

باران ربایی، ساقاب و تاج بارش درختان راش شرقی در ناحیه‌ی خزری (جنگل‌های شنرود سیاهکل)*

وحید همتی¹، حمید پیام²، اسداله مناجی³، مهدی عاکف⁴، ساسان بابایی کفاکی⁵، میر مظفر فلاح جای⁶

چکیده

چرخه آب نقش بسیار مهمی را در روابط بین خاک، پوشش گیاهی و محیط ایفا می‌کند. این چرخه یکی از پدیده‌های مهم اکولوژیکی در بیوسنوزهای طبیعی، بخصوص در اکوسیستم‌های جنگلی است. باران ربایی، ساقاب و تاج بارش، سهم زیادی از چرخه آب را در اکوسیستم‌های جنگلی به خود اختصاص می‌دهند. در این تحقیق، به مدت یک سال، از مهرماه 1388، باران ربایی، ساقاب و تاج بارش درختان راش شرقی در پارسل 701 جنگل شنرود سیاهکل مورد بررسی قرار گرفت. اندازه‌گیری بارش کل، با نصب 4 عدد جمع‌آوری کننده‌ی باران در منطقه‌ای باز و در فاصله 150 متری عرصه مورد مطالعه، اندازه‌گیری تاج بارش، با نصب 60 عدد جمع‌آوری کننده‌ی تاج بارش با پراکنش تصادفی در زیر تاج پوشش درختان راش و اندازه‌گیری ساقاب نیز با نصب لوله‌های جمع‌آوری کننده‌ی ساقاب با قطر 3 سانتی‌متر بر روی 20 اصله درخت راش سیلندریک با تاج متقارن و طبقات قطری مختلف صورت گرفت. میانگین ارتفاع باران ربایی از تفاوت میان میانگین ارتفاع بارش کل و مجموع میانگین ارتفاع ساقاب و تاج بارش محاسبه گردید. با استفاده از رگرسیون و مشخصه‌های درختان راش، مناسب‌ترین مدل‌های پیش‌بینی شده باران ربایی، ساقاب، تاج بارش در منطقه مورد مطالعه به دست آمد. نتایج نشان داد که از 1497 میلی‌متر بارش سالانه، سهم ساقاب، تاج بارش و باران ربایی برای درختان راش به ترتیب 1/2، 47/5 و 51/3 درصد می‌باشد. با افزایش ارتفاع بارش کل، سهم ساقاب، تاج بارش و باران ربایی روند صعودی پیدا کرد. همبستگی ارتفاع بارش با ارتفاع ساقاب، تاج بارش و باران ربایی، پس از بررسی با ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که میان این پارامترها، در سطح احتمال 99 درصد همبستگی معنی‌دار وجود دارد. با افزایش کلاس قطری درختان راش، از میانگین ارتفاع ساقاب کاسته شده و بر میانگین ارتفاع باران ربایی افزوده می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: باران ربایی، ساقاب، تاج بارش، راش شرقی، شنرود سیاهکل

* مستخرج از طرح پژوهشی مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

1- عضو هیات علمی گروه جنگلداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، نویسنده مسوول

Email: vahid_hemmaty@yahoo.com

2، 6- استادیار گروه جنگلداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

3، 5- دانشیار و استادیار گروه جنگلداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

4- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه گیلان

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 اقلیم‌های خشک می‌گردد. چرخه آب نقش بسیار مهمی را در روابط بین خاک، پوشش گیاهی و محیط ایفا می‌نماید. این چرخه یکی از پدیده‌های مهم اکولوژیک در بیوسنوزهای طبیعی، به‌خصوص در اکوسیستم‌های جنگلی است (راو^۱، ۱۹۸۳).

پس از وقوع بارندگی در مناطق جنگلی، بخش‌هایی از آن از طریق تبخیر از سطح تاج و تنه درختان و لاشه ریزه‌های کف جنگل از دسترس گیاه خارج شده و به خاک اکوسیستم‌های جنگلی باز نمی‌گردد. در حالی که بخش‌های دیگر بارش از طریق تاج بارش و ساقاب به کف جنگل می‌رسد. بارشی که بر روی تاج جنگل می‌بارد، ابتدا تاج درختان را کاملاً خیس کرده و پس از اینکه ظرفیت نگهداری آب توسط تاج تکمیل و اشباع شد، تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین به صورت ریزش‌های تاجی، معروف به تاج بارش بر روی زمین می‌ریزد. مقداری از بارش نیز بعد از جاری شدن بر روی شاخه‌ها و تنه درختان به شکل ساقاب، به سطح زمین می‌رسد (ووایل و همکاران^۲، ۱۹۹۳). دانستن مقدار آبی که از دسترس گیاه خارج می‌شود، در مدل‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی ضروری است (رستم افشار، ۱۳۷۵). مقدار ارتفاع بارش، مطابق با

استانداردهای موجود اندازه‌گیری می‌شود. اندازه-گیری ارتفاع تاج بارش، به دلیل محدودیت زمانی و کمبود امکانات، به صورت صددرصد در کل عرصه‌های مورد مطالعه امکان‌پذیر نیست، به همین دلیل از طریق نمونه‌برداری و با استقرار ظروف مختلف در زیر تاج پوشش درختان، اندازه‌گیری می‌شود (لورنز و دومینگو^۳، ۲۰۰۷). با این که ارتفاع ساقاب، سهم اندکی از ارتفاع بارش کل را به خود اختصاص می‌دهد، اندازه‌گیری آن بسیار وقت‌گیر و پرهزینه است. به همین دلیل در بسیاری از مطالعات، میزان آن را حداکثر ۲ درصد در نظر می‌گیرند (راو، ۱۹۸۳). همچنین به دلیل تفاوت در پوشش گیاهی مناطق مختلف، تاکنون استاندارد برای تعداد و شکل جمع‌آوری کننده‌های ساقاب ارایه نشده است. ساقاب در اغلب موارد توسط لوله‌های پلاستیکی مارپیچ، نصب شده به صورت مورب در ارتفاع برابرسینه درختان که به یک مخزن متصل هستند، اندازه‌گیری می‌شود. ظرفیت مخزن به مقدار، شدت بارش در مناطق مختلف و فواصل جمع‌آوری آن بستگی دارد (مشعشی، ۱۳۸۸؛ قربانی، ۱۳۸۶؛ حجتی^۴، ۲۰۰۸). میانگین ارتفاع باران‌ربایی از تفاوت میان میانگین ارتفاع بارش کل و مجموع میانگین ارتفاع ساقاب و تاج بارش محاسبه می‌گردد (ژانگ و همکاران^۵، ۲۰۰۶). عوامل مختلفی مانند مشخصات بارش، ویژگی‌های توده درختان، دما، رطوبت هوا، سرعت باد (توبا و اوها^۶، ۲۰۰۵)،

^۳ - Llorens & Domingo

^۴ - Hojjati

^۵ - Zhang et al

^۶ - Toba & Ohta

^۱ - Rowe

^۲ - Viville et al

جغرافیایی با هم فرق خواهد کرد و این امر بر میانگین ارتفاع اجزای بارش باتوجه به مدل‌های رایج شده در تحقیقات مشابه (قربانی، 1386؛ احمدی و همکاران، 1388؛ مشعشعی، 1388) تأثیرگذار خواهد بود. باتوجه به این‌که گونه‌ی راش خزری یکی از مهمترین گونه‌های صنعتی شمال کشور بوده و کلیماکس جنگل‌های سیاهکل است، تحقیق حاضر با هدف برآورد میزان ارتفاع باران‌ریایی، ساقاب و تاج‌بارش در درختان راش شرقی ناحیه‌ی خزری در جنگل‌های شنرود سیاهکل در یک دوره‌ی یک ساله صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

سری 7 شنرود سیاهکل، بخش میان‌بند حوزه‌ی 25 جنگل‌های شمال کشور را شامل شده و زیر نظر اداره‌ی منابع طبیعی شهرستان سیاهکل می‌باشد. این سری در ارتفاع 700 تا 2100 متری از سطح دریای آزاد جهت عمومی آن رو به شمال‌شرقی و شمال‌غربی و مساحت سری معادل 3707 هکتار می‌باشد (بی‌نام، 1386). به منظور گزارش کلی داده‌های اقلیمی ثبت شده‌ی منطقه در یک دوره‌ی 19 ساله (1370-1389)، از ایستگاه هواشناسی لاهیجان (ارتفاع از سطح دریا: 2- متر، عرض جغرافیایی: $37^{\circ}11'$ شمالی، طول جغرافیایی: $50^{\circ}00'$ شمالی) به عنوان نزدیکترین ایستگاه به منطقه‌ی مورد مطالعه استفاده شد. متوسط بارندگی سالیانه‌ی 1264 میلی‌متر با کمترین مقدار در خرداد ماه (40/8 میلی‌متر) و

ساختمان تاج، میزان زه‌کشی تاج درختان (دومینگو و همکاران¹، 1998)، شاخص سطح برگ (آنژی و همکاران²، 2005) و تغییرات فنولوژی درختان (پیپکر و همکاران³، 2005) بر میزان ارتفاع باران‌ریایی، ساقاب و تاج‌بارش تأثیر گذار می‌باشند.

باتوجه به این‌که مناطقی از جنگل‌های دنیا که به ایستگاه‌های هواشناسی مجهز بوده و کیفیت و کمیت بارش‌ها در آن‌ها به آسانی قابل اندازه‌گیری است، مدل‌هایی رایج شده نیز توسط آن‌ها، برای برآورد میانگین ارتفاع ساقاب، تاج‌بارش و باران‌ریایی بر مبنای خصوصیات بارش طراحی و پیشنهاد شده است (دگوچی و همکاران⁴، 2006). اما در مناطق جنگلی مثل کشورمان، به دلیل فقدان ایستگاه‌های هواشناسی، مدل‌های رایج شده برای پیش‌بینی میانگین ارتفاع ساقاب، تاج‌بارش و باران‌ریایی، بر اساس میانگین ارتفاع بارش کل صورت می‌گیرد (جرمر و همکاران⁵، 2006؛ قربانی، 1386؛ احمدی و همکاران، 1388؛ مشعشعی، 1388). در سال‌های اخیر تحقیقات پیرامون چرخه‌ی آب در اکوسیستم‌های جنگلی به سمت تعیین وضعیت عناصر انتقال یافته از طریق این چرخه به کف جنگل و تهیه‌ی مدل‌هایی برای پیش‌بینی چگونگی تقسیم‌بندی بارش بر اساس ویژگی‌های توده‌های درختان صورت گرفته است. میانگین ارتفاع بارش کل در رویشگاه‌های جنگلی مختلف، در اقلیم‌ها و موقعیت‌های مختلف

¹ - Domingo et al

² - Anzhi et al

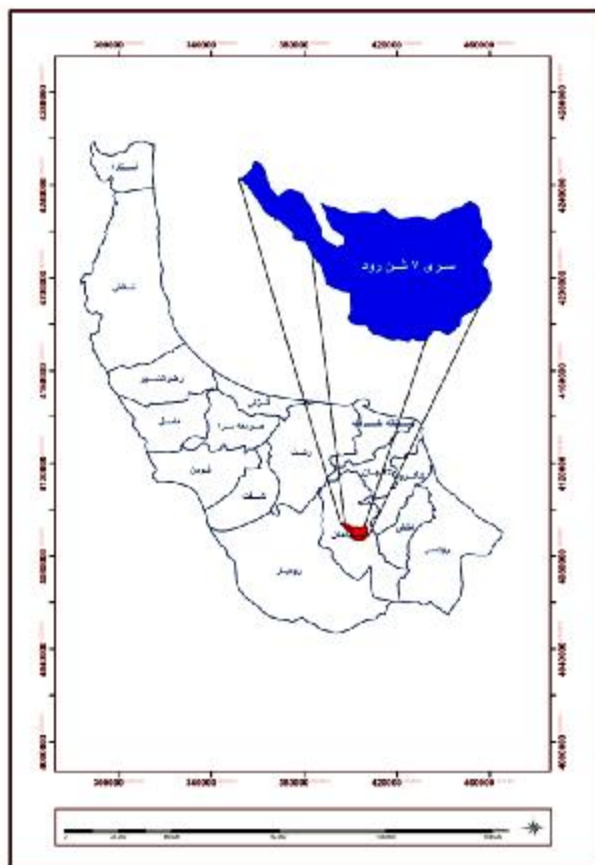
³ - Pypker et al

⁴ - Deguchi et al

⁵ - Germer et al

سال 7/6 درجه‌ی سانتی‌گراد (دی)، فاقد فصل خشک و دارای اقلیم معتدل خزری می‌باشد (بی- نام، 1389).

بیشترین مقدار در مهر ماه (188/5 میلی‌متر)، متوسط حرارت سالیانه‌ی 16 درجه سانتی‌گراد، متوسط حرارت گرمترین ماه سال 24/5 درجه- سانتی‌گراد (تیر) و متوسط حرارت سردترین ماه



شکل 1- موقعیت مکانی جنگل‌های سری 7 شنرود سیاهکل در استان گیلان

جلوگیری از مواد زاید در آن تعبیه شده‌است. محل استقرار باران‌سنج باید در یک فضای باز بوده تا از اطراف با زاویه‌ی 45 درجه، مانعی برای ورود باران به داخل آن وجود نداشته باشد. باران-سنج باید به صورت موازی با سطح افق در جای خود کاملاً ثابت شده تا وزش باد یا سایر عوامل موجب تکان خوردن و جابجایی آن نشود.

اندازه‌گیری ارتفاع بارش کل

محاسبه مقدار مولفه‌های بارش نیازمند اندازه‌گیری مقدار ارتفاع بارش کل است. برای این منظور باید دستگاه باران‌سنج در منطقه‌ی مورد مطالعه نصب گردد. باران‌سنج، استوانه‌ای است به قطر 20 سانتی‌متر و ارتفاع 100 سانتی‌متر، از جنس آهن ضدزنگ، که یک توری سیمی برای

نمونه بدست آمد و با نسبت گیری بین مساحت تاج هر درخت و مساحت دهانه‌ی جمع آوری کننده‌ی تاج بارش، ارتفاع تاج بارش برای آن درخت محاسبه شد. (حجتی، 2008; جوهانسن و همکاران، 1990).

اندازه گیری ارتفاع ساقاب

جمع آوری کننده‌های ساقاب، ناودان‌های لاستیکی به قطر 3 سانتی متر بودند که به صورت ماریچی و مورب به وسیله منگنه‌ی چوب و چسب عایق بندی بر روی تنه‌ی درختان راش، در ارتفاع تقریبی 1/30 متری نصب و به یک مخزن متصل شدند (پرایس و کارلی²، 2003). در هر بارش، پس از پایان گرفتن جریان ساقاب، حجم آب جمع شده‌ی درون مخازن ساقاب، بوسیله استوانه‌ی مدرج اندازه گیری و ارتفاع ساقاب هر درخت نیز از تقسیم حجم ساقاب به مساحت تاج آن درخت محاسبه گردید (شاکنویچ و همکاران³، 2008). اندازه گیری قطر برابر سینه‌ی درختان با استفاده از خط کش دو بازو و مساحت تاج نیز از فرمول مساحت دایره، پس از اندازه گیری شعاع تاج هر درخت توسط متر نواری در چهار جهت اصلی انجام شد (دلفیس و لویا⁴، 2004). در این تحقیق 20 اصله درخت راش سالم و شاداب، دارای تاج متقارن، تنه‌ی سیلندریک و بدون داشتن تداخل تاجی برای جمع آوری ساقاب در نظر گرفته شدند.

(جوهانسن و همکاران¹، 1990). در این تحقیق برای اندازه گیری ارتفاع بارش کل برای هر بارش، از میانگین ارتفاع بارش 4 دستگاه باران سنج استفاده شد. حجم آب جمع شده در درون هر باران سنج، توسط استوانه‌ی مدرج اندازه گیری و با نسبت گیری از مساحت دهانه‌ی باران سنج و حجم آب جمع شده در آن، ارتفاع بارش کل محاسبه گردید (قربانی، 1386).

اندازه گیری ارتفاع تاج بارش

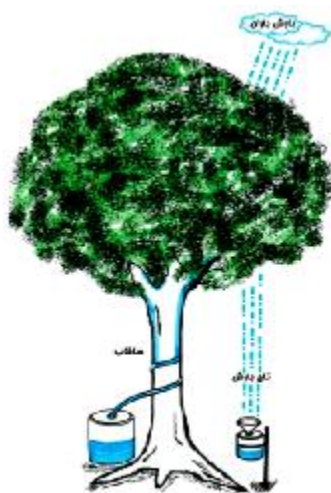
با توجه به این که جمع آوری تاج بارش برای کلیه‌ی درختان توده، بسیار پرهزینه و با مشکلات فراوانی همراه است، از روش نمونه برداری استفاده شد. در این تحقیق 60 عدد جمع کننده تاج بارش استوانه‌ای از جنس پلاستیک با قطر دهانه 20 و ارتفاع 50 سانتی متر در زیر تاج پوشش درختان توده به صورت تصادفی و کاملاً افقی بوسیله‌ی قیم‌های فلزی نصب شدند. زمان اندازه گیری تاج بارش برای بارش‌های اتفاق افتاده در شب، اول صبح و برای بارش‌های اتفاق افتاده در روز، 3 ساعت پس از خاتمه یافتن کامل جریان تاج بارش انجام شد. هر یک از جمع آوری کننده‌های تاج بارش، به طور مجزا تخلیه و حجم آن با استوانه‌ی مدرج اندازه گیری شد. میانگین حجم جمع آوری کننده‌های مستقر در زیر تاج- پوشش هر درخت، به عنوان حجم نمونه تاج بارش مربوط به آن درخت در نظر گرفته شد. با تقسیم حجم نمونه‌ی تاج بارش به مساحت دهانه‌ی جمع آوری کننده‌ی تاج بارش، ارتفاع تاج بارش هر

² - Price & Carlye-Moses

³ - Shachnovich et al

⁴ - Delphis & Levia

¹ - Johanson et al



شکل 2- نحوه‌ی استقرار جمع‌آوری کننده‌های ساقاب و تاج بارش در زیر درختان راش

اندازه‌گیری ارتفاع باران ربایی

در هر بارش، پس از توقف کامل جریان تاج بارش، برای اندازه‌گیری باران ربایی، ارتفاع بارش محاسبه شده از مجموع ارتفاع ساقاب و تاج بارش محاسبه شده کسر گردید (ژانگ و همکاران، 2006).

های بارش برای منطقه‌ی مورد مطالعه در نظر گرفته شد (شاکنوویچ و همکاران، 2008; قربانی، 1386).

نتایج

مشخصات آلومتریک درختان راش مورد بررسی

انتخاب درختان راش به گونه‌ای صورت گرفت که تعداد 6 اصله درخت در طبقه قطری کوچکتر از 30 سانتی‌متر، 8 اصله درخت در طبقه 60 - 30 سانتی‌متر و 6 اصله درخت نیز در طبقه قطری بزرگتر از 60 سانتی‌متر قرار گرفتند. قطر برابر سینه، ارتفاع کل، سطح مقطع، حجم درختان، ارتفاع تاج، مساحت تاج و حجم تاج کلیه‌ی درختان مورد بررسی اندازه‌گیری شدند. خلاصه‌ی این اندازه‌گیری‌ها در جدول (1) مشخص گردید است.

روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای سازماندهی و پردازش اطلاعات مربوط به مقادیر ارتفاع باران ربایی، ساقاب و تاج- بارش برای هر درخت از نرم‌افزارهای آماری Excel و SPSS استفاده شد. برای میزان همبستگی و معادله رابطه بین ارتفاع بارش کل با مقادیر ارتفاع باران ربایی، ساقاب و تاج بارش از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. از میان مدل‌های بدست آمده مدلی که از بیشترین ضریب تبیین (R^2) و کمترین خطای استاندارد برخوردار بود، به عنوان مدل برگزیده برای پیش‌بینی مولفه-

جدول 1- مشخصه‌های آلومتریکی 20 اصله درخت راش مورد مطالعه

گونه	مشخصه‌ها	حداقل	میانگین	حداکثر
راش	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	24	43,9	67
	ارتفاع کل (متر)	21,2	28,1	35
	سطح مقطع (متر مربع)	0,05	0,17	0,4
	حجم (متر مربع)	0,48	2,8	6,17
	ارتفاع تاج (متر)	7,8	13,2	18,9
	مساحت تاج (متر مربع)	24,4	27,3	47,2
	حجم تاج (متر مکعب)	119	225,1	620

مطالعه 1497 میلی‌متر به‌دست آمد، که حداقل و حداکثر بارش به ترتیب 1/4 و 104/5 میلی‌متر بود. سهم ارتفاع ساقاب، تاج بارش و باران‌ریایی از میانگین ارتفاع بارش کل، برای توده‌ی راش، به ترتیب 1/2، 47/5 و 51/3 درصد به‌دست آمد، که در شکل 3 نشان داده شده است.

بررسی و مقایسه سهم ساقاب، تاج بارش و باران‌ریایی درختان راش

تمامی بارش‌های رخ داده اعم از باران و برف، در منطقه‌ی مورد مطالعه، به مدت یکسال از 30 ام مهرماه 1388 تا 30 ام مهرماه 1389 اندازه‌گیری شد. در این مدت 48 مورد بارش ثبت شد. میانگین ارتفاع بارش سالیانه در منطقه‌ی مورد



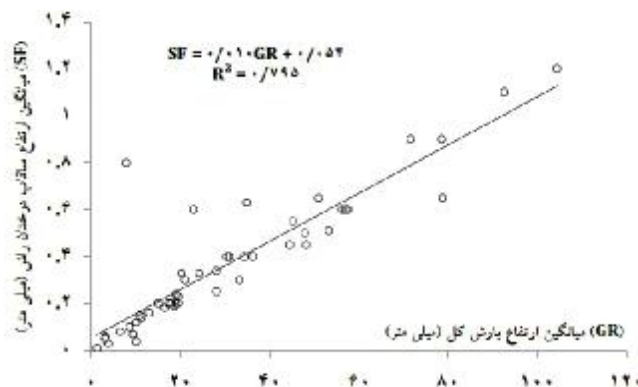
شکل 3- سهم ارتفاع ساقاب، تاج بارش و باران‌ریایی از ارتفاع بارش کل

شکل 4 نشان داده شده است. همبستگی بین میانگین ارتفاع بارش کل و میانگین ارتفاع ساقاب پس از بررسی با ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که میان این دو پارامتر در سطح احتمال 99 درصد همبستگی معنی‌دار وجود دارد. بر این

میانگین ارتفاع ساقاب سالانه درختان راش
میانگین ارتفاع ساقاب سالانه برای درختان راش 17/99 میلی‌متر، برابر با 1/2 درصد از ارتفاع بارش کل به‌دست آمد. تغییرات ارتفاع ساقاب با تغییر ارتفاع بارش کل در توده‌ی طبیعی راش در

پراکنش نقاط، برای منطقه مورد مطالعه بدست‌آمد (شکل 4).

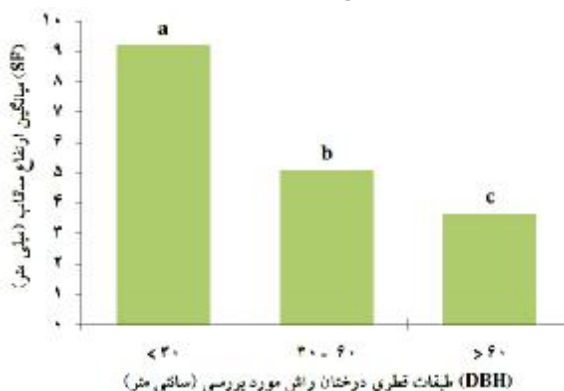
اساس مدل رگرسیونی پیشنهادی برای پیش‌بینی ارتفاع ساقاب بر اساس بیشترین ضریب تبیین و کمترین خطای استاندارد و با در نظر گرفتن



شکل 4- تغییرات ارتفاع ساقاب و ارتفاع بارش کل

ساقاب سالیانه در طبقات قطری مختلف وجود دارد و با افزایش قطر درختان راش، ارتفاع ساقاب سالیانه کاهش می‌یابد (شکل 5).

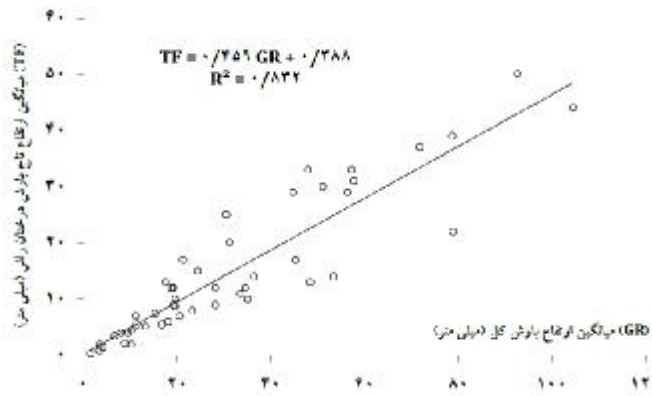
مقایسه ارتفاع ساقاب سالانه درختان راش در ارتباط با طبقات قطری درختان باتوجه به نتایج بدست آمده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 99 درصد، بین میانگین ارتفاع



شکل 5- میانگین ارتفاع ساقاب سالیانه درختان راش در طبقات قطری مختلف

کل و میانگین ارتفاع ساقاب پس از بررسی با ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که میان این دو پارامتر در سطح احتمال 99 درصد همبستگی معنی‌دار وجود دارد. و بر این اساس مدل رگرسیونی مناسب برای پیش‌بینی ارتفاع سالانه تاج‌بارش برای منطقه‌ی مورد مطالعه ارائه گردید (شکل 5).

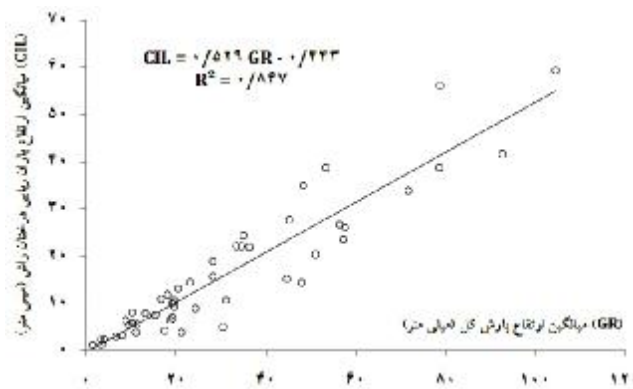
میانگین ارتفاع تاج بارش سالانه درختان راش 707/1 میلی‌متر، برابر با 47/5 درصد از ارتفاع بارش کل بدست‌آمد. تغییرات میانگین ارتفاع تاج بارش با تغییر میانگین ارتفاع بارش کل در توده‌ی طبیعی راش در شکل 6 نشان‌داده شده‌است. همبستگی بین میانگین ارتفاع بارش



شکل 6- تغییرات ارتفاع تاج بارش و ارتفاع بارش کل

پیرسون نشان داد که میان این دو پارامتر در سطح احتمال 99 درصد همبستگی معنی دار وجود دارد. براین اساس مدل رگرسیونی پیشنهادی برای پیش-بینی ارتفاع باران ربایی بر اساس بیشترین ضریب تبیین و کمترین خطای استاندارد و با در نظر گرفتن پراکنش نقاط، برای منطقه‌ی مورد مطالعه بدست آمد (شکل 6).

میانگین ارتفاع باران ربایی سالانه درختان راش میانگین ارتفاع باران ربایی سالانه برای درختان راش 771/9 میلی متر، برابر با 51/3 درصد از ارتفاع بارش کل بدست آمد. تغییرات ارتفاع باران ربایی با تغییر ارتفاع بارش کل در توده‌ی راش در شکل 7 نشان داده شده است. همبستگی بین میانگین ارتفاع بارش کل و میانگین ارتفاع باران ربایی پس از بررسی با ضریب همبستگی



شکل 7- تغییرات ارتفاع باران ربایی و ارتفاع بارش کل

مدیریتی و پرورشی، از آمار بارش ایستگاه‌های هواشناسی در مناطق غیر جنگلی استفاده شود. تمام طرح‌های جنگلداری در حال اجرا در منطقه‌ی سیاهکل، از ارتفاع بارش سالانه‌ی ایستگاه

بحث و نتیجه‌گیری

آگاهی کم از وضعیت چرخه‌ی آب در مناطق مختلف جنگل‌های شمال، باعث شده که در اکثر جنگل‌ها، به منظور انجام عملیات‌های

شنرود سیاهکل با 1497 میلی‌متر و چوب‌پنبه‌ای بودن، خزه‌دار بودن تنه‌ی درختان و پرشیب بودن زوایای شاخه‌ها (بیش از 45 درجه) (هرویتز⁵، 2000) درختان راش گرگان نسبت به سیاهکل دانست. با افزایش کلاسه‌ی قطری درختان راش از 30 به 60 سانتی‌متری، میانگین ارتفاع ساقاب از 9/21 به 3/67 میلی‌متر کاهش یافته و بر عکس بر میانگین ارتفاع باران‌ربایی افزوده گردید. کاهش سهم ساقاب با افزایش کلاسه‌ی قطری، به دلیل بزرگتر شدن سطح بیرونی تنه‌ی درختان، تبخیر بیشتر از روی سطح آن و افزایش باران‌ربایی می‌باشد (قربانی، 1386؛ احمدی و همکاران، 1388؛ مشعشی، 1388؛ احمدی و همکاران، 2009؛ احمدی و همکاران، 2011).

شروع تاج‌بارش بعد از اشباع تاج درختان از آب آغاز می‌گردد. در این تحقیق سهم ارتفاع تاج‌بارش سالانه 47/5 درصد بدست آمد. قربانی (1386)، در تحقیق خود این مقدار را 40 درصد عنوان کرد و بر این نکته تأکید داشت که هر چه تاج درختان انبوه‌تر و کامل‌تر باشد، از ارتفاع تاج‌بارش کاسته شده و برعکس هر چه فضای خالی داخل تاج درختان زیادتر باشد، بر میزان تاج‌بارش افزوده می‌گردد. بیشتر بودن سهم 7/5 درصدی میانگین ارتفاع تاج‌بارش درختان راش در این تحقیق نسبت به منطقه‌ی گرگان را می‌توان به دلیل گستردگی تاج درختان راش و بالاتر بودن ارتفاع بارش سالانه در این تحقیق نسبت به گرگان دانست.

هواشناسی لاهیجان استفاده می‌کنند. درحالی‌که جنگل شنرود سیاهکل، در محدوده‌ی ارتفاعی 1000 متر بالاتر از سطح دریا، با ارتفاع بارش سالانه‌ی 1497 میلی‌متر قرار دارد. اندازه‌گیری ارتفاع بارش سالانه، توسط باران‌سنج‌های نصب شده در عرصه‌ی این تحقیق، به‌منظور محاسبه‌ی دقیق سهم اجزای بارش و آرایه مدل‌های پیش-بینی، بسیار لازم و ضروری بود. این کار مطابق با تحقیقات دیگران (قربانی، 1386؛ احمدی و همکاران، 1388؛ مشعشی، 1388؛ هونگ و همکاران¹، 2005؛ جرمر و همکاران²، 2006؛ حجتی، 2008؛ احمدی و همکاران³، 2009؛ احمدی و همکاران⁴، 2011) می‌باشد.

با این‌که ارتفاع ساقاب، سهم اندکی از ارتفاع بارش کل را به خود اختصاص می‌دهد، اندازه‌گیری آن بسیار وقت‌گیر و پرهزینه است. به‌همین دلیل در بسیاری از مطالعات، میزان آن را حداکثر 2 درصد در نظر می‌گیرند (راو، 1983). سهم ارتفاع ساقاب در این تحقیق برای درختان راش، 1/2 درصد بود که نسبت به میانگین ارتفاع بارش کل در منطقه ناچیز است. قربانی (1386)، سهم ارتفاع ساقاب برای درختان راش شرقی در منطقه گرگان را 0/3 درصد برآورد کرد که سهم بسیار کمتری را نسبت به این تحقیق، به‌خود اختصاص داده‌است. این موضوع را می‌توان به دلیل ارتفاع بارش سالانه‌ی کمتر منطقه‌ی گرگان با 827 میلی‌متر (قربانی، 1386) نسبت به منطقه‌ی

¹ - Huang et al

² - Germer et al

³ - Ahmadi et al

⁴ - Ahmadi et al

⁵ - Herwitz

اجزای بارش، در جنگل‌هایی از دنیا که مجهز به ایستگاه‌های هواشناسی با توان ثبت کیفیت و کمیت بارش‌ها می‌باشند، بر مبنای خصوصیات بارش طراحی و پیشنهاد شده (دگوچی و همکاران، 2006) و در مناطق فاقد ایستگاه‌های هواشناسی مثل این تحقیق، این مدل‌ها بر اساس میانگین ارتفاع بارش کل صورت گرفته است (قربانی، 1386؛ احمدی و همکاران، 1388؛ مشعشعی، 1388، جرمر و همکاران، 2006؛ احمدی و همکاران، 2009؛ احمدی و همکاران، 2011).

باتوجه به این‌که رویشگاه‌های جنگلی مختلف، در اقلیم‌ها و موقعیت‌های مختلف جغرافیایی قرار دارند و این عوامل از پارامترهای تأثیرگذار در میزان ارتفاع بارش کل می‌باشد، مدل‌های ارائه شده در این تحقیق، برای پیش‌بینی اجزای بارش در مناطقی مثل جنگل‌های سیاهکل و یا جنگل‌هایی با اقلیم و موقعیت جغرافیایی مشابه کاربرد دارند.

پایین‌تر بودن مقدار ارتفاع باران‌ریایی در این تحقیق (51/3%) نسبت به مقدار ارتفاع باران‌ریایی 59/7 درصدی توده‌های راش منطقه‌ی -گرگان (قربانی، 1386) را می‌توان به دلیل پایین‌تر بودن دمای متوسط ماهیانه در محل این تحقیق نسبت به گرگان دانست. محققان دیگری کمتر بودن سهم باران‌ریایی در رویشگاه‌های راش اروپایی را نسبت به ایران، به دلیل پایین‌تر بودن میانگین دمای هوا در اروپا نسبت به ایران عنوان کرده‌اند. که می‌توان به تحقیقات صورت گرفته در توده‌های راش اروپایی با مقدار باران‌ریایی 19 درصد (هورمن و همکاران¹، 1996)، 29 درصد (راو، 1983) و 14 تا 16 درصد (نیل و همکاران²، 1993)، جنگل‌های راش و جنگل‌های پهن‌برگ خزان‌کننده در اروپا، 18 درصد (کانتو و اوکومورا³، 1996) و 22/1 درصد (ورتسی و همکاران⁴، 2001) اشاره کرد. نکته دیگر را که می‌توان در مورد بالاتر بودن میانگین ارتفاع باران‌ریایی در مناطق میان‌بند جنگل‌های شمال ایران نسبت به اروپا ذکر کرد، میانگین شاخص سطح برگ 7/5 درصدی در جنگل‌های میان‌بند خزری (نقاش زرگران، 1380) نسبت به 1/8 تا 5/3 درصدی جنگلهای اروپا (لورنز و دومینگو، 1998) دانست. گومز⁵ و همکاران (2001) در تحقیق خود به افزایش 25 درصدی باران‌ریایی با افزایش شاخص سطح‌برگ از 0/3 به 4/8، اشاره داشتند. مدل‌هایی ارائه شده برای برآورد سهم

¹ - Hormann et al

² - Neal et al

³ - Cantu Silva & Okumura

⁴ - Vertessy et al

⁵ - Gomez

منابع

- 8) Ahmadi, M.T. & Attarod, P. & Ahmadi, M.T. & Attarod, P. & Bayramzadeh V., 2011. Rainfall Redistribution by an Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Forest Canopy in the Caspian Forest, North of Iran. J. Agr. Sci. Tech. Vol. 13: 1105-1120
- 9) Ahmadi, M.T. & Attarod, P. & Marvi Mohajer, M.R., 2009. Partitioning rainfall into through fall, stem flow and interception loss in an oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest during the growing season. Turk J. Agric. For. 33: 557-568.
- 10) 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 Modeling, 184: 355-361.
- 11) 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.
- 12) Delphis, F. & J. Levia, 2004. Differential winter stemflow generation under contrasting storm conditions in a southern New England broadleaved deciduous forest, Hydrology. Process, 18:1105-112.
- 13) 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.
- 14) Germer, S., Elsenbeer, H. and Moraes, J.M., 2006. Throughfall and temporal trends of rainfall redistribution in an open tropical rainforest, southwestern Amazonia (Rondonia, Brazil). Hydrology and Earth system Sciences, 10: 383-393.
- 1) احمدی و همکاران، 1388. باران‌ریایی تاج- پوشش توده راش خالص در فصل تابستان. مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران، سال اول، شماره 2، صفحه 175-185.
- 2) بی‌نام، 1389. آمار هواشناسی ایستگاه کلیماتولوژی لاهیجان، اداره کل هواشناسی استان گیلان، 65 ص.
- 3) بی‌نام، 1386. دفترچه طرح جنگلداری شنرود سیاهکل، اداره منابع طبیعی شهرستان سیاهکل، 356 ص.
- 4) رستم افشار، ن. 1375. مهندسی منابع آب. سازمان تحقیقات منابع آب، تهران، 296 صفحه.
- 5) قربانی، س. 1386. برآورد اتلاف تاجی، ساقاب و تاج‌بارش توده راش (سری یک جنگل شصت کلاته)، پایان‌نامه کارشناسی- ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، 100 صفحه.
- 6) مشعشی، ا. 1388. اندازه‌گیری حجم و آنالیز فیزیکی‌وشیمیایی تاج بارش و ساقاب در دو گونه راش و ممرز در جنگل خیرودکنار. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، 84 صفحه.
- 7) 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 کارشناسی‌ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، 67 صفحه.

- 15) 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.
- 16) Herwitz, S.R., 2000. Physical properties of water in relation to stemflow leach ate dynamics: Implications for nutrient cycling. *Canadian Journal of Forest Research*, 30: 662-666.
- 17) Hojjati S.M, 2008. The impact of canopy composition on the nutritional state of an admixed spruce and beech forest at Solling, central Germany, thesis, forest sciences and Forest Ecology-Georg-August, University of Gottingen, Pp 109.
- 18) 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.
- 19) 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.
- 20) Johanson .R.C. et al. 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.
- 21) Llorens, P. and Domingo, F., 2007. Rainfall partitioning by vegetation under Mediterranean conditions: A review of studies in Europe. *Journal of Hydrology*, 335(1-2): 37-54.
- 22) 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.
- 23) Price, A.G. and Carlyle-Moses, D.E., 2003. Measurement and modeling of growing-season canopy water fluxes in a mature mixed deciduous forest stand, southern Ontario, Canada.
- 24) 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 rainfall: Examples from a young and an old-growth Douglas-fir forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 130: 113-129.
- 25) Rowe, L.K., 1983. Rainfall interception by an evergreen beech forest, Nelson, New Zealand. *Journal of hydrology*, 66(1-4):143-158.
- 26) Shachnovich, Y., P. Berniler & P. Bar 2008. Rainfall interception and spatial distribution of throughfall in a pine forest planted in an arid zone, *J. Hydrology*, 349: 168-177.
- 27) 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.
- 28) 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.
- 29) 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.

30) 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. Modeling 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.