فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد 16 شمارهٔ 4، صفحهٔ 648-638، (1387)

برآورد اتلاف تاجی، ساقاب و تاج‌بارش در توده طبیعی راش شرقی (جنگل شصت‌کلاته)

سمیه قربانی[1] و رامین رحمانی[2*]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

2*- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. پست الکترونیک: rahmani@gau.ac.ir

تاریخ دریافت: 87/1/24 تاریخ پذیرش: 87/7/8

چکیده

در این پژوهش اندازه‌گیری مقادیر بارش، ساقاب و تاج‌بارش از آبان 1384 تا آبان 1385 در توده راش واقع در سری یک جنگل شصت‌کلاته گرگان از جنگل‌های هیرکانی انجام شد. ارتفاع بارش در این دوره 827/1 میلی‌متر بود. تعداد 31 اصله درخت به‌طور تصادفی انتخاب شدند. بعد از هر بارش مقادیر ساقاب و تاج‌بارش هر درخت اندازه‌گیری شد. تاج‌بارش و ساقاب به‌ترتیب40 و0/3 درصد از بارش بودند. اتلاف تاجی (تفاوت میان بارش و مجموع ساقاب و تاج‌بارش) 59/7 درصد بارش کل بود. رابطه میان بارش با ساقاب، تاج‌بارش و اتلاف تاجی بررسی شد.

واژه‌های کلیدی: بارش، ساقاب، تاج‌بارش، اتلاف تاجی، مدل‌سازی.

مقدمه

آب مهمترین عاملی است که تولید گیاهان خشکی‌زی را محدود می‌کند. تنش کم‌آبی بیشتر از سایر عوامل زیستی و محیطی موجب کاهش تولید اکوسیستمهای طبیعی به‌ویژه در اقلیم خشک می‌شود. گردش آب در طبیعت که به آن چرخه آب نیز گفته می‌شود، عبارت از حرکت و جابه‌جایی آب در قسمت‌های مختلف کره زمین است. تلفات هیدرولوژیکی، بخشی از چرخه آب است و تبخیر و تعرق در این زمینه بسیار مهم هستند. در فرایند تبخیر، پس از وقوع بارش، آب دوباره به شکل بخار به جو باز می‌گردد. در مدل‌سازی فرایندهای هیدرولوژیکی، دانستن مقدار آبی که از دسترس خارج می‌شود ضروری است. به‌طورکلی تبخیر از سطح آب، برف، زمین و پوشش گیاهی صورت می‌گیرد (رستم افشار، 1375). آن بخش از بارش که به خاک اکوسیستم‌های جنگلی نمی‌رسد به دو بخش شامل اتلاف از سطح تاج درختان و تبخیر از سطح لاشریزه‌های کف جنگل تقسیم می‌شود (Helvey, 1964). بارشی که بر روی تاج‌پوشش جنگل می‌بارد، ابتدا تاج درختان را کاملاً خیس می‌کند و پس از آن که ظرفیت نگهداری آب تاج تکمیل و اشباع شد، تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین به‌صورت ریزش‌های تاجی که تاج‌بارش نامیده می‌شود، بر روی زمین می‌ریزد. بخش دیگری از بارش که ساقاب نامیده می‌شود بعد از جاری شدن بر روی شاخه‌ها و تنه، به سطح زمین می‌رسد. بخش دیگر بارش را که توسط تاج و تنه نگهداری شده و همزمان و بعد از بارش، تبخیر و از دسترس گیاهان خارج می‌شود، اتلاف تاجی می‌نامند (Hewleet & Nutter, 1969; Viville *et al*., 1993; Price & Carlyle-Moses, 2003). مقدار اتلاف تاجی به‌طور غیرمستقیم از تفاوت میان بارش و مجموع تاج‌بارش و ساقاب بدست می‌آید (Huang *et*

Archive of SID

www.SID.ir

al., 2005; Zhang *et al*., 2006). برای این منظور باید مقادیر بارش، تاج‌بارش و ساقاب در هر بارش جمع‌آوری و اندازه‌گیری شوند. مقدار بارش با استفاده از بارش‌سنج و مطابق استانداردهای موجود، پیرامون ابعاد و محل استقرار بارش‌سنج‌ها اندازه‌گیری می‌شود. برای جمع‌آوری تاج‌بارش در مناطق جنگلی مختلف و با توجه به اهداف مطالعه از روشهای متفاوتی استفاده می‌شود. در مطالعاتی که جمع‌آوری کل مقدار تاج‌بارش به‌دلیل 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 تاج‌بارش را جمع‌آوری می‌نمایند (Johnson, 1990; Masukata *et al*.,1990; Loustau *et al*., 1992a; Llorens & Domingo, 2007).

مقدار ساقاب در مقایسه با تاج‌بارش و اتلاف تاجی کم است. کمیت ساقاب بیش از کیفیت آن بررسی شده است. به‌دلیل تفاوت در پوشش گیاهی مناطق مختلف و مقادیر ساقاب، تاکنون مشخصات ویژه و استانداردی برای تعداد و شکل جمع‌آوری کننده‌های ساقاب ارائه نشده است. در اغلب موارد ساقاب به‌وسیله لوله‌های پلاستیکی انعطاف‌پذیر که یک نوار طولی از بالای آنها بریده شده و به‌صورت مارپیچی دور تنه درختان وصل شده‌اند، جمع‌آوری می‌شود. فاصله میان لوله و تنه درختان با مواد مختلفی مثل چسب‌های سیلیکونی، درزگیری و عایق‌بندی می‌شود و در نهایت به مخزنی برای نگهداری ساقاب منتهی می‌شود. ظرفیت مخزن به مقدار و شدت بارش و فواصل اندازه‌گیری بستگی دارد (Levia & Herwitz, 2000). در نهایت با کم کردن مجموع مقادیر تاج‌بارش و ساقاب از کل مقدار بارش، مقدار اتلاف تاجی محاسبه می‌شود. به‌طورکلی عوامل مؤثر بر اتلاف تاجی شامل مشخصات بارش و ویژگیهای توده درختان می‌باشند. مشخصات بارش از جمله مقدار، شدت و مدت آن بیشترین اثر را بر اتلاف تاجی دارند. سایر عوامل مثل دما و رطوبت هوا و سرعت باد بر شدت اثر ویژگیهای بارش مؤثرند (Toba & Ohta, 2005). مقدار اتلاف تاجی در گونه‌های مختلف با هم متفاوت است که این اختلاف ناشی از وجود تفاوت در ساختمان تاج و میزان زهکشی آب تاج آنها می‌باشد (Domingo *et al*.,1998). همچنین شاخص سطح برگ از دیگر عواملی است که می‌تواند موجب بروز تفاوت در میزان اتلاف تاجی گونه‌های مختلف باشد (Aston,1979; Anzhi *et al*., 2005). ظرفیت اشباع تاج و مدت زمانی که طول می‌کشد تا تاج کاملاً اشباع شود، مقدار اتلاف تاجی را کنترل می‌کند (Gash, 1979). سهم هر یک از مقادیر تاج‌بارش، ساقاب و اتلاف تاجی از کل بارش به شدت (Anzhi *et al*., 2005) و مدت بارش، عوامل اقلیمی مثل میزان تبخیر و ساختمان تاج بستگی دارد (Loustau *et al*., 1992b). همچنین تغییرات فنولوژی درختان که باعث تغییر در تاج‌پوشش جنگل می‌شود، بر مقدار اتلاف تاجی مؤثر است (Pypker *et al*., 2005). تاکنون مقادیر مختلفی برای اتلاف تاجی گزارش شده است. در یک تحقیق اتلاف تاجی را 10 تا 30 درصد بارش (Helvey, 1964) و در تحقیقی دیگر این مقدار را 40 درصد برآورد کرده‌اند (Hormann *et al*., 1996). به‌طورکلی مقدار اتلاف تاجی در سوزنی‌برگان بیشتر از پهن‌برگان است (Calheiros De Miranda & Butler, 1986; Loshali & Singh, 1992). در دهه‌های اخیر، تحقیقات پیرامون چرخه آب در جنگل‌ها بسیار کاربردی شده و به سمت تهیه مدل‌هایی برای پیش‌بینی چگونگی تقسیم‌بندی بارش براساس ویژگیهای بارش و توده جنگلی سوق داده شده است. اما در ایران تاکنون در این زمینه بررسی صورت نگرفته است. با توجه به این‌که راش مهمترین گونه صنعتی شمال کشور است و کلیماکس جنگل‌های شمال را می‌سازد، این مطالعه با هدف برآورد مقدار بارش و اجزای آن و ارائه مدل برای پیش‌بینی اجزای بارش براساس مقدار بارش در یک توده

Archive of SID

www.SID.ir

طبیعی راش جنگل شصت‌کلاته، در یک دوره 12 ماهه انجام شد.

مواد و روشها

جنگل آموزشی و پژوهشی شصت‌کلاته بر روی دامنه شمالی رشته کوههای البرز، در استان گلستان واقع شده و به دو سری تقسیم شده است. سری اول این جنگل که طرح جنگل‌داری آن تهیه شده است، از شمال به زمینهای کشاورزی، از شرق به یال اصلی بین چماق‌دره و دره پشمالوبن، از جنوب به قسمتی از شبکه جاده جنگلی تعیین شده به طول تقریبی 1000 متر و از غرب به یال واقع بین رود شصت‌کلاته و پشمالوبن محدود شده است. این ناحیه بین عرضهای جغرافیایی 36 درجه و43 دقیقه و 36 درجه و 45 دقیقه شمالی و طولهای جغرافیایی 54 درجه و21 دقیقه و 54 درجه و 24 دقیقه شرقی قرار گرفته و مساحت آن 1714 هکتار است. این جنگل در جنوب غربی شهر گرگان قرار دارد. این منطقه از ارتفاع 240 متری سطح دریای خزر در شمال تا ارتفاع 990 متری در جنوب گسترش دارد و شیب آن به‌طورکلی به طرف شمال می‌باشد. گرگان دارای اقلیم معتدل با تغییرات دمای سالانه کم، رطوبت زیاد و بارش سالیانه 601 میلی‌متر با پراکنش مناسب در طول سال می‌باشد. منطقه مورد مطالعه، بخشی از قطعه 32 به مساحت 16 هکتار به‌عنوان قطعه بررسی دائمی بوده و هیچ‌گونه دخالتی در آن صورت نمی‌گیرد. گونه‌های درختی منطقه عبارتند از: راش، ممرز، انجیلی، پلت، شیردار، توسکای ییلاقی و خرمندی. راش در منطقه مورد بررسی 53 درصد از کل رویه‌زمینی درختان با قطر بیشتر از 10 سانتی‌متر را به‌خود اختصاص داده و همواره گونه درختی غالب بوده است. با توجه به ویژگیها و مشخصات یادشده می‌توان گفت که منطقه مورد مطالعه نمونه‌ای از راشستانهای آمیخته جنگل‌های هیرکانی است (بی‌نام، 1364؛ دانشور، 1385).

در منطقه مورد مطالعه، تعداد 31 اصله درخت راش با قطرهای متفاوت (30 تا130 سانتی‌متر) به‌طور تصادفی انتخاب شدند. درختانی که برای این مطالعه در نظر گرفته شدند، سالم و شاداب دارای تاج متقارن و تنه سیلندریک بوده و بارش (باران و برف) به‌طور مستقیم و بدون مانع به تاج آنها می‌رسید و تاج آنها با درختان اطراف تداخل تاجی نداشت. مجموعه مورد بررسی شامل درختان جوان، میانسال و مسن بوده و اطلاعات بدست آمده مربوط به طیف گسترده‌ای از درختان با ابعاد تاج و تنه متنوع بود. در واقع مجموعه انتخاب شده نمونه کاملاً مناسبی از راشستان‌های ناهمسال منطقه می‌باشد.

بارش‌سنج مورد استفاده، استوانه‌ای به قطر 20 سانتی‌متر و ارتفاع 70 سانتی‌متر از جنس آهن ضد زنگ بود و یک توری سیمی برای جلوگیری از ورود مواد زاید در آن تعبیه شد. سطح تحتانی آن شیبدار بود و در قعر آن سوراخی وجود داشت که یک لوله به آن وصل بود. یک محفظه سبد شکل آهنی طوری که بارش‌سنج درون آن جای گرفته و کاملاً ثابت شود نیز ساخته شد. این محفظه به روی یک پایه آهنی 4/5 متری متصل شد. این دستگاه در نهایت در بالای یک درخت انجیلی نصب شد. به‌طوری‌که بارش‌سنج حدود 1/5 متر بالاتر از تاج‌پوشش جنگل قرار گرفت و کاملاً در جای خود ثابت شد. آبی که درون بارش‌سنج جمع می‌شد از طریق یک لوله لاستیکی که با بست فلزی به لوله انتهای بارش‌سنج وصل شده بود به پایین درخت هدایت می‌شد. این لوله به موازات تنه درخت تا سطح زمین ادامه داشت. در انتها نیز یک شیر به آن متصل بود که هنگام اندازه‌گیری به آسانی باز شده و تمامی آب جمع شده درون بارش‌سنج، خارج می‌شد.

جمع‌آوری کننده ساقاب، ناودانی لاستیکی به قطر 2/5 سانتی‌متر بود که به‌صورت مارپیچی به‌وسیله منگنه چوب بر روی تنه درختان در ارتفاع حدود 1/3 متری نصب شد

Archive of SID

www.SID.ir

و برای جلوگیری از عبور آب از میان ناودان و پوست درخت، این فاصله با چسب سیلیکونی عایق‌بندی و درزگیری شد. این مارپیچ به یک مخزن حدود 22 لیتری منتهی می‌شد.

جمع‌آوری کننده‌های تاج‌بارش، استوانه‌هایی از جنس پلاستیک با قطر دهانه 10 سانتی‌متر و ارتفاع 30 سانتی‌متر بودند. در زیر تاج هر درخت 4 جمع‌آوری کننده تاج‌بارش قرار گرفت. در هر یک از جهت‌های اصلی جغرافیایی، یک جمع‌آوری کننده در فاصله 20 تا 50 سانتی‌متری سطح زمین به‌صورت کاملاً افقی به‌وسیله قیم‌های چوبی ثابت و مستقر شد. فاصله جمع‌آوری کننده‌ها از مرکز درخت به‌ترتیب معادل 0/25، 0/5، 0/75 و 1 برابر قطر تاج درخت بود. پس از هر اندازه‌گیری شاخ و برگ و سایر مواد زاید درون جمع‌آوری کننده‌های ساقاب و تاج‌بارش پاک‌سازی شد.

در یک دوره یکساله از تاریخ 84/8/22 تا 85/8/22 کلیه بارش‌های رخ داده در منطقه مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری بخشهای مختلف بارش، برای هر بارش، به‌صورت جداگانه انجام شد. پس از پایان هر بارش، محتوای بارش‌سنج تخلیه شده و به‌وسیله استوانه مدرج اندازه‌گیری و سپس با نسبت‌گیری میان سطح دهانه بارش‌سنج و مقدار آب، ارتفاع بارش محاسبه شد.

در هر بارش، پس از توقف کامل جریان تاج‌بارش، هر یک از جمع‌آوری کننده‌های تاج‌بارش به‌طور مجزا تخلیه و با استوانه مدرج اندازه‌گیری شدند. با تقسیم حجم هر نمونه به مساحت دهانه جمع‌آوری کننده‌ها، ارتفاع نمونه تاج‌بارش هر درخت بدست آمد. میانگین ارتفاع هر چهار جمع‌آوری کننده مستقر در زیر تاج درختان، به‌عنوان میانگین نمونه تاج‌بارش مربوط به هر یک از درختان در نظر گرفته شد.

در هر بارش، پس از پایان جریان ساقاب، آب جمع شده درون مخازن ساقاب به‌وسیله استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. این مقدار در واقع حجم کل ساقاب بود. ارتفاع ساقاب هر درخت از حاصل تقسیم حجم ساقاب به مساحت تاج محاسبه شد.

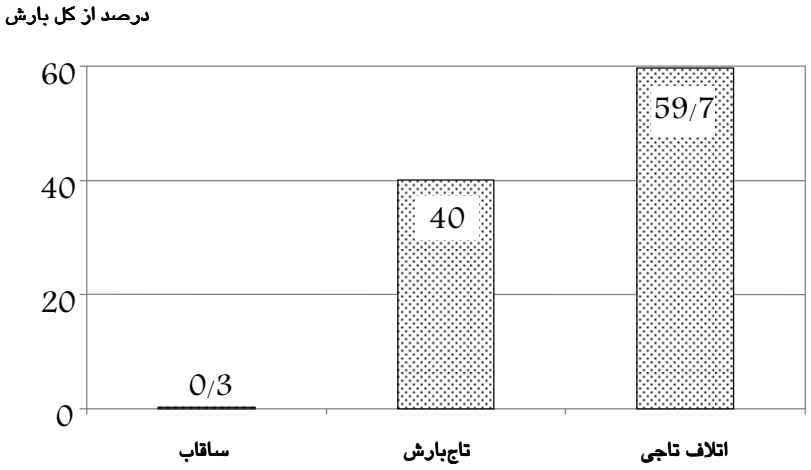
برای سازمان‌دهی و پردازش اطلاعات از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد و مقادیر اتلاف تاجی، تاج‌بارش و ساقاب برای هر درخت محاسبه شد. همبستگی مقادیر ارتفاع اتلاف تاجی، تاج‌بارش و ساقاب با ارتفاع بارش با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون بررسی شد. با توجه به نتایج بررسی همبستگی، معادله رابطه بین ارتفاع اتلاف تاجی، تاج‌بارش و ساقاب با ارتفاع بارش از طریق رگرسیون تعیین گردید. از میان مدل‌های بدست آمده، مدلی که با پراکنش نقاط هماهنگی داشته و از بیشترین ضریب تبیین (R^2) و کمترین خطای استاندارد برخوردار بود، به‌عنوان مدل منتخب ارائه شد.

نتایج

تمامی بارش‌های رخ داده در قطعه بررسی دائمی، اعم از باران و برف، طی یکسال از تاریخ 84/8/22 تا 85/8/22 اندازه‌گیری شد. در این مدت در مجموع 33 مورد بارش ثبت و اندازه‌گیری شد. ارتفاع بارش سالانه در منطقه مورد مطالعه 827/1 میلی‌متر بدست آمد. حداقل بارش 1/1 میلی‌متر و حداکثر بارش 78/6 میلی‌متر بود. سهم هر یک از مقادیر ساقاب، تاج‌بارش و اتلاف تاجی از بارش کل در شکل 1 نشان داده شده است.

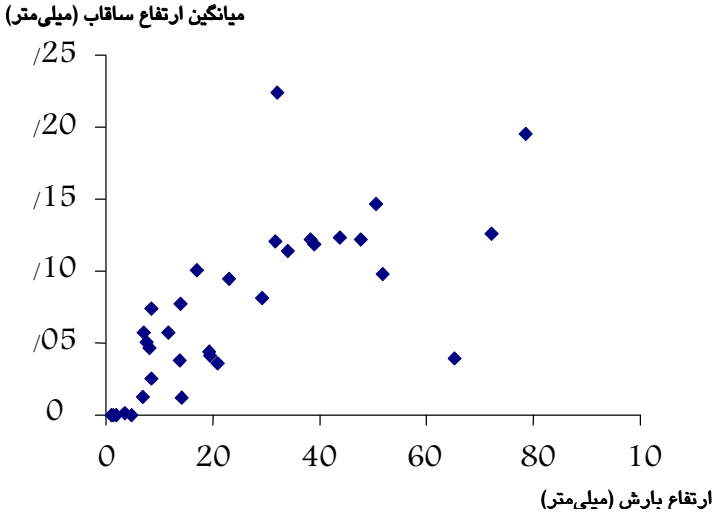
Archive of SID

www.SID.ir



شکل 1 - درصد ساقاب، تاج‌بارش و اتلاف تاجی در توده طبیعی راش

در هر بارش مقدار ساقاب برای هر درخت اندازه‌گیری شد. میانگین ارتفاع ساقاب سالانه توده طبیعی راش در منطقه مورد مطالعه 2/4 میلی‌متر و برابر 0/3 درصد کل بارش بود. تغییرات ارتفاع ساقاب با تغییر ارتفاع بارش در 33 بارش در شکل 2 نشان داده شده است.



شکل 2- تغییرات ارتفاع ساقاب و ارتفاع بارش در توده طبیعی راش

همبستگی ارتفاع بارش و ارتفاع ساقاب با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون بررسی شد. نتایج نشان داد که میان ارتفاع بارش و ساقاب در سطح یک درصد همبستگی معنی‌دار وجود دارد (جدول 1). بنابراین براساس مقادیر ارتفاع بارش، مدل رگرسیونی برای پیش‌بینی ارتفاع ساقاب بدست آمد (جدول 2). انتخاب

Archive of SID

www.SID.ir

مدل براساس بیشترین ضریب تبیین و کمترین خطای استاندارد و با در نظر گرفتن پراکنش نقاط انجام شد.

جدول 1 – همبستگی ارتفاع بارش با ارتفاع ساقاب، تاج‌بارش و اتلاف تاجی

	ارتفاع ساقاب	ارتفاع تاج‌بارش	ارتفاع اتلاف تاجی
ارتفاع بارش	0/718 **	0/896 **	0/951 **

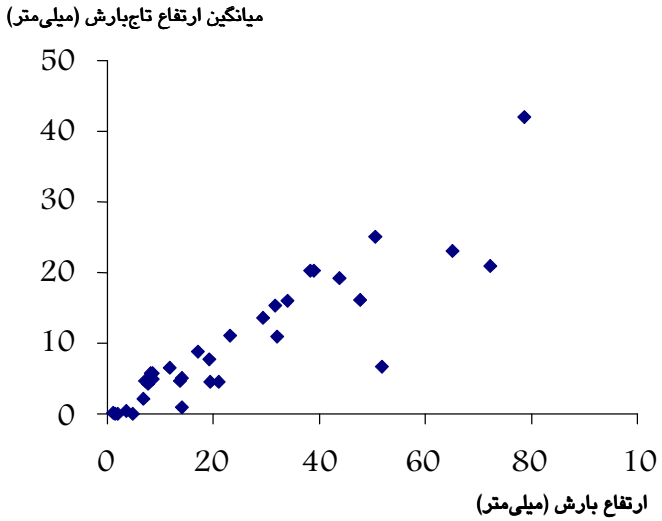
**: ضریب همبستگی در سطح یک درصد معنی‌دار است.

جدول 2 – مشخصات مدل‌های برآورد کننده ساقاب، تاج‌بارش و اتلاف تاجی

برآورد کننده	برآورد شونده	معادله مدل خطی	ضریب تبیین	خطای استاندارد	دامنه اعتبار برآورد کننده
ارتفاع بارش(P*)	ارتفاع ساقاب (SF*)	SF = 0/02439 + (0/00193 P)	0/52	0/04	78/62 – 1/11
	ارتفاع تاج‌بارش (TF*)	TF = 0/08376 + (0/39701 P)	0/80	4/26	
	ارتفاع اتلاف تاجی (IL*)	IL = – 0/10812 + (0/60198 P)	0/90	4/25	

* واحد اندازه‌گیری: میلی‌متر

در هر بارش، مقدار تاج‌بارش کلیه درختان اندازه‌گیری شد. میانگین ارتفاع تاج‌بارش توده طبیعی راش مورد بررسی 331/1 میلی‌متر در سال بدست آمد که این مقدار40 درصد از بارش کل را به‌خود اختصاص داد. شکل 3 تغییرات ارتفاع تاج‌بارش را با تغییر ارتفاع بارش نشان می‌دهد.



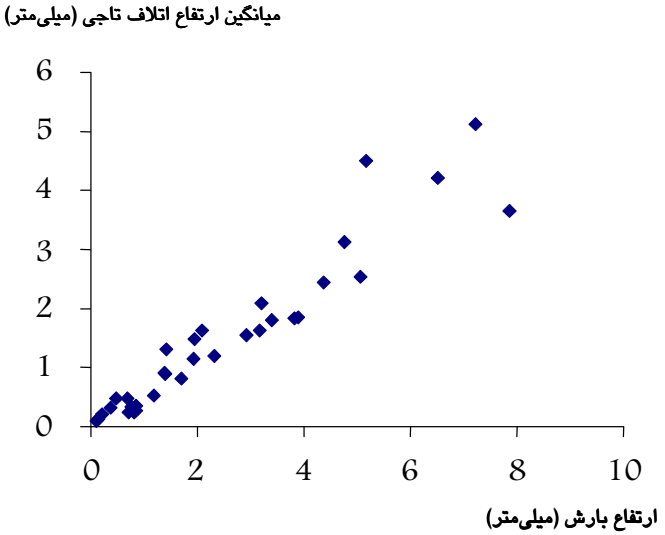
Archive of SID

www.SID.ir

شکل 3 - تغییرات ارتفاع تاج‌بارش و ارتفاع بارش در توده طبیعی راش

همبستگی میان ارتفاع تاج‌بارش با ارتفاع بارش در کل سال در سطح یک درصد مثبت و معنی‌دار بود (جدول 1). با توجه به مقادیر ضریب همبستگی پیرسون، مناسبترین مدل برآورد ارتفاع تاج‌بارش درختان راش با ارتفاع بارش در جدول 2 آمده است.

مقدار اتلاف تاجی با کم کردن مجموع ساقاب و تاج‌بارش از کل بارش برای تمامی درختان در هر بارش محاسبه شد. میانگین ارتفاع اتلاف تاجی کل در قطعه بررسی دائمی 493/6 میلی‌متر در سال یعنی 59/7 درصد از بارش کل بود. شکل 4 تغییرات میانگین ارتفاع اتلاف تاجی توده طبیعی راش را در اثر تغییر ارتفاع بارش نشان می‌دهد.



شکل 4- تغییرات ارتفاع اتلاف تاجی و ارتفاع بارش در توده طبیعی راش

نتایج بررسی ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که رابطه‌ای مثبت میان ارتفاع اتلاف تاجی و بارش وجود دارد (جدول 1). بر این اساس، مناسب‌ترین مدل پیش‌بینی کننده اتلاف تاجی در جدول 2 ارائه شده است.

بحث

تاکنون در ایران پیرامون چرخه آب در جنگل و تأثیر تاج‌پوشش بر مقدار بارش مطالعه‌ای صورت نگرفته است و هیچ‌گونه اطلاعاتی در مورد مقدار اتلاف تاجی و به تبع آن مقدار آبی که در دسترس پوشش گیاهی قرار می‌گیرد، وجود ندارد. کمبود آگاهی از وضعیت چرخه آب در جنگل‌ها تا حدی است که در بسیاری از مناطق جنگلی حتی در مورد ارتفاع بارش سالانه در جنگل نیز هیچ اطلاعات دقیقی در دست نبوده و در کلیه عملیات پرورشی و مدیریتی از آمار ایستگاههای هواشناسی که اغلب در خارج از مناطق جنگلی واقع هستند، استفاده می‌شود. در این مطالعه ارتفاع بارش سالانه در قطعه بررسی دائمی به‌صورت دقیق مشخص شد.

ساقاب اغلب سهم بسیار کوچکی از بارش را به‌خود اختصاص می‌دهد. به‌علاوه اندازه‌گیری آن نسبت به این

Archive of SID

www.SID.ir

سهم اندک، بسیار وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشد. به‌همین دلیل امروزه در بسیاری از مطالعات از اندازه‌گیری آن صرف‌نظر کرده و در نهایت مقدار آن را درصد اندکی از کل بارش (معمولاً حداکثر 2 درصد) در نظر می‌گیرند و در محاسبات وارد می‌کنند (Rowe, 1983). اما از آنجا که پژوهش حاضر نخستین بررسی در این مورد بود، مقدار ساقاب اندازه‌گیری شد. به‌طورکلی، نتایج این بررسی نشان داد که ساقاب سهم کوچکی از بارش را به‌خود اختصاص می‌دهد (0/3 درصد). باید توجه شود که با افزایش قطر درختان، مساحت بخش بیرونی تنه بزرگتر می‌شود و در نتیجه مقدار تبخیر بارش از روی تنه درختان قطور افزایش می‌یابد. به‌علاوه بخشی از ساقاب نیز توسط رتیدوم نگهداری و تبخیر می‌گردد. 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 فرو بریزد. 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.

هنگام بارش ابتدا تاج درختان خیس می‌شود و تا زمانی که ظرفیت ذخیره آب تاج کامل نشود، تاج‌بارش 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 تاج‌بارش کاسته شده و هر چه فضاهای خالی موجود در تاج زیاد باشد بر میزان تاج‌بارش افزوده می‌شود.

مقدار اتلاف تاجی در این بررسی 59/7 درصد بارش کل بدست آمد که بسیار بیشتر از مقادیری است که تاکنون گزارش شده‌اند. مقدار اتلاف تاجی در یک توده صد ساله راش اروپایی، 19 درصد بارش بدست آمد (Hormann *et al*., 1996). لازم به یادآوریست که دمای هوا در رویشگاههای راش اروپایی پایین‌تر از منطقه مورد بررسی می‌باشد. در مطالعات دیگر نیز مقادیری نظیر 29 درصد (Rowe, 1983) و 14 تا 16 درصد (Neal *et al*., 1993) برای جنگل‌های راش و برای جنگل‌های پهن‌برگ خزان‌کننده دیگر نیز مقدار اتلاف تاجی 18 درصد (Cantu Silva & Okumura, 1996)، 11درصد (Valente *et al*., 1997) و 22/1 درصد (Vertessy *et al*., 2001) گزارش شده است. از مهمترین عوامل مؤثر بر اتلاف تاجی شاخص سطح برگ است که با افزایش مقدار آن، ظرفیت ذخیره آب تاج افزایش می‌یابد (Aston, 1979; Toba & Ohta, 2005; Deguchi *et al*., 2006). چنان که در بررسی توده درختان زیتون، با افزایش شاخص سطح برگ از 0/3 به 4/8 مقدار اتلاف تاجی از 7 درصد به 25 درصد افزایش یافت (Gomez *et al*., 2001). در مطالعاتی که تاکنون در اروپا انجام شده است مقدار شاخص سطح برگ بین 1/8 تا 5/3 متغیر بوده است (Domingo *et al*.,1998; Llorens & Domingo, 2007). درحالی‌که میانگین شاخص سطح برگ در جنگل‌های میان‌بند هیرکانی 7/5 می‌باشد (نقاش زرگران، 1380). با این میزان شاخص سطح برگ، چنین مقدار اتلاف تاجی توجیه‌پذیر است. به‌علاوه منطقه مورد بررسی، قطعه شاهد می‌باشد و از نظر تراکم و تاج‌پوشش در وضعیت مطلوب بسر می‌برد. باید توجه شود که در توده‌های متراکم مقدار اتلاف تاجی افزایش می‌یابد (Teklehaimanot *et al*., 1991).

در این بررسی مقادیر ساقاب، تاج‌بارش و اتلاف تاجی با بارش همبستگی مثبت داشت. نتایج مطالعات سایرین نیز این یافته‌ها را تأیید می‌کند. به‌طورکلی مدل‌هایی که در سالهای اخیر در سطح دنیا برای برآورد مقادیر ساقاب، تاج‌بارش و اتلاف تاجی ارائه شده‌اند، بر مبنای ویژگیهای بارش طراحی و پیشنهاد شده‌اند (Masukata *et al*., 1990; Carlyle-Moses, 2004; Iida *et al*., 2005; Germer *et al*., 2006). زیرا در مناطق مختلف جنگلی

Archive of SID

www.SID.ir

ایستگاههای هواشناسی مجهز به دستگاههای ثبات وجود دارد که اطلاعات مربوط به کیفیت و کمیت بارشهای رخ داده به آسانی در دسترس است. اما در کشورمان به‌علت فقدان ایستگاههای هواشناسی در مناطق جنگلی، ارائه و استفاده از مدل‌های پیش‌بینی کننده اجزای بارش براساس مشخصات بارش با مشکل مواجه است. در تحقیقاتی که در رویشگاههای جنگلی پهن‌برگان انجام شده است (Iida *et al*., 2005; Deguchi *et al*., 2006; Germer *et al*., 2006) نیز چنین مدل‌هایی را برای برآورد اجزای بارش براساس مقدار بارش کل ارائه دادند که با مدل‌های پیشنهادی پژوهش حاضر از نظر ضریب تبیین همخوانی دارند. می‌توان در مناطق جنگلی مشابه و در دامنه اعتبار متغیرهای برآوردکننده از مدل‌های ارائه شده در این بررسی برای برآورد اجزای بارش استفاده نمود (Deguchi *et al*., 2006).

منابع مورد استفاده

- بی‌نام، 1364. جدول حجم گونه راش برای جنگل‌های مازندران. دفتر فنی جنگلداری سازمان جنگلها و مراتع کشور، 366 صفحه.
- دانشور، ا.، 1385. بررسی تغییرات افقی و عمودی ساختار در یک جنگل طبیعی راش (مطالعه موردی پارسل 32 جنگل آموزشی و پژوهشی شصت‌کلاته). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، 97 صفحه.
- رستم افشار، ن.، 1375. مهندسی منابع آب. سازمان تحقیقات منابع آب، تهران، 296 صفحه.
- نقاش زرگران، م. 1380. بررسی زی‌وزن برگ، شاخص سطح برگ و رابطه آنها با برخی از ویژگی‌های توده و خاک در قطعه بررسی دائمی جنگل‌های میان‌بند خزر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، 67 صفحه.
- Anzhi, W., Jinzhong, L., Jianmei, L., Tiefan, P. and Changjie, J., 2005. A semi-theoretical model of canopy rainfall interception for *Pinus Koraiensis* Nakai. Ecological Modelling, 184: 355–361.
- Aston, A.R., 1979. Rainfall interception by eight small trees. Journal of Hydrology, 42: 383-396.
- Calheiros De Miranda, R.A. and Butler, D.R.,1986. Interception of rainfall in a hedgerow apple orchard. Journal of Hydrology, 87: 245-253.
- Cantu Silva, I. and Okumura, T., 1996. Throughfall, stemflow and interception loss in a mixed white oak forest (*Quercus serrata* Thunb.). Journal of Forest Research, 1: 123–129.
- Carlyle-Moses, D.E., 2004. Throughfall, stemflow, and canopy interception loss fluxes in a semi-arid Sierra Madre Oriental matorral community. Journal of Arid Environments, 58: 181-202.
- Deguchi, A., Hattori, S. and Park, H.T., 2006. The influence of seasonal changes in canopy structure on interception loss: Application of the revised Gash model. Journal of Hydrology, 318: 80-102.
- Domingo, F., Sanchez, G., Moro, M.J., Brenner, A.J. and Puigdefabregas, J., 1998. Measurement and modelling of rainfall interception by three semi-arid canopies. Agricultural and Forest Meteorology, 91: 275-292.
- Gash, J.H.C., 1979. An analytical model of rainfall interception by forests. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 105: 43–55.
- Germer, S., Elsenbeer, H. and Moraes, J.M., 2006. Throughfall and temporal trends of rainfall redistribution in an open tropical rainforest, south-western Amazonia (Rondonia, Brazil). Hydrology and Earth system Sciences, 10: 383-393.
- Gomez, J.A., Giraldez, J.V. and Fereres, E., 2001. Rainfall interception by olive trees in relation to leaf area. Agricultural water management, 49: 65-76.
- Helvey, J.D., 1964. Rainfall interception by hardwood forest litter in the southern Appalachians, U.S. Forest Service Research Paper, 8: 1–8.
- Hewleet, J.D. and Nutter, W.L., 1969. An outline of forest hydrology. Farsi edition, Kamyab, I. (Translator), Mazandaran University, 257 p.
- Hormann, G., Branding, A., Clemen, T., Herbst, M., Hinrichs, A. and 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.
- Huang, Y.S., Chen, S.S. and Lin, T.P., 2005. Continuous monitoring of water loading of trees and canopy rainfall interception using the strain gauge method. Journal of Hydrology, 311: 1-7.
- Iida, Sh., Tanaka, T. and Sugita, M., 2005. Change of interception process due to the succession from Japanese red pine to evergreen oak. Journal of Hydrology, 315: 154-166.
- 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.
- Levia, D.F. Jr. and Herwitz, S.R., 2000. Physical properties of water in relation to stemflow leachate dynamics: Implications for nutrient cycling. Canadian Journal of Forest Research, 30: 662–666.
- Llorens, P. and Domingo, F., 2007. Rainfall partitioning by vegetation under Mediterranean

Archive of SID

www.SID.ir

rainfall: Examples from a young and an old-growth Douglas-fir forest. Agricultural and Forest Meteorology, 130: 113–129.
- Rowe, L.K., 1983. Rainfall interception by an evergreen beech forest, Nelson, Newzealand. Journal of hydrology, 66(1-4):143-158.
- Teklehaimanot, Z., Jarvis, P.G. and Ledger, D.C., 1991. Rainfall interception and boundary layer conductance in relation to tree spacing. Journal of Hydrology, 123: 261–278.
- 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.
- Valente, F., David, J.S. and Gash, J.H.C., 1997. Modelling interception loss for two sparse eucalypt and pine forests in central Portugal using reformulated Rutter and Gash analytical models. Journal of Hydrology, 190: 141–162.
-Vertessy, R.A., Watson, F.G.R. and O′Sullivan, S.K., 2001. Factors determining relations between stand age and catchment water balance in mountain ash forests. Forest Ecology and Management, 143: 13-26.
- Viville, D., Biron, P., Granier, A., Dambrine, E. and Probst, A., 1993. Interception in a mountainous declining spruce stand in the Stengbach catchment (Vosges France). Journal of Hydrology, 144: 273–282.
- Zhang, G., Zeng, G.M., Jiang, Y.M., Huang, G.H., Li, J.B., Yao, J.M., Tan, W., Xiang, R. and Zhang, X.L., 2006. Modelling and measurement of two-layer-canopy interception losses in a subtropical evergreen forest of central-south China. Hydrology and Earth system Sciences,10: 65-77.

conditions: A review of studies in Europe. Journal of Hydrology, 335(1-2): 37-54.
- Loshali, D.C. and Singh, R.P., 1992. Partitioning of rainfall by three Central Himalayan forests. Forest Ecology and Management, 53: 99–105.
- Loustau, D., Berbigier, P., Granier, A. and El Hadj Moussa, F., 1992a. 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.
- Loustau, D., Berbigier, P. and Granier, A., 1992b. Interception loss, throughfall and stemflow in a maritime pine stand. II. An application of Gash's analytical model of interception. Journal of hydrology, 138: 469-485.
- 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.
- Neal, C., Robson, C.L., Bhardwaj, C.L., Conway, T., Jeffery, H.A., Neal, M., Ryland, G.P., Smith, C.J. and Walls, J., 1993. Relationships between precipitation, stemflow and throughfall for a lowland beech plantation, BlackWood, Hampshire, southern England: Findings on interception at a forest edge and the effects of storm damage. Journal of Hydrology, 146: 221–233.
- Price, A.G. and Carlyle-Moses, D.E., 2003. Measurement and modelling of growing-season canopy water fluxes in a mature mixed deciduous forest stand, southern Ontario, Canada. Agricultural and forest meteorology, 119: 69-85.
- Pypker, T.G., Bond, B.J., Link, T.E., Marks, D. and Unsworth, M.H., 2005. The importance of canopy structure in controlling the interception loss of

Archive of SID

www.SID.ir

Estimating of interception loss, stemflow and throughfall in a natural stand of oriental Beech (Shastkalateh forest)

S. Ghorbani[1] and R. Rahmani[2*]

1- M.Sc. student of forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
2*- Corresponding author, Associate Prof., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
E-mail: rahmani@gau.ac.ir

Abstract

In this study, measurements of precipitation, throughfall and stemflow fluxes were conducted from November 2005 through November 2006 within a natural stand of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in district 1, Shastkalateh, Hyrcanian forests.Total precipitation in this period was 827.1 mm year^{-1}. A sample of 31 trees was randomly selected. Throughfall and stemflow of each tree were collected after every precipitation. Throughfall and stemflow fluxes represented 40% and 0.3% of the precipitation, implying that interception loss (the difference between precipitation and sum of throughfall and stemflow) was 59.7%. Relation between throughfall, stemflow and interception with precipitation was invistigaited.

Key words: precipitation; stemflow, throughfall, interception, modeling.

Archive of SID

www.SID.ir