مجله تحقیقات علوم و مهندسی جنگل
سال اول، پیش شماره اول، بهار ۱۳۹۰

# تغییرات فصلی توزیع مجدد باران در درختان کاج تهران در جنگل کاریهای منطقه خشک (مطالعه موردی: بیارجمند– شاهرود)

حسین باقری[۱]، پدرام عطارد[*۲]، سیّد محمود حسینی قلعه بهمنی[۱]، ویلما بایرام زاده[۳] و مهرانگیز پولادیان[۴]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱/۱۹

**چکیده**

این مطالعه با هدف اندازه‌گیری مقادیر اجزاء بارش (تاج بارش و باران ربایی) و بررسی تغییرات فصلی آن در تک درختان کاج تهران *(Pinus eldarica Medw)* در یکی از جنگل‌کاریهای مناطق خشک کشور در شهر بیارجمند استان سمنان که میانگین سالیانه بارندگی و درجه حرارت آن به ترتیب ۱۲۷ میلیمتر و ۱۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، انجام گرفت. میزان بارندگی کل با استفاده از سه عدد جمع‌آوری‌کننده که در یک فضای باز نصب شده بودند، اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری میزان تاج‌بارش، پنج اصله درخت انتخاب شد و تعداد هشت عدد جمع‌آوری کننده در زیر هر درخت نصب و اندازه‌گیری‌ها در طول سال ۱۳۸۸ بمدت یکسال انجام گردید. ازمجموع ۲۶ مورد بارندگی ثبت شده، مقدار باران‌ربایی در مجموع ۴۴/۸ میلیمتر (۴۴/۶ درصد از بارندگی کل دوره مطالعه) محاسبه شد. بیشترین میزان باران‌ربایی مربوط به فصل پاییز (۷۸/۲ درصد از بارندگی کل) و کمترین میزان باران‌ربایی مربوط به فصل زمستان (۳۶/۹ درصد از بارندگی کل) بود. طبقه‌بندی بارندگی کل در طول فصول مختلف به طبقات ۲ میلیمتری نشان داد که بیشترین فراوانی در طبقه ۲–۰ میلیمتری مربوط به فصل بهار می‌باشد همچنین تمام بارندگی‌های رخ‌داده در طول فصل پاییز مربوط به طبقات ۲ –۰ و ۴ –۲ میلیمتری می‌باشد ضمن اینکه تمامی بارندگی‌های رخ‌داده در طبقه ۱۲ –۱۰ و ۱۴ –۱۲ میلیمتر مربوط به فصل زمستان می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** تغییرات فصلی، باران ربایی،کاج تهران، منطقه خشک، جنگل‌کاری

۱– دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۲– استادیار گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۳– استادیار؛ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه خاک شناسی، کرج، ایران.
۴– کارشناس جنگل و مرتع، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
*– نویسنده مسئول مقاله: attarod@ut.ac.ir

www.SID.ir

## مقدمه

مناطق خشک در مقایسه با مناطق مرطوب، روی هم رفته از وجود جنگلهای اقلیمی وسیع، نسبتاً انبوه، بالنده و با تولید رضایت‌بخش محروم‌اند و تأمین همه یا قسمتی از نیازمندیهای چوبی این مناطق، از مناطق جنگلی دیگر، در اغلب موارد کاری دشوار و پرخرج است، ضمن اینکه این‌کار، مشکل مناطق خشک را از جهت وجود شرایط نامساعد زیست محیطی حل نمی‌کند (جزیره ای، ۱۳۸۰) و از این رو جنگل‌کاری در این مناطق می‌تواند به کاهش فرسایش خاک، ایجاد چشم‌انداز، افزایش تثبیت دی‌اکسیدکربن، ایجاد بادشکن، ایجاد امکانات تفرجی و در نتیجه کاهش فشار بر روی پوششهای طبیعی کمک کند (Chang, 2004; Huttl *et al*., 2000).

اما آب در مناطق خشک در درجه نخست باید مصرف زراعت گردد تا قوت روزانه مردم این مناطق که اغلب فقیر و تنگدست هستند فراهم شود و در نتیجه سهم کمتری از این ماده حیاتی را می‌توان به گونه‌های غیر مثمر تخصیص داد. به این جهت استفاده از گونه‌هایی که یارای استقرار و ادامه حیات را در چنین شرایط سختی داشته باشند شرط اصلی است. همچنین باید از گونه‌ها و روشهایی در کاشت استفاده کرد تا آب به مقدار بیشتری در خاک نفوذ و ذخیره گردد و از تبخیر آن حتی‌الامکان جلوگیری شود.

از پیامدهای جنگل‌کاری این است که تمام آب باران به سطح زمین و متعاقباً آبهای زیرزمینی نرسیده و مقداری از آن بوسیله تاج پوشش درختان جذب شده و متعاقباً به واسطه تبخیر به اتمسفر برمی‌گردد. این اتلاف آب از سطح تاج درختان باران‌ربایی تاج پوشش[1] نامیده می‌شود (Shachnovich *et al*., 2008).

باران‌ربایی تاج پوشش، مقداری از بارندگی است که در هنگام یا بعد از بارندگی بر روی تاج پوشش درختان باقی می‌ماند و بواسطه تبخیر طی بارندگی یا پس از اتمام آن، به اتمسفر برمی‌گردد و در نتیجه به کف جنگل نمی‌رسد (Crockford & Richardson, 2000). هنگامی که بارندگی در جنگل رخ می‌دهد، آب باران یا مستقیما از طریق فضاهای باز در پوشش تاجی به کف جنگل می‌رسد[2] یا پس از آنکه ظرفیت نگهداری آب تاج پوشش درختان یعنی میزان آب مورد نیاز برای مرطوب کردن برگ‌ها و شاخه‌ها تکمیل گردید و تاج اشباع شد، به صورت ریزش‌های تاجی[3] به کف جنگل می‌ریزد. به مجموع بارانی که از دو طریق ذکر شده به زمین جنگل می‌رسد، تاج بارش[4] اطلاق می‌گردد. بخش دیگری از باران که ساقاب[5] نامیده می‌شود، بعد از جاری شدن بر روی شاخه‌ها و تنه درختان به سطح زمین می‌رسد (Herbst *et al*., 2006). مقدار باران‌ربایی تاج پوشش بطور غیرمستقیم از کسر مجموع تاج بارش و ساقاب (بارندگی خالص[6]) از بارندگی کل[7] به دست می‌آید (Cao *et al*., 2008).

از آنجا که در این مناطق آب فاکتور محدود کننده رشد درختان است و مقدار و توزیع آن، میزان پراکنش گیاهان را تعیین می‌نماید و همچنین در این مناطق به خاطر شرایط اقلیمی حاکم (کم بودن میزان بارش و بالا بودن درجه حرارت) بخش قابل ملاحظه‌ای از بارندگی به صورت باران‌ربایی از دسترس پوشش گیاهی و بخصوص درختان خارج می شود. اطلاع از فاکتورهایی مثل چرخه آب که نقش مؤثری در موفقیت جنگل‌کاری‌ها ایفا می‌کند، ضروری است و با مطالعه آن می‌توان به شناخت بهتری از نقش چرخه آب در تولید بیولوژیک جنگل‌کاری دست یافت و در پی آن با انتخاب گونه مناسب، موفقیت جنگل‌کاریها را نیز بالا برد.

در کشور ما نیز بجز مناطق محدودی در شمال و شمال غرب که اقلیم مرطوبی دارند بقیه سطح کشور به

[1] - Interception Loss

[2] - Direct Throughfall
[3] - Canopy Drip
[4] - Throughfall
[5] - Stemflow
[6] - Net Rainfall ( NR)
[7] - Gross Rainfall (GR)

Archive of SID

www.SID.ir

رده سرزمین‌های خشک و نیمه خشک تعلق دارد (کنشلو،۱۳۸۰). جنگلکاری در این مناطق برای تأمین نیازهای چوبی و غیر چوبی جمعیت فعلی و نسل آینده ضروری به نظر می‌رسد بنابراین با توجه به اهمیت آب در این مناطق جهت استقرار جنگل‌کاریها، آگاهی از میزان باران‌ربایی گونه‌های درختی و درختچه‌ای مختلف همانند کاج تهران (*Pinus eldarica* Medw) که بطور وسیعی به منظور جنگلکاری در این مناطق استفاده می‌شوند، امری بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در واقع آگاهی از این میزان باران‌ربایی می‌تواند در کنار سایر عوامل، به عنوان عامل مهم و تأثیرگذار در انتخاب گونه در جهت اهداف ایجاد جنگلکاری در مناطق خشک و نیمه خشک مطرح گردد. از طرف دیگر در مناطقی که مشکل فرسایش خاک وجود دارد، آگاهی از باران‌ربایی کمک بسزایی در انتخاب گونه‌های مورد نظر در پروژه‌های جنگل‌کاری با هدف جلوگیری از فرسایش خاک می‌کند.

بطور کلی سه عامل تیپ جنگل[8]، پارامترهای هواشناسی[9] و مشخصات بارندگی[10] بر روی میزان باران-ربایی تأثیر می‌گذارند. عمده‌ترین پارامترهای هواشناسی مؤثر بر میزان باران‌ربایی شامل سرعت باد، درجه حرارت و رطوبت نسبی می‌باشند و عمده‌ترین فاکتورهای مربوط به نوع بارندگی، شامل اندازه، شدت و طول مدت باران می‌باشند (Xiao *et al*., 2000; Crockford & Richardson, 2000.) و کلیه مدل‌هایی که برای پیش‌بینی اجزای بارش در جنگل‌ها و جنگل‌کاریها ارائه شده است بر اساس این عوامل می‌باشند.

با توجه به اینکه در کشور ما تاکنون هیچگونه مطالعه-ای در مورد باران‌ربایی گونه‌های درختی مورد استفاده در پروژه‌های جنگل‌کاری در مناطق خشک صورت نگرفته و ابتدایی‌ترین اطلاعات در مورد وضعیت چرخه آب و سهم اجزای بارش در جنگل‌کاریها وجود ندارد انجام مطالعه‌ای در این زمینه در پروژه‌های جنگلکاری مفید و کاربردی خواهد بود.

این مطالعه با هدف اندازه‌گیری مقادیر اجزاء بارش (تاج بارش و باران ربایی) و بررسی تغییرات فصلی توزیع مجدد بارندگی در درختان کاج تهران که در جنگل‌کاری مناطق خشک و نیمه خشک کشور به طور وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد صورت پذیرفت.

## مواد و روشها

### منطقه مورد مطالعه

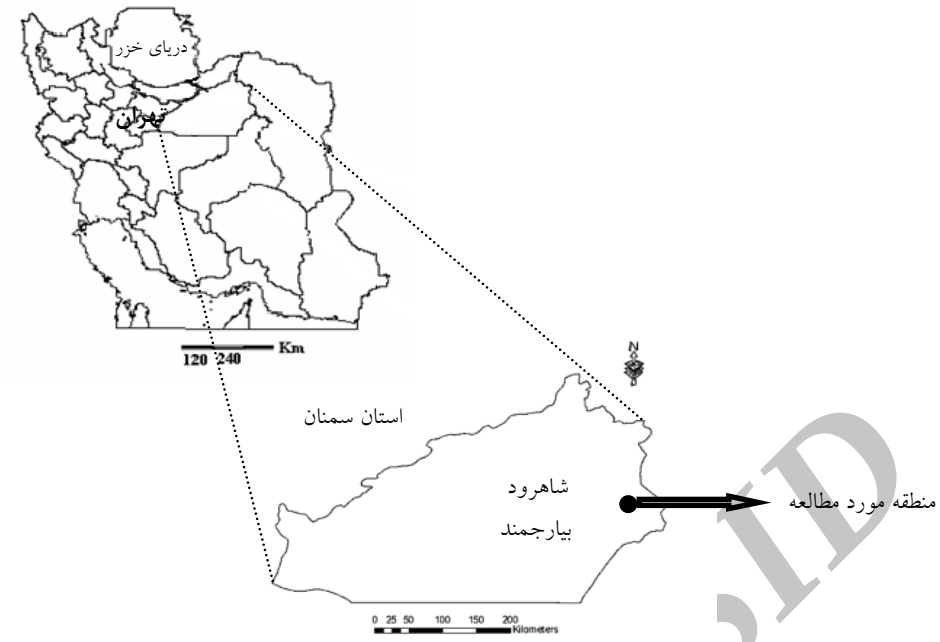
این مطالعه در شهر بیارجمند، واقع در ۱۲۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان شاهرود با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و ۳۸ درجه و ۴ دقیقه شمالی با ارتفاع متوسط ۱۰۹۱ متری از سطح دریا انجام شد (شکل۱).

اندازه‌گیری‌ها بر روی درختان جنگل‌کاری شده کاج تهران ۲۸ ساله در پارک جنگلی شاهد صورت گرفت. این پارک به مساحت ۱۶ هکتار در قسمت جنوبی شهر واقع شده و سایر گونه‌های کاشته شده در این جنگل‌کاری شامل سرو نقره‌ای، سرو خمره‌ای، ون، اقاقیا، ارغوان و توت می‌باشند.

[8] - Forest Type
[9] - Climatic Factors
[10] - Rainfall Characteristics

Archive of SID

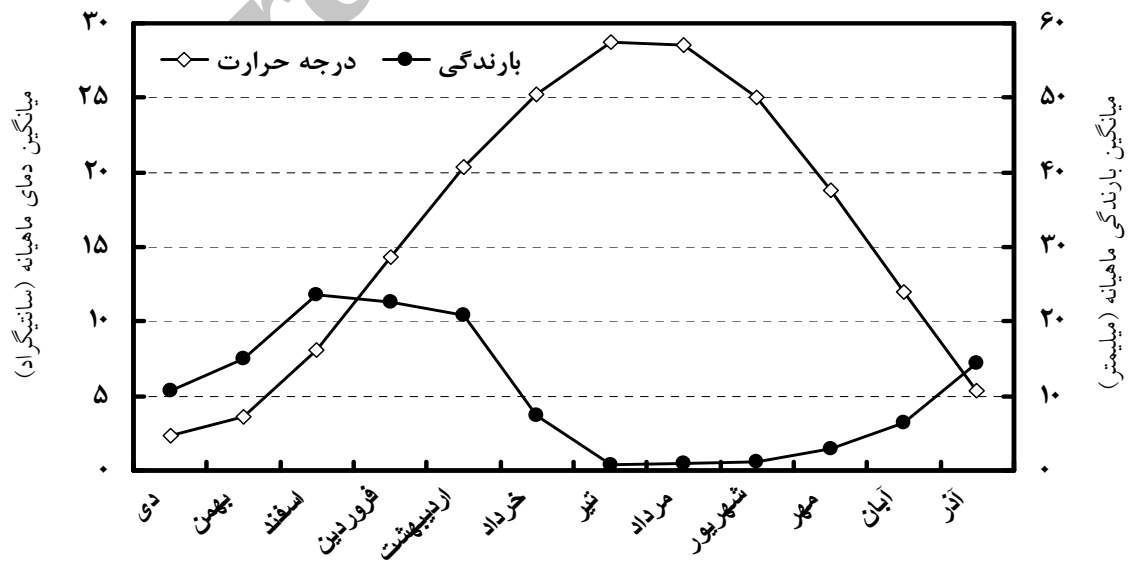
www.SID.ir




شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در شهر بیارجمند واقع در شرق استان سمنان

براساس آمار هواشناسی ۱۷ ساله (۱۳۸۷-۱۳۷۱) در ایستگاه هواشناسی بیارجمند که در فاصله کمتر از یک کیلومتری منطقه مورد مطالعه در شهر بیارجمند قرار دارد، متوسط (انحراف معیار±) بارندگی سالیانه ۱۲۶/۸ میلیمتر (۵۰/۵±) و متوسط (انحراف معیار±) درجه حرارت سالیانه ۱۶ درجه سانتیگراد (۰/۷±) می‌باشد. همچنین میانگین (انحراف معیار±) تبخیر سالیانه ۲۶۱۹ میلیمتر (۱۲۱±) می‌باشد.

همانطور که در منحنی آمبروترمیک (شکل ۲) منطقه مشاهده می‌شود، دوره خشک در این منطقه از فروردین ماه آغاز و تا پایان آبان ادامه می‌یابد.




شکل ۲- منحنی آمبروترمیک منطقه بر اساس آمار۱۷ ساله (۱۳۷۱ تا ۱۳۸۷) ایستگاه سینوپتیک بیارجمند

Archive of SID

www.SID.ir

## روش تحقیق

در این بررسی به منظور برآورد میزان تاج بارش و باران‌ربایی، میزان بارش کل وتاج بارش از اول فروردین ماه تا ۲۹ اسفند ماه ۱۳۸۸ اندازه‌گیری شد.

میزان بارندگی کل با استفاده از سه جمع آوری کننده (Rainfall Collector) حلبی با دهانه مربعی به طول اضلاع ۲۴ سانتیمتر در یک فضای باز در فاصله ۴۰ متری از جنگلکاریهای مورد مطالعه جمع آوری شد. لازم بذکر است که محل استقرار جمع‌آوری کننده‌های بارندگی کل به گونه‌ای انتخاب گردید که در زاویه ۴۵ درجه از سطح آنها هیچ گونه تداخل با تاج درختان وجود نداشته باشد (حداقل فاصله آنها تا نزدیکترین درختان برابر ارتفاع درخت).

به منظور محاسبه ارتفاع (عمق) بارندگی کل جمع-آوری شده توسط هر یک ازجمع‌آوری کننده‌ها از رابطه بین حجم بارش ذخیره شده در هر جمع‌آوری کننده و سطح (مساحت دهانه ورودی جمع آوری کننده) آن استفاده گردید (فرمول ۱).

(فرمول ۱)

$$D_{GR} = \frac{V_{GR}}{A_C}$$

در فرمول بالا $D_{GR}$: عمق (ارتفاع) بارندگی کل، $V_{GR}$: مقدار (حجم) بارندگی کل جمع آوری شده توسط جمع آوری کننده و $A_C$: سطح جمع آوری کننده بارندگی کل می‌باشد. سپس میانگین عمق بارش کل جمع‌آوری شده توسط سه جمع آوری کننده، به عنوان متوسط حجم بارندگی کل در طی هر بارندگی[11] در نظر گرفته شد.

برای اندازه‌گیری میزان تاج بارش پنج اصله درخت که پراکنش قطری و ارتفاعی آنها نزدیک به پراکنش قطری و ارتفاعی توده جنگل‌کاری بود (Shachnovich *et al.*, 2008) و تاج آنها هیچ گونه تداخلی با تاج دیگر درختان نداشت (Owens *et al.*, 2006) و از بین درختانی که تاج سالم داشتند به صورت تصادفی انتخاب شدند.

متوسط قطر برابر سینه و ارتفاع به ترتیب ۳۰/۲ سانتی‌متر و ۸/۱ متر برای درختان کاج تهران اندازه‌گیری شد. متوسط سطح تاج[12] ۲۵/۲ متر مربع و متوسط طول تاج ۳/۴ متر برای تک درختان کاج تهران اندازه‌گیری گردید.

تعداد هشت عدد جمع‌آوری کننده تاج بارش[13] با دهانه مربعی و طول اضلاع ۲۴ سانتی‌متر ـ مشابه جمع‌آوری کننده‌های بارندگی کل ـ در زیر هر درخت و در مجموع ۴۰ عدد جمع آوری کننده نصب شد. وضع قرار گرفتن جمع‌آوری کننده‌ها در زیر هر درخت بدین صورت بود که با در نظر گرفتن اثر باد و تاج پوشش، در هریک از جهات اصلی دو جمع‌آوری‌کننده (نزدیک به تنه و دور از تنه) در فواصل متغیر قرار داده شد.

مقدار (حجم) تاج بارش جمع‌آوری شده توسط هر یک از جمع آوری کننده‌ها در طی هر بارندگی، به طور هم‌زمان با اندازه‌گیری بارندگی کل مشابه آنچه برای جمع‌آوری کننده‌های بارندگی کل انجام شد و با استفاده از استوانه مدرج تا دقت یک میلیمتر اندازه‌گیری شد. پس از هر اندازه‌گیری، جمع آوری کننده‌های تاج بارش بعد از تخلیه آب و تمیز کردن آن‌ها از شاخ و برگ و نیز خشک کردن، در جای خود قرار داده شدند.

[11] - Rainfall event
[12] - Crown Projection Area
[13] - Throughfall Collector

Archive of SID

www.SID.ir

به منظور محاسبه ارتفاع (عمق) تاج‌بارش جمع‌آوری شده توسط هر یک ازجمع‌آوری کننده‌ها مشابه آنچه برای جمع آوری کننده‌های بارندگی کل انجام شد، صورت پذیرفت.

لازم به ذکر است اندازه‌گیری‌های مقادیر بارش کل و تاج بارش حداکثر ۳ ساعت پس از اتمام هر بارندگی و در صورت وقوع بارندگی در شب، قبل از طلوع خورشید انجام گردید (Ahmadi *et al*., 2009).

مقدار باران‌ربایی به طور غیر مستقیم از فرمول شماره ۲ محاسبه شد:

(فرمول ۲)

$$I = GR - (TF + SF)$$

در این فرمول I : مقدار باران ربایی، GR : مقدار بارندگی کل، TF : مقدار تاج بارش وSF : مقدار ساقاب می‌باشد (Cao *et al*., 2008). با توجه به مقدار بارندگی کم در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک، ساقاب، اغلب سهم بسیار کوچکی از باران را در این مناطق به خود اختصاص می‌دهد و اندازه‌گیری آن نسبت به این سهم اندک بسیار وقت گیر و پرهزینه می‌باشد ( Shachnovich *et al*., 2008; Koichiro *et al*., 2001: Johnson, 1990) بنابراین در این مطالعه از اندازه‌گیری آن صرف نظر گردید و در واقع باران ربایی از تفاضل تاج‌بارش و باران کل برآورد گردید.

## نتایج

در طول یک سال اندازه گیری در طول سال ۱۳۸۸، ۲۶ مورد بارندگی با مجموع عمق ۱۰۰/۶ میلیمتر اندازه‌گیری شد. که از این تعداد فصل بهار با ۱۱ مورد بارندگی بیشترین تعداد بارندگی ثبت شده و فصل تابستان با ۱ مورد بارندگی کمترین تعداد بارندگی ثبت شده را دارا بودند. بیشترین عمق بارندگی تجمعی مربوط به فصل زمستان با ۵۱/۶ میلیمتر بارندگی و کمترین آن مربوط به فصل تابستان با ۷/۳ میلیمتر بارندگی بود. ضمن اینکه فصل زمستان با میانگین بارندگی ۶/۵ میلیمتر برای هر بارندگی بیشترین و فصل پاییز با میانگین بارندگی ۱/۸ میلیمتر برای هر بارندگی کمترین میزان میانگین بارندگی را دارا بودند (جدول ۱).

جدول۱- تعداد بارندگی، عمق بارندگی تجمعی، میانگین، انحراف معیار، حداقل، حداکثر و بارندگی کل در طی فصول سال (۱۳۸۸) برای تک درختان کاج تهران در شهر بیارجمند استان سمنان

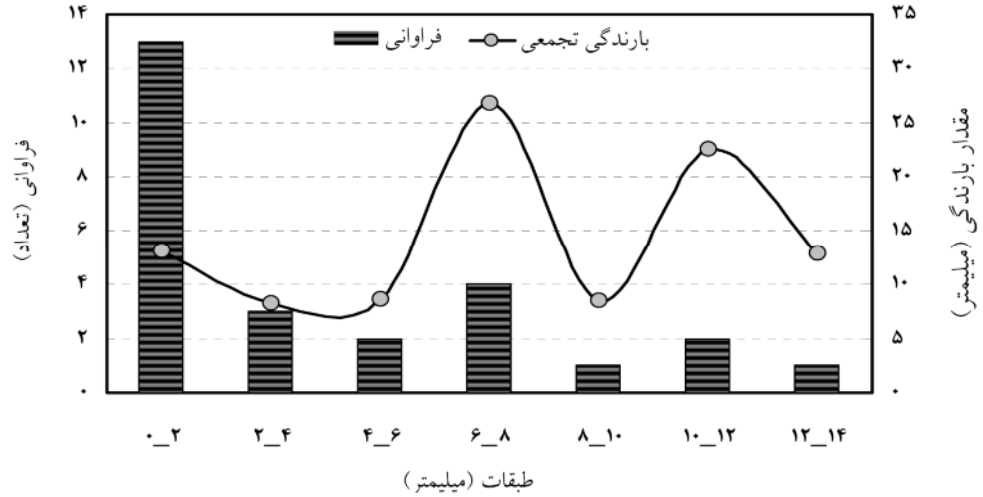
| دوره مطالعه | تعداد بارندگی | عمق بارندگی تجمعی (میلیمتر) | میانگین(میلیمتر) | انحراف معیار(میلیمتر) | حداقل(میلیمتر) | حداکثر(میلیمتر) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بهار | ۱۱ | ۳۰/۷ | ۲/۸ | ۳/۱ | ۰/۴ | ۸/۶ |
| تابستان | ۱ | ۷/۳ | ۷/۳ | - | - | - |
| پاییز | ۶ | ۱۱ | ۱/۸ | ۰/۸ | ۱ | ۳ |
| زمستان | ۸ | ۵۱/۶ | ۶/۵ | ۴/۸ | ۰/۵ | ۱۲/۸ |
| مجموع | ۲۶ | ۱۰۰/۶ | ۳/۹ | ۳/۸ | ۰/۴ | ۱۲/۸ |

Archive of SID

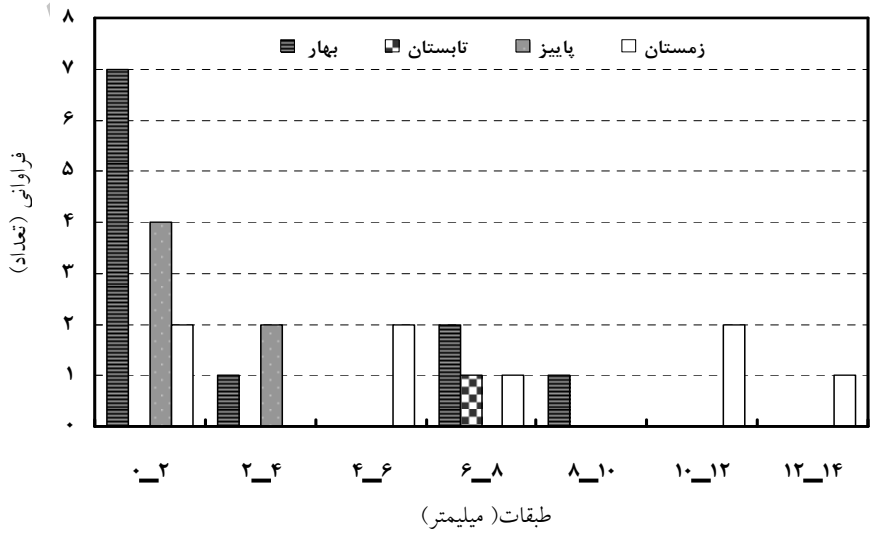
www.SID.ir

طبقه‌بندی بارندگی کل دوره مطالعه به طبقات ۲ میلیمتری نشان داد که بیشترین فراوانی بارندگی کل مربوط به طبقه ۲-۰ میلیمتر (۱۳ بارندگی) و کمترین فراوانی بارندگی کل مربوط به طبقات ۱۰-۸ و ۱۴-۱۲ میلیمتر (۱ بارندگی) می‌باشد. ضمن اینکه بیشترین مقدار عمق بارندگی تجمعی مربوط به طبقه ۸ -۶ میلیمتر (۲۶/۸ میلیمتر) و کمترین آن مربوط به طبقه ۱۰ -۸ میلیمتری (۸/۵ میلیمتر) می‌باشد ( شکل ۳).

همچنین طبقه‌بندی بارندگی کل در طول فصول مختلف به طبقات ۲ میلیمتری نشان داد که بیشترین فراوانی در یک طبقه مربوط به فصل بهار در طبقه ۲-۰ میلیمتری در فصل بهار می‌باشد. همچنین تمام بارندگی-های رخداده در طول فصل پاییز مربوط به طبقات ۲-۰ و ۴-۲ میلیمتری می‌باشد و نیز تمامی بارندگی‌های رخداده در طبقه ۱۲-۱۰ و ۱۴-۱۲ میلیمتر مربوط به فصل زمستان می‌باشد (شکل ۴).




شکل ۳ – فراوانی بارندگی کل و عمق بارندگی تجمعی در طبقه‌های دو میلیمتری در طی دوره مطالعه




شکل۴ – فراوانی بارندگی کل و عمق بارندگی تجمعی در طبقه‌های دو میلیمتری در طول فصول مختلف

www.SID.ir

**باران ربایی در طول فصول مختلف**

مقدار باران‌ربایی در مجموع ۴۴/۸ میلیمتر (۴۴/۶ درصد از بارندگی کل دوره مطالعه) محاسبه شد. بیشترین میزان باران‌ربایی مربوط به فصل پاییز (۷۸/۲ درصد از بارندگی کل) و کمترین میزان باران‌ربایی مربوط به فصل زمستان (۳۶/۹ درصد از بارندگی کل) بود (جدول ۲).

جدول۲- اجزای مختلف بارش(تاج بارش و باران ربایی) برای تک درختان کاج تهران در شهر بیارجمند استان سمنان در طول فصول مختلف (سال ۱۳۸۸)

| دوره مطالعه | تاج بارش | | باران‌ربایی تاج پوشش | |
|---|---|---|---|---|
| | میلیمتر | درصد | میلیمتر | درصد |
| بهار | **۱۷/۱** | **۵۵/۹** | **۱۳/۵** | **۴۴/۱** |
| تابستان | **۳/۶** | **۴۹/۵** | **۳/۷** | **۵۰/۵** |
| پاییز | **۲/۴** | **۲۱/۸** | **۸/۶** | **۷۸/۲** |
| زمستان | **۳۲/۶** | **۶۳/۱** | **۱۹/۱** | **۳۶/۹** |
| مجموع | **۵۵/۷** | **۵۵/۴** | **۴۴/۸** | **۴۴/۶** |

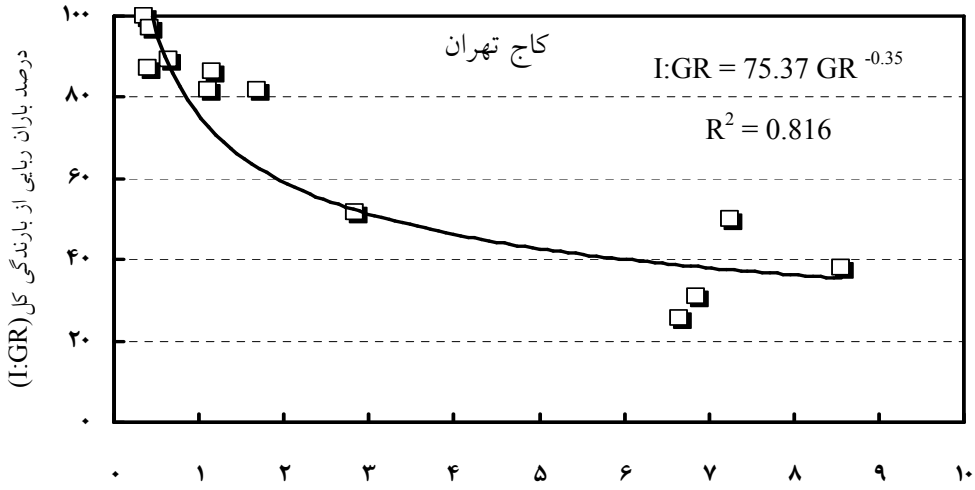
**روابط بین باران‌ربایی و بارندگی کل در طول فصول مختلف سال**

میانگین درجه حرارت و بارندگی در فصول بهار و تابستان به ترتیب ۲۳/۲ درجه سانتیگراد و ۴۴ میلیمتر و برای فصول پاییز و زمستان به ترتیب ۹/۶ درجه سانتیگراد و ۶۸/۴ میلیمتر محاسبه گردید. با توجه به اختلاف پارامترهای هواشناسی بویژه درجه حرارت در طی فصول مختلف سال در منطقه مورد مطالعه و با توجه به تعداد کم بارندگی‌های رخ داده در طی هر فصل (بویژه در فصول پاییز و زمستان) بررسی روابط بین اجزای بارش در بهار و تابستان (فصل رویش) و نیز پاییز و زمستان انجام گرفت.

رابطه بین نسبت باران‌ربایی به بارندگی کل و بارندگی کل یک رابطه توانی و کاهنده برای هر تک درختان کاج تهران ($R^2$=۰/۸۱۶) وجود دارد، یعنی با افزایش مقدار بارندگی این نسبت کاهش می‌یابد (شکل ۵).

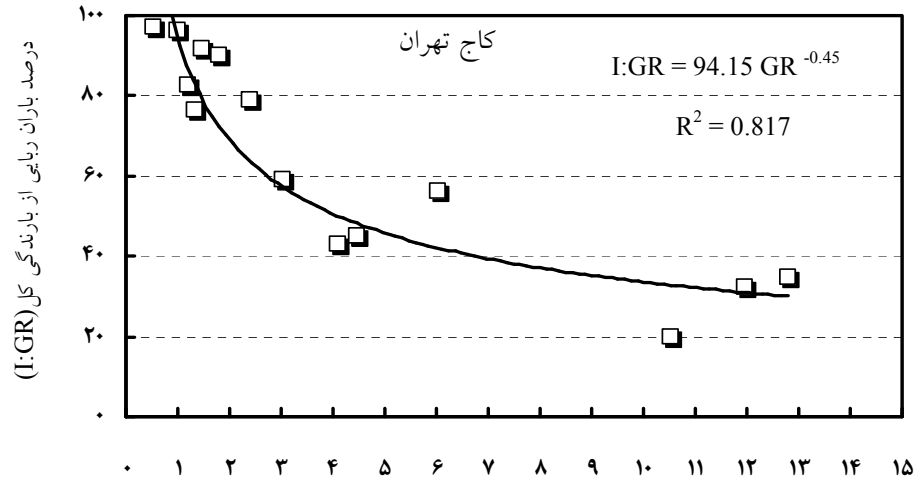
Archive of SID

www.SID.ir




شکل ۵- رابطه بین نسبت باران ربایی به بارندگی کل (I:GR) و بارندگی کل (GR) برای تک درختان کاج تهران در شهر بیارجمند استان سمنان در فصول بهار و تابستان (سال ۱۳۸۸) (هر نقطه نشان‌دهنده یک بارش می‌باشد)

همچنین رابطه بین نسبت باران‌ربایی به بارندگی کل و بارندگی کل یک رابطه توانی و کاهنده برای گونه کاج تهران ($R^2$=۰/۸۱۷) به دست آمد، یعنی با افزایش مقدار بارندگی این نسبت کاهش یافت (شکل ۶).




شکل ۶- رابطه بین نسبت باران‌ربایی به بارندگی کل (I:GR) و بارندگی کل (GR) برای تک درختان کاج تهران در شهر بیارجمند استان سمنان در فصول پاییز و زمستان (سال ۱۳۸۸) (هر نقطه نشان‌دهنده یک بارش می‌باشد)

www.SID.ir

## بحث

در طول یک سال اندازه‌گیری (سال ۱۳۸۸)، ۲۶ مورد بارندگی با مجموع عمق ۱۰۰/۶ میلیمتر اندازه‌گیری شد. مقدار باران‌ربایی در مجموع ۴۴/۸ میلیمتر (۴۴/۶ درصد از بارندگی کل دوره مطالعه) محاسبه شد. ضمن اینکه بیشترین میزان باران‌ربایی مربوط به فصل پاییز (۷۸/۲ درصد از بارندگی کل) و پس از آن مربوط به فصلهای تابستان (۵۰/۵ درصد از بارندگی کل)، بهار (۴۴/۱ درصد از بارندگی کل) و زمستان (۳۶/۹ درصد از بارندگی کل) بود. (جدول ۲).

تاکنون مطالعات زیادی بر روی تغییرات فصلی اجزای مختلف بارش در جنگلها صورت گرفته است، ( Zinke 1967) در مطالعه‌ای در یک جنگل آمیخته سوزنی برگ در شرق ویرجینیا اعلام نمود که مقدار ظرفیت نگهداری آب تاج پوشش بین فصول تابستان و زمستان ۶۰ درصد کاهش می‌یابد همچنین قربانی (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای بر روی تک درختان راش در راشستان‌های میان‌بند منطقه شصت کلاته گرگان بیشترین میزان باران‌ربایی را مربوط به فصل تابستان (۸۱/۹ ) درصد و کمترین مقدار آن مربوط به فصل بهار (۴۷/۱۱ ) درصد گزارش کردند.

دلایل بالا بودن میزان باران ربایی در فصل پاییز را می‌توان ناشی از این امر دانست که تمامی بارندگی‌های رخ داده در این فصل مربوط به طبقات ۲-۰ و ۴-۲ میلیمتری می‌باشند (شکل ۴) و طی بارندگی‌های کم، بخش زیادی از بارندگی صرف اشباع تاج پوشش می‌شود، اما با توجه به اینکه ظرفیت نگهداری آب تاج محدود است، طی بارندگی‌های زیاد، سهم بیشتری از بارندگی کل صرف تولید تاج بارش می‌شود و در نتیجه نسبت باران‌ربایی به بارندگی کل کاهش می‌یابد ( Rowe, 1983; Owens *et al*., 2006; Deguchi *et al*., 2006; Staelens *et al*., 2008; Sraj *et al*., 2008; Ahmadi *et al*., 2009).

طبقه‌بندی بارندگی نشان داد که تمامی بارندگی‌های رخ‌داده در طبقات بالای این تحقیق (۱۲ -۱۰ و ۱۴ -۱۲) مربوط به فصل زمستان می‌باشد و همانگونه که در بالا ذکر شد در بارندگی‌های با مقادیر زیاد برخلاف بارندگی‌های با مقادیر کم سهم باران ربایی از بارندگی کل کمتر می‌باشد ضمن اینکه سایر ویژگی‌های بارندگی مثل شدت بارندگی، طول مدت بارندگی و مداوم یا منقطع بودن بارندگی نیز می‌تواند منجر به اختلاف در میزان باران ربایی شود ( Lorens *et al*., 1997; Price *et al*., 1997; Cao *et al*.,2008).

بررسی روابط بین اجزا بارش (تاج‌بارش و باران‌ربایی) و بارندگی کل در طول فصول مختلف نشان داد که این روابط در طی فصول مختلف دارای روند مشابهی می‌باشند که با نتایج سایر مطالعات صورت گرفته در این زمینه مطابقت دارد (Cao *et al*., 2008). بطوری که درصد باران ربایی (بیان شده به صورت درصدی از بارندگی کل در هر بارندگی) با افزایش مقدار بارندگی کل کاهش می‌یابد (شکل‌های ۵ و۶). سایر مطالعات نیز این یافته را تایید می‌کند ( Llorens *et al*., 1997; Price *et al*., 1997; Xiao *et al*., 2000; Cao *et al*.,2008).

با توجه به تغییرات فصلی توزیع مجدد بارندگی در این مطالعه پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی جهت ارائه مدل‌های پیش‌بینی کننده اجزاء بارش بر اساس روابط بین اجزاء بارش در پروژه‌های جنگل‌کاری مدل‌های پیش‌بینی کننده به صورت فصول جداگانه ارائه شود.

## منابع


۱- کنشلو، ه.، ۱۳۸۰. جنگل‌کاری در مناطق خشک. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۵۱۶ صفحه.

۲- جزیره‌ای، م. ح.، ۱۳۸۱.. جنگل‌کاری در خشکبوم. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۵۵ صفحه.

3-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 growing season. Turkish Journal Agriculture and Forestry. 33: 557– 568.

4-Cao, Y., Ouyang, Z.Y., Zheng, H., Huang, Z.G., Wang, X.K. and Miao, h., 2008. Effects of forest plantation on rainfall


Archive of SID

www.SID.ir

redistribution and erosion in the red soil region of Southern China. Land Degradation Development. 19: 321-330.

5-Chang, M., 2004. Forest Hydrology: An Introduction to Water and Forests. CRC Press, 498 pp.

6-Crockford R.H. and Richardson D.P., 2000. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow, and interception: effect of forest type, ground cover and climate. Hydrological Processes. 14: 2903–2920.

7-Deguchi, A., Hattori, S. and Park, H., 2005. The influence of seasonal changes in canopy structure on interception loss: application of the revised Gash model. Journal of Hydrology. 319: 80–102.

8-Herbst, M., Roberts, J.M. and Rosier., 2006. Measuring and modeling the rainfall interception loss by hedgerows in southern England. Agricultural and Forest Meteorology. 141: 244–256.

9-Huttel, R.F., Schneider, B.U. and Farrell, E.P., 2000. Forests of the temperate region: gaps in knowledge and research needs. Forest Ecology and Management. 132: 83–96.

10-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.

11-Koichiro, K., Yuri, T., Nobuaki, T. and Isamu, K., 2001. Generation of stemflow volume and chemistry in a mature Japanese cypress forest. Hydrological Processes. 15: 1967–1978.

12-Llorens, P., Poch, R., Latron, J. and Gallart, F., 1997. Rainfall interception by a *Pinus sylvestris* forest patch overgrown in a Mediterranean mountainous abandoned area. I. Monitoring design and results down to the event scale. Journal of Hydrology. 199: 331–345.

13-Owens, M.K., Lyons, K.R. and Alegandro, C.L., 2006 Rainfall partitioning within semiarid juniper communities: effects of event size and canopy cover. Hydrological Processes. 20: 3179-3189.

14-Price, A.G., Dunham, K., Carleton, T. and Band, L., 1997. Variability of water fluxes through the black spruce (*Picea mariana*) canopy and feather moss (*Pleurozium schreberi*) carpet in the boreal forest of Northern Manitoba. Journal of Hydrology. 196: 310–323.

15- Rowe, L.K., 1983. Rainfall interception by an evergreen beech forest, Nelson, New Zealand. Journal of Hydrology, 66: 143-258.

16-Shachnovich, Y., Berliner, P.R. and Bar, P., 2008. Rainfall interception throughfall in a pine forest planted in an arid zone. Journal of Hydrology. 349: 168-177.

17-Sraj, M., M. Brilly and M. Mikos, 2008. Rainfall interception by two deciduous Mediterranean forests of contrasting stature in Slovenia, Agricultural and Forest Meteorology. 148: 121-134.

18-Staelens, J.A.D., Schrijver, K.V. and Verhoest, N., 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.

19-Xiao, Q.F., McPherson E.G., Ustin, S.L., Grismer, M.E. and Simpson, J.R., 2000. Winter rainfall interception by two mature open-grown trees in Davis, California. Hydrological Processes. 14: 763–784.

20-Zinke, P.J., 1967. Forest interception studies in the United States. In: Sopper, W.E., Lull, H.W. (Eds.), International Symposium on Forest Hydrology. Pergamon Press, New York, pp. 137–161.

Archive of SID

www.SID.ir

# Seasonal changes in rainfall redistribution by *Pinus eldarica* in an arid zone afforestaion of Iran

Hossein Bagheri [1], Pedram Attarod [2*], Seyed Mahmoud Hosseini Ghaleh Bahmani[1]
Vilma Bayramzadeh[3] and Mehrangiz Pouladian[4]

**Abstract**
The main aim of the present research was to measure rainfall interception loss (*I*) and throughfall (*TF)* and changes in the seasonal distribution of rainfall interception by individual trees of *Pinus eldarica* planted in the arid climate zone of Iran. The selected trees were located inside a forest plantation at Semnan province, where mean annual precipitation, and air temperature are 127 mm and 16˚C, respectively. The gross rainfall (*GR*) was measured by the mean of three hand-made collectors placed in an open area neighboring to the chosen trees. Eight throughfall (*TF*) collectors were positioned beneath the tree canopies to average into TF mean per species. Measurements were made on a rainfall event basis in a year, from March 2009 to March 2010. Averaged over all 26 events during the one year measurements, *I* depth was 44.8 mm (44.5% from GR*)*. Classification of rainfall during different seasons showed that the highest rainfall frequency was observed in the spring season within the class of 0-2 mm. Also, all rainfall occurred during the autumn season were related to classes 0-2 and 2-4 mm.

**Keywords**: arid zone, *Pinus eldarica*, rainfall interception, seasonal changes, afforestaion

Archive

1- M.Sc. Candidate, Forestry and Forest Economics Department, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iarn.
2- Forestry and Forest Economics Department, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Soil Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iarn.
4- Expert in Forest and Rangeland, Forestry and Forest Economics Department, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

www.SID.ir