسن و جنگل‌های استوایی و معتدله متفاوت است (Pypker et al., 2005). همچنین مطالعات نشان داده است ظرفیت نگهداری آب روی تاج پوشش با شدت بارندگی نسبت مستقیم دارد به‌عبارت‌دیگر با افزایش شدت بارندگی میزان ظرفیت نگهداری آب روی تاج درخت کاهش می‌یابد (Azinoor Azida et al., 2021) (شکل ۶). ظرفیت ذخیره‌سازی نگهداری آب روی تاج درخت تعیین شده از مطالعه آزینور آزیدا و همکاران (۲۰۲۱) برای شدت بارندگی ۹۰ تا ۱۸۰ میلی‌متر در ساعت به ترتیب ۱/۳۵ تا ۰/۴۸ میلی‌متر بود. به‌عبارت‌دیگر ظرفیت ذخیره‌سازی نگهداری آب بر روی تاج درخت ۳ تا ۱۸ درصد از مقدار بارندگی بود.



شکل ٦- تأثیر شدت بارندگی بر ظرفیت نگهداری آب بر روی تاج پوشش بر روی گونه *Axonopus compressus* (Dwaft) (Azinoor Azida et al., 2021)

مه بارش (Fog precipitation (FP))

مه بارش از دیرباز به‌عنوان یک ورودی مهم هیدرولوژیکی و شیمیایی در بسیاری از محیط‌های کوهستانی و ساحلی شناخته‌شده است (Azevedo and Morgan, 1974, Bruijnzeel et al., 1993, Cavelier and Goldstein 1989, Cavelier et al., 1996, Clark, et al., 1998a, Dawson, 1998, Dawson and Ehleringer, 1991, Gordon et al., 1994, Oberlander, 1956, Sugden, 1986, Twomey, 1957, Vogelmann, 1973, Vogelmann et al., 1968).

مه ممکن است نقش مهمی در روابط آبی گیاهان و هیدرولوژی جنگل‌های بارانی فصلی گرمسیری در جنوب غربی چین ایفا کند (Cao et al.1996, Zhang and Cao 1995). مه بارش زمانی اتفاق می‌افتد که قطرات ابر بر روی سطوح برگی و چوبی درختان به هم می‌پیوندند و با عبور از تاج پوشش

جنگل به کف جنگل می‌رسد. مطالعات گذشته نشان‌دهنده این مسئله است که مه بارش بخش قابل‌توجهی از ورودی‌های سالانه جنگل‌های گرمسیری را نشان می‌دهد (Weaver, 1972; Zadroga,1981; Clark et al.,1998; Vogelmann,1973). گلدشتاین دریافت که ۴۸ درصد از آب ورودی سالانه به یک جنگل در کلمبیا از مه بارش تشکیل‌شده است (Cavelier and Goldstein, 1989). عوامل مؤثر بر میزان مه بارش عبارت‌اند از ارتفاع تاج پوشش (Kittredge,1984)، معماری تاج پوشش (Kimmins,1987)، سرعت باد (Lovett et al.,1982)، سطح برگ (Smith and McClean, 1989)، جهت دامنه جنگل (Zadroga, 1981; Ellis, 1971) و جهت شاخ و برگ درختان (Cavelier and Goldstein , 1989) می‌باشد. جنگل‌های هیرکانی به‌واسطه دما و رطوبت نسبی بالا، مه غلیظ در ارتفاعات و مه بارش از دیگر جنگل‌های معتدله و پهن‌برگ خزان کننده جهان متمایز شده‌اند. اهمیت مه بارش به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع ورودی آب و تولید رطوبت در جنگل بسیار تأکید شده است. بررسی تأثیر ابرهای کم ارتفاع و مه بارش بر فرآیندهای هیدرولوژیکی جنگل‌های شمال کشور به مدیریت بهینه توده‌های جنگلی و تنظیم ورودی آب به اکوسیستم کمک شود. نتایج لیو و همکاران در خصوص بررسی میزان آب ورودی از طریق مه بارش در جنگل بارانی گرمسیری شی‌شوانگ‌بانا، جنوب غربی چین نشان داد که مه بارش در این مناطق به‌طور میانگین ۲۵ تا ۳۳ درصد از بارندگی در ماه‌های خشک سال را شامل می‌شود. در طول دوره مطالعه، متوسط مه بارش سالانه ۱۳٫۵ ± ۸۹٫۴ میلی‌متر به دست آمد. مه بارش تقریباً ۵ درصد از بارندگی سالانه را تشکیل می‌دهد که ۸۶ درصد از آن در فصول خشک (نوامبر تا آوریل) رخ می‌دهد. مه بارش سالانه با بارندگی سالانه همبستگی منفی داشت. تغییرات ماهانه آن نیز همبستگی منفی با بارندگی ماهانه از خود نشان داد. میانگین مه بارش روزانه ۰٫۳۸ ± ۰٫۲۷ میلی‌متر در روز برای تمام روزهایی که در آن مه بارش رخداده است. مه بارش روزانه با حداقل دمای هوا همبستگی منفی و با میانگین سرعت باد بالای تاج همبستگی مثبت داشت. نتایج نشان داد که مه بارش عمدتاً در فصول خشک رخ می‌دهد و می‌تواند نقش پررنگی در تأمین رطوبت خاک و چرخه هیدرولوژیکی مناطق گرمسیر در فصول خشک فراهم کند (Liu et al., 2004).

دژبان و همکاران (۱۳۹۸) به‌منظور کمی سازی مه بارش و باران ربایی توده طبیعی راش (Fagus orientalis Lipsky) در ارتفاعات و بیان اهمیت مه بارش در جنگل‌های هیرکانی پژوهشی را انجام دادند. نمونه‌برداری‌ها در زمان رشد کامل برگ درختان تا قبل از شروع خزان برگ‌ها در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در جنگل خیرود – بهاربن انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری باران و تاج بارش به ترتیب ۱۰ و ۱۲۲ باران‌سنج در فضای باز و زیر تاج پوشش قرار گرفت. در دوره پژوهش ۲۲ رخداد باران با مقدار تجمعی ۶۴۸ میلی‌متر ثبت شد و درصدهای تجمعی تاج بارش و باران ربایی در توده به ترتیب ۴/۹۹ و ۲ درصد به دست آمد. به دلیل حضور مه در توده با درصد تجمعی ۵/۳ درصد ۱۴ رخداد با باران ربایی منفی (تاج بارش بیشتر از باران) و مقدار تجمعی ۶/۲۲- میلی‌متر و ۵/۳- درصد از بارندگی و ۸ رخداد باران با باران ربایی مثبت (تاج بارش کمتر از باران) و مقدار تجمعی باران ربایی ۵/۲۵ میلی‌متر و ۹/۳ درصد از بارندگی ثبت شد. بیشترین مه بارش در سال ۱۳۹۵ و در مهرماه مشاهده شد. نتایج نشان داد مه بارش سبب افزایش تاج بارش و کاهش باران ربایی می‌شود؛ بنابراین درختان راش تأثیر قابل‌توجهی بر فرایندهای هیدرولوژیک محلی داشته و محافظت آن‌ها در اکوسیستم کوهستانی موجب به دام انداختن قطرات مه و تولید مه بارش می‌شود که به تأمین آب زیرزمینی و رطوبت اکوسیستم کمک خواهد کرد. درک فرایندهای هیدرولوژیک توده با درنظرگرفتن پدیده‌های جوی به مدیران جنگل در مدیریت بهینه توده‌های جنگلی و تنظیم ورودی آب به اکوسیستم یاری خواهد کرد.

در مطالعات باران ربایی فرض می‌کنند که مقادیر باران ربایی کمتر از صفر میلی‌متر نتیجه بارش مه است (Weaver, 1972). به‌عبارت‌دیگر رخدادهای با باران ربایی منفی، قدر مطلق مقدار باران ربایی به‌عنوان مه بارش (FP) بر اساس رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

$$FP=|Pg-T| \quad (۳)$$

که در آن Pg معادل عمق متوسط بارندگی جمع‌آوری‌شده توسط پنج گیج بارش (بارش ناخالص) و T میانگین بارندگی برای هر منطقه است. معمولاً ساقاب در مطالعات تعیین نمی‌شود.

نتیجه‌گیری

در این مقاله مروری بر مفهوم باران ربایی در جنگل و تأثیر مؤلفه‌های آن بر بیلان آبی حوزه‌های آبخیز انجام شد. باران ربایی درختان نقش مؤثری در تعیین میزان بارندگی رسیده به کف جنگل دارد و بنابراین بخش مهمی از تراز آبی در بوم‌سازگان‌های جنگلی را شامل می‌شود. میانگین ارتفاع باران ربایی از تفاوت میان میانگین ارتفاع بارش کل و مجموع میانگین ارتفاع ساقاب و تاج بارش محاسبه خواهد گردید. با استفاده از رگرسیون و مشخصه‌های درختان، می‌توان مناسب‌ترین مدل‌های پیش‌بینی‌شده باران ربایی، ساقاب، تاج بارش در منطقهٔ موردمطالعه را به دست آورد. برآورد میزان ساقاب تک‌درختان جهت انتخاب گونه‌های مناسب در امر جنگل‌کاری و مدیریت منابع آبی بسیار حائز اهمیت بوده و باید به آن توجه زیادی شود. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌ها بر روی عناصر ساقاب در این‌گونه ها و بر روی سایر پارامترهای تأثیرگذار نظیر ضریب زبری، زاویه شاخه‌ها، شکل برگ و دیگر پارامترهای اثرگذار مطالعه صورت گیرد.

بر اساس مرور منابع انجام‌شده سهم زیادی از بارندگی تابستانه در جنگل به‌صورت باران ربایی از دسترس توده جنگلی خارج می‌شود، بنابراین ضرورت دارد که در محاسبه تراز آبی موردتوجه قرار گیرد. مؤلفه برگاب یکی از عوامل مهم در چرخه هیدرولوژی است که نقش چشمگیری در کاهش رواناب و فرسایش خاک دارد به‌منظور دقیق‌تر شدن مدل‌سازی‌های بارش – رواناب و مدیریت بهتر منابع آبی توصیه می‌شود که این عامل در مدل‌سازی‌های بارش – رواناب و محاسبات بیلان آبی به چرخه هیدرولوژی افزوده گردد. همچنین پدیده مه بارش به‌عنوان یک ورودی مهم هیدرولوژیکی و شیمیایی در مناطق کوهستانی و ساحلی خصوصاً جنگل‌های هیرکانی به‌واسطه دما و رطوبت بالا و ایجاد مه غلیظ مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

منابع

احمدی، م.، عطارد، پ.، مروی مهاجر، م.، رحمانی، ر. و فتحی، ج. ۱۳۸۸. باران ربایی تاج پوشش توده راش (Fagus orientalis Lipsky) خالص در فصل تابستان. مجله جنگل ایران، ۱(۲): ۱۷۵-۱۸۵.

حسینی قلعه بهمنی، س.، عطارد، پ.، احمدی، م.، مروی مهاجر، م. و اعتماد، و. ۱۳۸۹. ساقاب تولیدی توده‌های جنگلی خالص بلندمازو و راش در فصل تابستان. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۱۸(۴ (پیاپی ۴۲)): ۶۵۶-۶۶۶.

دژبان، ع.، عطارد، پ.، زاهدی امیری، ق.، گرنت پیپکر، ت. و نانکو، ک. ۱۳۹۸. برآورد مه بارش و باران ربایی در توده طبیعی راش شرقی خالص در جنگل‌های هیرکانی. جنگل و فرآورده‌های چوب (منابع طبیعی ایران). ۷۲(۲):۸۹-۱۰۰.

قربانی، س. و رحمانی، ر. ۱۳۸۷. برآورد اتلاف تاجی، ساقاب و تاج بارش در توده طبیعی راش شرقی (جنگل شصت کلاته). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶(۴ (پیاپی ۳۴)): ۶۳۸-۶۴۸

مرادی نژاد، م.، جور غلامی، م. و ملکیان، آ. ۱۳۹۴. بررسی کارایی مدل هیدرولوژیک در شبیه‌سازی هیدروگراف سیلاب حوضه‌های آبخیز جنگلی؛ مطالعه موردی: جنگل خیرود. مجله منابع طبیعی ایران، جنگل و فرآورده‌های چوب. ۳ (۶۸): ۶۲۶.

نیک‌خواه، س.، حسینی، س.، درویشان، م.، خالدی، ع. و فتحی زاده، ا. ۱۳۹۴. اندازه‌گیری و سهم ساقاب تولیدی در تک‌درختان بلندمازو و پلت در ناحیه رویشی جنگل‌های هیرکانی. اکوسیستم‌های طبیعی ایران.۶(۲):۲۶-۱۳.

همتی، و.، پیام، ح.، متاجی، ا.، عاکف، م.، بابایی کفاکی، س. و فلاح چای، م. ۱۳۹۰. باران ربایی، ساقاب و تاج بارش درختان راش شرقی در ناحیه خزری (جنگل‌های شنرود سیاهکل). علوم و فنون منابع طبیعی. ۶(۴): ۳۹-۵۲.

Ahmadi, M.T., Attarod, P. and Bayramzadeh, V.

And Venezuela. Journal Of Tropical Ecology 5:309–322.

Cavelier, J., Solis, D. and Jaramillo, M. A. 1996. Fog Interception In Montane Forests Across The Central Cordillera Of Panama.´ Journal Of Tropical Ecology. 12:357–369

Clark, K.L., Nadkarni, N.M., Schaefer, D. and Gholz, H.L. 1998. Atmospheric deposition and net retention of ions by the canopy in a tropical montane forest, Monteverde, Costa Rica. J. Trop. Ecol. 14: 27–45.

Crockford, R.H. and Richardson, D.P. 2000. Partitioning Of Rainfall Into Through Fall, Stem Flow And Interception: Effect Of Forest Type, Ground Cover and Climate. Hydrological Processes. 14: 2903-2920.

Dawson, T. E. 1998. Fog In the Redwood Forest: Ecosystem Inputs and Use by Plants. Oecologia. 117:476–485.

Dawson, T. E. and Ehleringer, J. R. 1991. Stream Side Trees That Do Not Use Stream Water. Nature. 350:335–337

Delphis, F. and Levia, J. 2004. Differential Winter Stem Flow Generation Under Contrasting Storm Conditions In A Southern New England Broad-Leaved Deciduous Forest. Hydrological Processes. 18: 1105-1112.

Delphis, F., Levia, Jr. and Ethan, E.F. 2003. A Review And Evaluation Of Stem Flow Literature In The Hydrologic And Biogeochemical Cycles Of Forested And Agricultural Ecosystems. Journal Of Hydrology. 274: 1-29.

Domingo, F., SaÂnchez1, G., Moro, M.J., Brennerc, A.J., and PuigdefaÂbregas, J. 1998. Measurement and modelling of rainfall interception by three semi-arid canopies. Agricultural and Forest Meteorology. 91 : 275-292.

Ellis, R.C. 1971. The Mobilization Of Iron By Extracts Of Eucalyptus Leaf Litter. Journal of Soil Science, 22: 8-22.

Gash, J.H.C., 1979. An analytical model of rainfall interception by forests. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 105: 43–55.

Gash, J.H.C. and Morton, A.J. 1978. An application of the rutter model to the estimation of the interception loss from Thetford Forest.

2011. Rainfall Redistribution By An Oriental Beech (Fagus Orientalis Lipsky) Forest Canopy In The Caspian Forest, North Of Iran. 2011. Journal Of Agricultural Science And Technology. 13 (7):1105-1120.

Ahmadi, M.T., Attarod, P., Marvi-Mohadjer,M.R., Rahmani R. and 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(6):557-568.

Azevedo, J. and Morgan, D. L. 1974. Fog Precipitation In Coastal California Forests. Ecology. 55:1134–1141.

Azinoor Azida, A. B., Nur Syahidah, A. M. and Lee, W. K. 2021. The Effects Of Rainfall Intensity To Floor Interception Of *Axonopus Compressus* (Dwaft) Under Controlled Condition. International Conference On Civil and Environmental Engineering. Iop Publishing. 646:1-8.

Bruijnzeel, L. A., Waterloo, M. J., Proctor, J., Kuiters, A. T. and Kotterink, B. 1993. Hydrological Observations In Montane Rain Forests On Gunung Silam, Sabah, Malaysia, With Special Reference to The 'Massenerhebung' Effect. Journal Of Ecology 81:145–167

Cao, M., Zhang, J. H., Feng, Z. L., Deng, J. W. and Deng, X. B. 1996. Tree Species Composition Of A Seasonal Rain Forest In Xishuangbanna, South-West China. Tropical Ecology 37:183–192

Carlyle-Moses, D.E. 2004. Through Fall, Stem Flow, and Canopy Interception Loss Fluxes In A Semi-Arid Throughfall, Stemflow, and Canopy Interception Loss Fluxes In A Semi-Arid Sierra Madre Oriental Matorral Community. Journal Of Arid Environments. 58(2): 181-202.

Catriona, A., Gordon, Rafael Herrera, Tom C. Hutchinson, Studies of fog events at two cloud forests near Caracas, Venezuela—II. Chemistry of fog.1994. Atmospheric Environment, 28(2): 323-337.

Cavelier, J. and Goldstein, G. 1989. Mist And Fog Interception In Elfin Cloud Forest In Colombia

Journal of Hydrology,38(1-2): 49-58

Giacomin, A, and Trucchi, P. 1992. Rainfall interception in a beech coppice (Acquerino, Italy). Journal of Hydrology 137: 141–147.

Granier, A., Biron, P., Lemoine, D. 2000. Water balance, transpiration and canopy conductance in two beech stands. Agricultural and Forest Meteorology 100, 291 308.

Hall, R.L. 2003. Interception Loss As A Function Of Rainfall and Forest Types: Stochastic Modeling For Tropical Canopies Revisited, Journal Of Hydrology. 280: 1- 12.

Herbst, M., Roberts, J.M. Rosier, T.W. and Growing, D.J. 2006. Measuring And Modeling The Rainfall Interception Loss By Hedgerows In Southern England, Agricultural and Forest Meteorology. 141(2):244-256.

Herbst, M., Roberts, J.M., Rosier, T.W., Taylor, M. and Gowing, D.J. 2008. Edge Effects And Forest Water Use: A Field Study In A Mixed Deciduous Woodland. Forest Ecology and Management. 250(3):176-186.

Johnson, R.C., 1990. The interception, throughfall and stemflow in a forest in Highland Scotland and the comparison with other upland forests in the U.K. Journal of Hydrology, 118: 281-287

Kimmins, J.P., 1987. Forest Ecology. Macmillan, London. 531 pp. ISBN 0-02-364050-2.

Kittredge, J., 1948. Forest influences; The effects of woody vegetation on climate, water, and soil, with applications to the conservation of water and the control of floods and erosion (The American forestry series). McGraw-Hill Book Co; 1st edition (January 1, 1948). 394 pp.

Klaassen, W., Bosveld, F. and de Water, E. 1998. Water Storage and Evaporation as Constituents of Rainfall Interception. Journal. Hydrol., 212–213: 36–50.

Levia, D.F. and Herwitz, S.R. 2005. Interspecific Variation Of Bark Water Storage Capacity Of Three Deciduous Tree Species In Relation To Stem Flow Yield And Solute Flux To Forest Soils. Catena. 64: 117-137.

Levia, D.F., Vanstan, J.T., Mage, S.M. and 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.

Liu, S. 1997. A new model for the prediction of rainfall interception in forest canopies. Ecological Modelling, 99(2-3): 151-159

Liu, Wenjie., Meng, F., Zhang, Y., Liu, Y. and Li, H. 2004.Water input from fog drip in the tropical seasonal rain forest of Xishuangbanna, South-West China. Journal of Tropical Ecology. 20(05):517 – 52.

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

Llorens, P. and Gallart, F. 2000. A simplified method for forest water storage capacity measurement. Journal of Hydrology, 240: 131-144.

Loustau, D., Berbigier, P., Granier, A. and El Hadj Moussa, F., 1992. Interception loss, throughfall and stemflow in a maritime pine stand. I.Variability of throughfall and stemflow beneath the pine canopy. Journal of hydrology, 138: 449-467

Lovett GM, Reiners WA, Olson RK. Cloud droplet deposition in subalpine balsam fir forests: hydrological and chemical inputs. Science. 1982 Dec 24;218(4579):1303-4.

Levia, D.F. and Frost, E.E. 2003. A Review and Evaluation Of Stem Flow Literature In The Hydrologic and Biogeochemical Cycles Of Forested and Agricultural Ecosystems. Journal Of Hydrology. 274: 1-29.

Masukata, H., Ando, M. and Ogawa, H., 1990. Throughfall, stemflow and interception of rainwater in an evergreen broadleaved forest. Ecological Research, 5(3): 303-316.

Mauchamp, A. and Janeau, J.L. 1993. Water funneling by the crown of *Floureresa cerenua*, a Chihuahuan Desert shrub. Journal of arid environments. 25: 299-306.

Murakami S. 2006. A proposal for a new forest canopy interception mechanism: Splash droplet evaporation. Journal of Hydrology 319: 72–82.

Oberlander, G. T. 1956. Summer Fog Precipitation On The San Francisco Peninsula. Ecology 37:851–852.

Pereira, L.S., Cordery, I. and Iacovides, I. 2002. Coping with Water Scarcity. UNESCO IHP VI,

Technical Documents in Hydrology no. 58, UNESCO, Paris, 267 pp.

Pypker, T.G., Bond, B.J., Link, T.E., Marks, D. and Unworthy, 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, Agric. For. Meteorol. 130: 113-129.

Rowe, L.K. 1983. Rainfall Interception by an Evergreen Beech Forest, Nelson, Newzealand. Journal of Hydrology. 66(1-4):143-158.

Rutter AJ, Kershaw KA, Robins PC, Morton AJ. 1971. A predictive model of rainfall interception in forest. I. Derivation of the model from observation in a plantation of Corsican pine. Agricultural Meteorology. 9: 367–384

Samba, SAN., Camiré, C. and Margolis, HA. 2001. Allometry and rainfall interception of Cordyla pinnata in a semi-arid agroforestry parkland, Senegal. Forest Ecology and Management. 154: 277-288.

Shachnovich, Y., Berniler, P. and Bar, P. 2008. Rainfall Interception And Spatial Distribution Of Throughfall In A Pine Forest Planted In An Arid Zone.Journal Of Hydrology. 349: 168-177.

Smith, W.K. and McClean, T.M. 1989. Adaptive relationship between leaf water repellency, stomatal distribution, and gas exchange. Am. J. Bot. 76:465–469.

Sraj, M., Brilly, M. and Mikos, M. 2008. Rainfall Interception By Two Deciduous Mediterranean Forests Of Contrasting Stature In Slovenia, Forest Ecology and Management. 148: 121-134.

Sugden, A. M. 1986. The Montane Vegetation And Flora Of Margarita Island, Venezuela. Journal Of The Arnold Arboretum. 67:187– 232.

Toba T. and Ohta, T. 2005. An Observational Study Of The Factors That Influence Interception Loss In Boreal And Temperate Forests, Journal Of Hydrology. 313: 208-220.

Tobon Martin, C., Bouten, W. and Sevink, J. 2000. Gross Rainfall And Its Partitioning Into Throughfall, Stemflow And Evaporation Of Intercepted Water In Four Forest Ecosystems In Western Amazonia. Journal of Hydrology. 237: 40-57.

Twomey, S. 1957. Precipitation by direct interception of cloud water.Weather. 12:120–122.

Valova, M. and Bieleszova, S. 2008. Interspecific Variations Of Bark Water Storage Capacity Of Chosen. Geoscience Engineering. 4:45-51.

Vogelmann, H. W. 1973. Fog Precipitation In The Cloud Forest Of Eastern Mexico. Bioscience. 23:96–100.

Vogelmann, H. W., Siccama, T., Leedy, C. and Ovitte, D. 1968. Precipitation From Fog Moisture In The Green Mountains of Vermont. Ecology. 49:1205–1207.

Weaver, P.L. 1972. Cloud moisture interception in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Caribbean Journal of Science. 11(3–4): 129–144.

Xiao, Q., McPherson, E. G., Ustin, S. L., and Grismer, M. E. 2000. A new approach to modeling tree rainfall interception, J. Geophys. Res., 105(D23), 29173– 29188.

Zadroga, F. 1981. The hydrological importance of a montane cloud forest area of Costa Rica. In: Lal, R., Russell, E.W. (Eds). Tropical Agricultural Hydrology. Wiley, New York. 59–73.

Zhang, J. H. and Cao, M. 1995. Tropical Forest Vegetation Of Xishuangbanna, Sw China And Its Secondary Changes, With Special Reference To Some Problems In Local Nature Conservation. Biological Conservation. 73:229–238.

Water Management in Agriculture
Vol. 8, No. 2, Autumn and Winter, 2022, 183-196

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۸، شماره ۲، پاییز و زمستان، ۱۴۰۰، ص. ۱۹۶-۱۸۳

Investigating the Factors Affecting Rainfall Productivity in the Forest

P.shahinrokhsar[1]*, B.Amanzadeh[2] and A. Nazmi[3]

Abstract

Water is the main factor in forest production and rain and snow are the most important sources of forest water supply. But always a percentage of rainfall is lost and comes out of the forest surface water cycle This article reviews the concept of Interception in the forest and the impact of its components on the water balance of watersheds Interception of trees plays an important role in determining the amount of rainfall reaching the forest floor and therefore is an important part of the water level in forest ecosystems. The part of rainfall that does not reach the soil of forest ecosystems is divided into two parts: loss from the surface of tree canopy and evaporation from the surface of debris in the forest floor.The amount of rainfall that is removed from the forest cover by rainfall is an important part of the amount of evaporation in forest ecosystems and has a great impact on the water balance in forest areas as well as on the hydrological cycle and food cycle in terrestrial ecosystems. If you know the amount of rainfall in areas with dry season during the growing season, if the amount of rainfall is high, according to the water needs of the mass, by thinning operations, to establish revitalization and also to meet the water needs of species The plant helped effectively. A large share of summer rainfall in the forest in the form of Interception is out of reach of the forest massif; Therefore, it is necessary to know the amount of Interception, especially to evaluate and measure evapotranspiration in forest ecosystems and therefore for the proper management of forest watersheds.

Keywords: Canopy interception loss, Forest ecohydrology, Rainfall partitioning, Stemflow, Water storage Capacity

[1] Agricultural Engineering Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran (*Corresponding Author Email: pshahinrokhsar@yahoo.com)
[2] Natural Resources Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran
[3] Natural Resources Department. Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran
Received: 30 July 2021
Accepted: 6 Dec 2021