

باران‌ربایی توده‌های دست کاشت بلندمازو، پلت و کاج بروسیا در فصل رویش

محیا تفضلی^۱، پدرام عطار^{۲*}، سیدمحمد حجتی^۳ و مهرسده تفضلی^۱

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. پست الکترونیک: attarod@ut.ac.ir

۳- دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۵/۰۶

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۸/۰۸

چکیده

تغییر مقدار باران‌ربایی و در پی آن تغییر بیلان آبی از مهم‌ترین پیامدهای جنگل‌کاری با گونه‌های بومی و غیربومی جهت احیای جنگل‌های مخروطه هیرکانی است. هدف از اجرای پژوهش پیش‌رو، مقایسه باران‌ربایی توده‌های دست کاشت بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A.Mey)، پلت (*Acer velutinum* Bioss) و کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten) در فصل رویش در جنگل دارابکلا-ساری بود. مقدار باران و تاج‌بارش از ۱۵ اردیبهشت تا ۱۵ آبان ۱۳۹۱ به ترتیب با استفاده از شش و ۲۰ عدد جمع‌آوری‌کننده پلاستیکی با قطر دهانه هشت سانتی‌متر اندازه‌گیری شدند. باران‌ربایی از تفاضل تاج‌بارش و بارندگی برآورد گردید. در مجموع ۲۰ مورد باران با عمق جمعی ۳۴۶/۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. مجموع عمق باران‌ربایی در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا به ترتیب ۸۶/۲، ۱۰۷/۹ و ۱۷۸/۳ میلی‌متر بود. نتایج نشان داد که باران‌ربایی در فصل خشک سال (از اردیبهشت تا شهریور ماه) بیشتر می‌باشد. بین درصد باران‌ربایی و بارندگی در هر سه توده همبستگی‌های معنی‌دار و کاهشی (ضریب تعیین در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا به ترتیب، ۰/۷۸۱، ۰/۷۱۶ و ۰/۶۱۸) مشاهده شد. برآورد میزان باران‌ربایی تاج‌پوشش در انتخاب گونه‌های مناسب و سازگار برای جنگل‌کاری در مناطق مخروطه ناحیه خزری و نیز برآورد بیلان آبی جنگل‌کاری‌ها حایز اهمیت است.

واژه‌های کلیدی: باران‌ربایی، بلندمازو، پلت، جنگل‌کاری، فصل رویش، کاج بروسیا.

مقدمه

که ظرفیت نگهداری آب تاج (Canopy water storage capacity) تکمیل و اشباع شد، تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین به صورت تاج‌بارش بر روی زمین می‌ریزد. بخش دیگری از بارش به صورت ساقاب بعد از جاری شدن بر روی شاخه‌ها و تنه به سطح زمین می‌رسد. آن قسمت از بارش که توسط تاج

باران هنگام برخورد با تاج درختان در جنگل به سه جزء تاج‌بارش (Throughfall)، ساقاب (Stemflow) و باران‌ربایی (Interception) تقسیم می‌شود. بارانی که بر روی تاج درختان می‌بارد، ابتدا تاج درختان را کاملاً خیس می‌کند و پس از آن

گونه‌های غیربومی بسیار کم‌توقع و تندرشد به‌ویژه در جوانی است (Hosseini & Mashkoor, 2007) که به‌دلیل نشان دادن سازگاری در برخی از مناطق ناحیه خزری از جمله کوهسارکنده در نکا (Mohammadnejad Kiasari et al., 2010) و زاغمرز در بهشهر (Kiasari et al., 2008) برای جنگل‌کاری مورد استفاده قرار گرفته است. این گونه از معروف‌ترین گونه‌ها از گروه کاج‌های مدیترانه‌ای است که در جنوب و شرق اروپا پراکنده است و از آن برای جنگل‌کاری در اراضی فقیر به‌عنوان گونه پیشاهنگ استفاده می‌کنند (Sadeghzadeh Hallaj & Rostaghi, 2011).

تاکنون پژوهش‌های زیادی در ارتباط با میزان باران‌ریایی گونه‌های مختلف بلوط، افرا و کاج انجام شده است. Herbst و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهش خود در انگلستان مقدار باران‌ریایی را در توده *Quercus robur* و *Betula pubescens* در فصل رویش ۲۹ درصد بیان کردند. Asadian (۲۰۱۰) در کانادا مقدار باران‌ریایی گونه *macrophyllum* را در فصل رویش ۳۵ درصد بیان کرد. Del و Molina (۲۰۱۲) مقدار باران‌ریایی گونه *Pinus halepensis* را در فصل رویش ۴۴ درصد بیان کردند.

با توجه به اینکه گونه‌های بلندمازو، پلت و بروسیا از جمله گونه‌های مهم برای جنگل‌کاری می‌باشند، هدف از اجرای این پژوهش اندازه‌گیری مقدار باران‌ریایی توده‌های دست‌کاشت بلندمازو، پلت و گونه غیربومی کاج بروسیا در فصل رویش بود. از سوی دیگر شناخت روابط چرخه هیدرولوژیک و مطالعه تأثیر گونه‌های مختلف بر کمیت باران رسیده به کف جنگل می‌تواند به مدیریت بهتر جنگل و انتخاب گونه‌های مناسب در امر جنگل‌کاری و احیا جنگل کمک نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

به‌منظور انجام این پژوهش، توده‌های دست‌کاشت

و تنه نگهداری شده و هم‌زمان و بعد از بارش تیخیر و از دسترس گیاهان خارج می‌شود را باران‌ریایی می‌نامند (Viville et al., 1993; Price & Carlyle-Moses, 2003).

جنگل‌های شمال کشور به‌دلیل بهره‌برداری‌های غیراصولی و عدم تجدید حیات طبیعی در مناطق مختلف در معرض تهدید قرار گرفته است و از این جهت می‌توان با انجام عملیات جنگل‌کاری (Reforestation) به احیاء آنها کمک نمود، اما نکته قابل توجه این است که پس از جنگل‌کاری عوامل زیستی رویشگاه تحت تأثیر گونه کاشته شده تغییر می‌یابند. به‌عنوان مثال، از مهم‌ترین تأثیراتی که جنگل‌کاری با گونه‌های بومی و غیربومی می‌تواند داشته باشد، اثر آن بر چرخه آب اکوسیستم است (Levia & Frost, 2003; Bryant et al., 2005) و این امر لزوم توجه به انتخاب گونه را علاوه بر ملاحظات مربوط به سازگاری با رویشگاه و نیز کمیت و کیفیت رویش توجیه می‌نماید. در حقیقت کاشت گونه‌های جدید بومی و غیربومی منجر به تغییر در مقدار باران رسیده به کف جنگل می‌شود. با توجه به اهمیت زیاد آب و چرخه آن در اکوسیستم‌های جنگلی، از دیدگاه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل بخشی از بارندگی که به کف جنگل می‌رسد، برای استقرار تجدید حیات گونه‌های درختی و درختچه‌ای که به مقدار بارندگی رسیده به کف جنگل وابستگی زیادی دارند، حائز اهمیت است (Ahmadi et al., 2009a).

سالانه جنگل‌کاری و احیاء جنگل‌ها توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در مناطق مخروبه و دانگ‌های تخریب یافته شمال کشور اجرا می‌شود که برای این منظور از گونه‌های بومی و غیربومی استفاده می‌شود (Mohammadnejad Kiasari et al., 2010). بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A.Mey.) و پلت (*Acer velutinum* Biess.) از جمله گونه‌های بومی مورد استفاده در جنگل‌کاری‌های شمال کشور می‌باشند (Khanjani Shirazi & Hemmati, 2004). کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten) نیز از

ساری و در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و در حدود ارتفاعی ۱۸۰ تا ۸۰۰ متر واقع شده است. زمان کاشت گونه‌های بلندمازو، پلت و بروسیا در پارسل ۳۹ سال ۱۳۷۰ و فاصله کاشت آنها ۲×۲ متر است (Anonymus, 1996).

بلندمازو، پلت و کاج بروسیا واقع در پارسل ۳۹ (ارتفاع از سطح دریا ۳۶۰ متر) طرح جنگلداری دارابکلا- ساری (حوزه ۷۴) به ترتیب با مساحت‌های یک، یک و ۰/۶ هکتار انتخاب شدند. مشخصات توده‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. جنگل دارابکلا در جنوب شرقی شهرستان

جدول ۱- مشخصات کمی توده‌های دست کاشت بلندمازو، پلت و بروسیا در جنگل دارابکلا-ساری (Hashemi, 2011)

گونه	مساحت (هکتار)	میانگین قطر (سانتی‌متر)	میانگین ارتفاع (متر)	درصد تاج پوشش	تعداد در هکتار
بلندمازو	۱	۲۱±۵	۱۸±۳	۷۰	۸۶۴
پلت	۱	۲۰±۵	۱۹±۳	۸۰	۲۹۲
بروسیا	۰/۶	۱۴±۳	۱۲±۱	۸۵	۵۴۱

اندازه‌گیری باران و تاج‌بارش مقدار باران و تاج‌بارش در دوره رویش از ۱۵ اردیبهشت تا ۱۵ آبان ۱۳۹۱ اندازه‌گیری شد. با توجه به مرور منابع تعداد جمع‌آوری‌کننده‌ها در فضای باز می‌تواند بین دو تا شش عدد متغیر باشد (Price & Carlyle-Moses, 2003). بنابراین در این پژوهش، مقدار باران با استفاده از شش عدد جمع‌آوری‌کننده پلاستیکی با قطر دهانه هشت سانتی‌متر (ارتفاع تقریبی ۳۰ سانتی‌متر) در نزدیک‌ترین فضای باز به توده‌های مورد بررسی، حداکثر ۲۴ ساعت پس از بارندگی به صورت دستی جمع‌آوری شد و حجم باران با کمک استوانه مدرج (دقت دو میلی‌لیتر) اندازه‌گیری شد. سپس با توجه به سطح ورودی هر جمع‌آوری‌کننده، عمق باران برای هر جمع‌آوری‌کننده تعیین و میانگین شش جمع‌آوری‌کننده به عنوان مقدار باران طی هر بارندگی در نظر گرفته شد (Ahmadi et al., 2009b; Bagheri et al., 2011; Hosseini et al., 2011).

به منظور جمع‌آوری تاج‌بارش، به دلیل همگن بودن

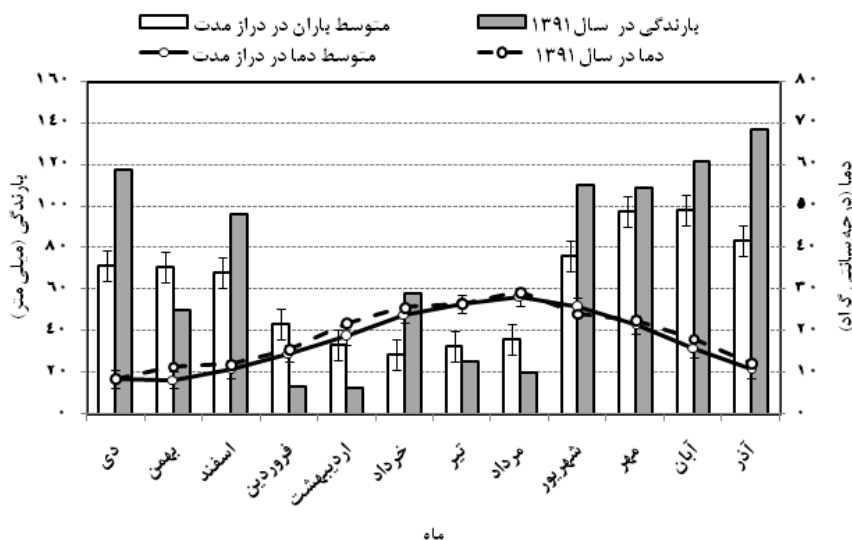
جهت عمومی پارسل ۳۹ شمال و شمال غربی، متوسط شیب حدود ۴۰ درصد و میانگین ارتفاع از سطح دریا در منطقه مورد مطالعه ۳۶۰ متر می‌باشد (Anonymus, 1996). براساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه ساری با فاصله تقریبی هفت کیلومتر از محل مورد مطالعه، طی ۲۵ سال (۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰) میانگین بارندگی سالانه و میزان بارش در فصل رویش (اردیبهشت تا آبان) به ترتیب ۷۴۱ میلی‌متر (خطای معیار ۷/۳۶ ± میلی‌متر) و ۴۰۲ میلی‌متر (خطای معیار ۱۲ ± میلی‌متر) اندازه‌گیری شده است. متوسط دمای سالانه و متوسط دما در فصل رویش به ترتیب ۱۷/۸ درجه سانتی‌گراد (خطای معیار ۲/۰۸ ± درجه سانتی‌گراد) و ۲۳ درجه سانتی‌گراد (خطای معیار ۴/۶ ± درجه سانتی‌گراد) می‌باشد (Anonymus, 2013). ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد ماه‌های خشک سال می‌باشند و با بهره‌گیری از فرمول دومارتن، منطقه مورد مطالعه در این پژوهش با شاخص خشکی ۲۷/۷ در طبقه اقلیمی نیمه مرطوب قرار می‌گیرد (De Martonne, 1925).

نتایج

مقایسه بارندگی و دمای درازمدت با دوره اندازه‌گیری تجزیه و تحلیل داده‌های اقلیمی در دوره اندازه‌گیری این پژوهش در فصل رویش (فروردین تا آبان ماه ۱۳۹۱) و مقایسه آن با آمار مشابه در درازمدت (۱۳۶۵-۱۳۹۰) در منطقه مورد مطالعه، نشان داد که متوسط بارندگی در فصل رویش سال ۱۳۹۱ (۶۵ میلی‌متر) نسبت به مقدار متوسط دراز مدت (۵۷ میلی‌متر) کمی بیشتر بود، به طوری که در ماه‌های اردیبهشت تا شهریور (بجز خرداد) کمتر از متوسط درازمدت و در ماه‌های شهریور تا آبان بیشتر از مقدار متوسط آن در درازمدت بود. متوسط دما در بازه زمانی این پژوهش (۲۴ درجه سانتی‌گراد) نیز بیشتر از مقدار متوسط مشابه آن در درازمدت (۲۳ درجه سانتی‌گراد) بود، به طوری که دما در ماه‌های فروردین تا آبان (بجز در تیر، شهریور و مهر) بیشتر از متوسط درازمدت ثبت شد (شکل ۱).

توده‌های مورد مطالعه و واریانس کم بین داده‌ها و همچنین با توجه به مرور منابع و تحقیقات مشابه، ۲۰ عدد جمع‌آوری‌کننده پلاستیکی با قطر دهانه هشت سانتی‌متر در هر یک از توده‌ها به صورت تصادفی نصب شد (Price & Carlyle-Moses, 2003). توزیع جمع‌آوری‌کننده‌ها به نحوی بود که کل توده‌ها را پوشش دهد (Price & Carlyle-Moses, 2003; Ahmadi et al., 2009b; Hosseini Ghale Bahmani et al., 2011). اندازه‌گیری حجم تاج بارش هم‌زمان با اندازه‌گیری حجم باران با استوانه مدرج انجام شد. میانگین تاج بارش ۲۰ جمع‌آوری‌کننده به عنوان تاج بارش هر توده در هر باران در نظر گرفته شد.

از آنجایی که ساقاب سهم بسیار کمی از بارش را به خود اختصاص می‌دهد و همچنین اندازه‌گیری آن به نسبت سهم اندک آن بسیار وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشد، به همین دلیل در این پژوهش از اندازه‌گیری آن صرف‌نظر شد (Rowe, 1983; Johnson, 1990; Ghorbani and Rahmani, 2008). بنابراین باران‌ریایی در هر بارش از تفاضل مقدار تاج بارش از مقدار باران محاسبه شد.



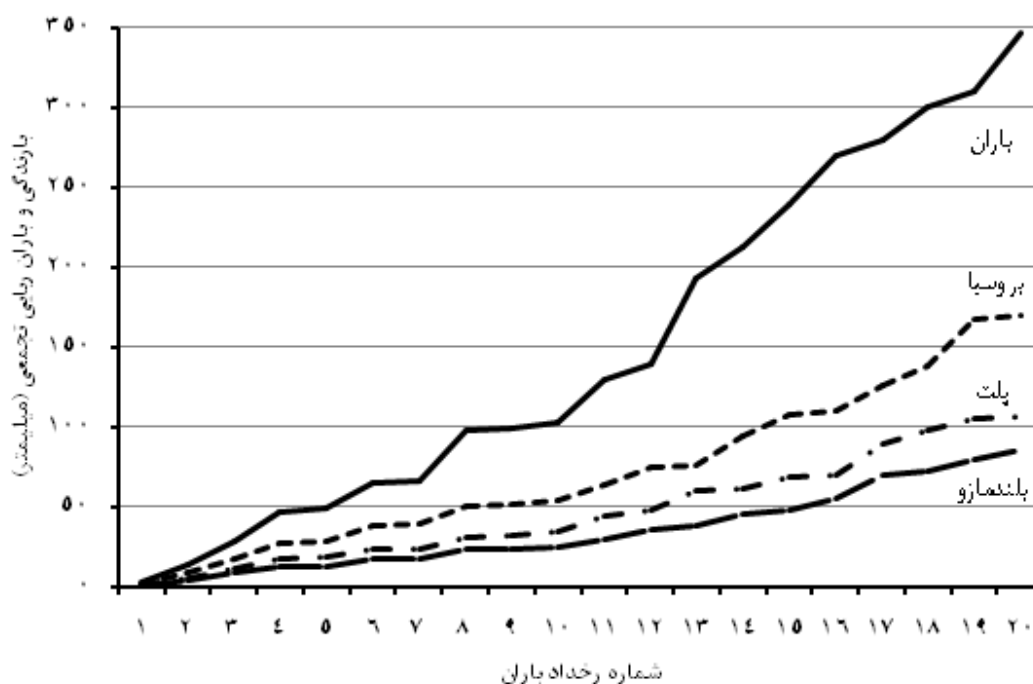
شکل ۱- متوسط بارندگی و دمای ماهانه براساس آمار هواشناسی ۲۵ ساله (۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰) ایستگاه هواشناسی ساری و مقایسه آن با بارندگی و دما در مدت اندازه‌گیری در این تحقیق (فصل رویش سال ۱۳۹۱) (بارها نشان‌دهنده خطای معیار می‌باشند)

تقسیم‌بندی باران

همان‌طور که ذکر شد، در فصل رویش ۲۰ مورد بارندگی با عمق تجمعی ۳۴۶/۵ میلی‌متر ثبت شد. کمترین، بیشترین و متوسط بارندگی در فصل رویش به ترتیب ۱/۱، ۳۵ و ۱۷/۳ میلی‌متر بود. مجموع عمق تاج‌بارش در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا به ترتیب ۲۶۰/۳ (۷۵ درصد از بارندگی

تجمعی)، ۲۳۸/۶ (۶۹ درصد از بارندگی تجمعی) و ۱۶۸/۲ (۴۹ درصد از بارندگی تجمعی) میلی‌متر بود.

مقدار بارانی که به صورت باران‌ریایی از دسترس توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا در طی دوره اندازه‌گیری خارج شد، به ترتیب ۸۶/۲، ۱۰۷/۹ و ۱۷۸/۳ میلی‌متر بود (شکل ۲). خلاصه پارامترهای اجزای بارش در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۲- باران و باران‌ریایی تجمعی در فصل رویش (۱۵ اردیبهشت الی ۱۵ آبان ۱۳۹۱) در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا در جنگل دارابکلا- ساری

جدول ۲- باران‌ریایی و تاج‌بارش در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا در فصل رویش (۱۵ اردیبهشت تا ۱۵ آبان ۱۳۹۱) در جنگل دارابکلا- ساری

توده	باران‌ریایی		متوسط تاج‌بارش در هر بارندگی (میلی‌متر)	متوسط باران‌ریایی در هر بارندگی (میلی‌متر)
	میلی‌متر	درصد		
بلندمازو	۸۶/۲	۲۵	۱۳	۴/۳
پلت	۱۰۷/۹	۳۱	۱۱/۹	۵/۴
بروسیا	۱۷۸/۳	۵۱	۸/۴	۸/۹

پلت و بلندمازو بود. به‌طورکلی طی فصل رویش در ماه‌های خشک، درصد باران‌ربایی توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا به ترتیب ۸۰، ۹۰ و ۱۰۴ میلی‌متر بود.

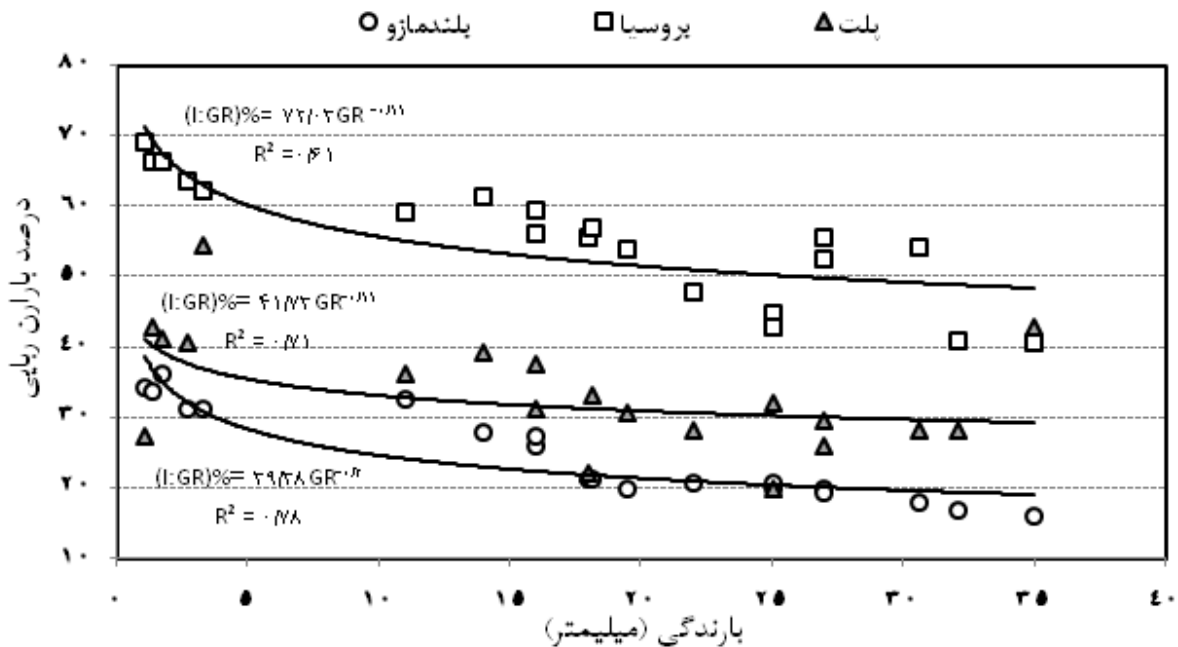
مطابق شکل ۳، در ماه‌های خشک سال (اردیبهشت تا شهریور) درصد باران‌ربایی هر سه گونه بیشتر است. در تمام طول فصل رویش، درصد باران‌ربایی در توده بلندمازو کمتر از توده پلت و درصد باران‌ربایی توده بروسیا بیشتر از توده‌های



شکل ۳- تغییرات درصد باران‌ربایی در ماه‌های خشک فصل رویش (۱۵ اردیبهشت الی ۱۵ آبان ۱۳۹۱) در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا در جنگل دارابکلا- ساری (بارها نشان‌دهنده خطای معیار می‌باشند)

بروسیا (ضریب تعیین ۰/۶۱) روابط معنی‌دار و کاهشی وجود دارد (شکل ۴). نتایج آزمون همبستگی بین درصد باران‌ربایی با مقدار باران در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا نشان داد که آماره F در روابط فوق به ترتیب ۶۴/۳۹، ۶۱/۲۵ و ۲۹/۱۵ می‌باشد که در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است.

مقایسه میانگین باران‌ربایی در ۲۰ رخداد بارندگی در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که بین توده‌های بلندمازو و پلت اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، اما بین توده بروسیا با هر دو توده پلت و بلندمازو اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج نشان داد که بین درصد باران‌ربایی و بارندگی در هر سه توده بلندمازو (ضریب تعیین ۰/۷۸)، پلت (ضریب تعیین ۰/۷۱) و



شکل ۴- رابطه بین درصد باران ریایی (I:GR) و بارندگی (GR) در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا در طول دوره اندازه‌گیری (۱۵ اردیبهشت تا ۱۵ آبان) در جنگل درابکلا- ساری (هر دایره، مربع و یا مثلث معرف یک رخداد باران است)

بحث

تاکنون در ایران در زمینه اندازه‌گیری اجزای بارش در ارتباط با گونه‌های بلندمازو، بروسیا و پلت مطالعاتی انجام نشده است. برخی از مطالعات انجام شده در زمینه درصد باران ریایی و تاج‌بارش گونه‌های افرا، بلوط و کاج در جدول ۳ ذکر شده است.

اختلاف مقادیر تاج‌بارش و باران ریایی در پژوهش پیش‌رو و سایر مطالعات انجام شده در این زمینه را می‌توان به تفاوت در خصوصیات بارش (مقدار، شدت، مدت و زمان وقوع) و شرایط اقلیمی (دما، سرعت باد و رطوبت نسبی) نسبت داد (Toba & Ohta, 2005; Deguch *et al.*, 2006).

در این تحقیق میزان تاج‌بارش و باران ریایی برای توده دست‌کاشت بلندمازو، پلت و بروسیا در فصل رویش (۱۵ اردیبهشت تا ۱۵ آبان ۱۳۹۱) اندازه‌گیری شد. مجموع عمق تاج‌بارش در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا به ترتیب ۲۶۰/۳ (۷۵ درصد از بارندگی تجمعی)، ۲۳۸/۶ (۶۹ درصد از بارندگی تجمعی) و ۱۶۸/۲ (۴۹ درصد از بارندگی تجمعی) میلی‌متر اندازه‌گیری شد. مقدار بارانی که به صورت باران ریایی از دسترس توده‌های پلت، بلندمازو و بروسیا در طی دوره اندازه‌گیری خارج شد، به ترتیب ۱۰۷/۹، ۸۶/۲ و ۱۷۸/۳ میلی‌متر بود.

جدول ۳- مطالعات انجام شده در ارتباط با درصد باران‌ریایی و تاج‌بارش در گونه‌های مختلف بلوط، افرا و کاج

منبع	درصد تاج بارش	درصد باران‌ریایی	محل مطالعه	دوره مطالعه	سطح مطالعه	گونه
پژوهش پیش‌رو	۷۵	۲۵	ساری - مازندارن	فصل رویش	توده	<i>Quercus castaneifolia</i>
André <i>et al.</i> , (2011)	۶۵	-	بلژیک	فصل رویش	توده	<i>Q. petraea</i>
Silva & Okumara, (1996)	۷۲	۱۰	ژاپن	فصل رویش	توده	<i>Q. serrata</i>
Toba & Ohta, (2005)	۷۲/۴	۲۴	ژاپن	فصل رویش	توده	<i>Q. acutissim</i>
Carlyle-Moses <i>et al.</i> (2004)	۷۸/۷	۱۸	مکزیک	سالانه	توده	<i>Q. serrata</i>
Herbst <i>et al.</i> , (2008)	۶۹	۲۹	انگلستان	فصل رویش	توده	<i>Q. robur and Betula pubescens</i>
پژوهش پیش‌رو	۶۹	۳۱	ساری - مازندارن	فصل رویش	توده	<i>Acer velutinum</i>
Asadian (2010)	۶۵	۳۵	ونکوور (کانادا)	فصل رویش	تک‌پایه	<i>A. macrophyllum</i>
Heather & Mary (2010)	۶۹	۲۱	ایالت متحده	فصل	تک‌پایه	<i>A. rubrum</i>
Norden (1991)	۷۰	۳۰	سوئد	فصل رویش	توده	<i>A. platanoides</i>
پژوهش پیش‌رو	۵۱	۴۹	ساری - مازندارن	فصل رویش	توده	<i>Pinus brutia</i>
Buttle & Farnsworth (2012)	۸۱	۱۳	انتاریو (کانادا)	سالانه	توده	<i>P. resinosa</i>
Molina & Del Campo (2012)	۵۶	-	والنسیا (اسپانیا)	فصل رویش	توده	<i>P. halepensis</i>
Uehara & Kume (2012)	۵۲	۴۸	ژاپن	سالانه	توده	<i>P. pumila</i>

گزارش کرده‌اند (Price & Carlyle-Moses, 2003; Link *et al.*, 2004; Staelens *et al.*, 2008). هنگام بارندگی، مقداری از آب باران از فضای خالی بین تاج درختان عبور می‌کند و بخش دیگر آن با تاج درختان برخورد می‌کند که ممکن است روی آنها باقی بماند و یا تبخیر شود. هرچه تاج درخت

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که با افزایش مقدار باران در فصل رویش، درصد باران‌ریایی در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا کاهش می‌یابد (شکل ۴). پژوهش‌های متعدد در ارتباط با میزان تاج‌بارش و باران‌ریایی در مورد گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در فصل رویش نیز همین نتایج را

فیزیولوژیک گیاهان به شمار می‌رود و همچنین مقدار بارشی که به بستر جنگل می‌رسد برای استقرار زادآوری گونه‌های درختی و درختچه‌ای اهمیت زیادی دارد، بنابراین باید در انتخاب گونه جهت جنگل‌کاری به مقدار باران‌رایی گونه‌ها و مقدار باران رسیده به کف جنگل نیز توجه کرد. همچنین با آگاهی از مقدار باران‌رایی و مقدار آبی که به کف جنگل می‌رسد، می‌توان به استقرار تجدید حیات طبیعی گونه‌های درختی جنگلی از طریق عملیات تنک کردن کمک کرد تا علاوه بر استقرار تجدید حیات طبیعی، نیاز آبی پوشش گیاهی بستر جنگل نیز تأمین شود. در مجموع نتایج این بررسی نشان داد که در فصل رویش مقدار باران‌رایی گونه بروسیا بیشتر از گونه‌های پلت و بلندمازو بود و همچنین مقدار آن در توده پلت نیز بیشتر از توده بلندمازو بود. با توجه به اینکه باران‌رایی در مطالعات مربوط به تراز آبی در جنگل‌کاری‌های ناحیه خزری مورد بررسی قرار نگرفته است، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده به آن توجه بیشتری شود. همچنین پیشنهاد می‌شود میزان باران‌رایی تاج‌پوشش به‌عنوان عامل اصلی اتلاف مقدار آب رسیده به کف جنگل در کنار سایر موارد و فاکتورهای مهم در انتخاب گونه‌های مناسب و سازگار جنگل‌کاری در ناحیه خزری مورد توجه قرار گیرد.

References

- Ahmadi, M.T., Attarod, P., Marvi Mohadjer, M.R., Rahmani, R. and Fathi, J., 2009a. Canopy interception loss in a pure oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand during the summer season. *Iranian Journal of Forest*, 1(2): 175-185 (In Persian).
- Ahmadi, M.T., Attarod, P., Marvi Mohadjer, M.R., Rahmani, R. and Fathi J., 2009b. Partitioning rainfall into throughfall, stemflow, and interception loss in an oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest during growing season. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33: 557- 568.
- André, F., Jonard, M., Jonard, F. and Ponette, Q., مترکم‌تر باشد، ظرفیت ذخیره آب آن بیشتر است. وقتی مقدار باران بیشتر از ظرفیت ذخیره تاج درخت باشد، مقدار آب اضافی به صورت تاج‌بارش به زمین می‌رسد. در بارش‌هایی با حجم کم، تاج پوشش دیرتر اشباع شده و آب باران صرف اشباع تاج می‌شود و اتلاف باران به واسطه فرآیند تبخیر افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، آب بیشتری به صورت باران‌رایی از دسترس توده خارج می‌شود. با افزایش مقدار باران، ظرفیت نگهداری تاج‌پوشش سریع اشباع می‌شود و تاج قادر به نگهداری بیشتر آب نخواهد بود، در نتیجه آب بیشتری به واسطه تاج‌بارش به کف جنگل می‌رسد (André *et al.*, 2011).
- نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که میزان باران‌رایی در توده پلت بیشتر از توده بلندمازو و در توده بروسیا از هر دو توده پلت و بلندمازو بیشتر است. علت تفاوت در میزان باران‌رایی در گونه‌های مورد مطالعه می‌تواند ناشی از تراکم تاج، شاخص سطح برگ، شکل برگ، زاویه شاخه‌ها، ظرفیت ذخیره تاج، زبری سطح برگ و شاخه‌ها و قابلیت هدایت قطره باران توسط برگ‌ها باشد (Crockford & Richardson, 2000; Levia & Frost, 2003; Pypker *et al.*, 2005). در بخش دیگری از نتایج مشخص شد که میزان باران‌رایی در فصل تابستان بیشتر از فصل پاییز بوده است. علت این تفاوت، متغیر بودن شرایط اقلیمی در فصول مختلف می‌باشد. مهمترین پارامتر هواشناسی تأثیرگذار بر مقدار باران‌رایی دما است (Asadian, 2010). در فصل تابستان به علت گرم بودن هوا و در نتیجه گرم شدن سطح تاج، مقدار باران‌رایی بیشتر از فصل پاییز است (Hoseini Ghaleh Bahmani *et al.*, 2011).
- اندازه‌گیری مقدار باران‌رایی در جنگل‌های پهن‌برگ خزان‌کننده نشان می‌دهد که میزان باران‌رایی در فصل رویش بیشتر از فصل خزان است (Zinke, 1967; Leyton *et al.*, 1967).
- از آنجایی‌که آب اصلی‌ترین عامل در فرآیندهای

- Research, 16(4): 638-6248 (In Persian).
- Hashemi, S.F., 2011. Comparison of growth, tree nutrition, nutrient cycling and soil properties in tree species planted in Darabkola-Sari. M. Sc. thesis, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (In Persian).
 - Heather, D.A. and Mary, A.A., 2010. Implications of a predicted shift from upland oaks to red maple on forest hydrology and nutrient availability. *Canadian Journal of Forest Research*, 40: 716-726.
 - Herbst, M., Rosier, P.T.W., McNeil, D.D., Harding, R.J. and Gowing, D.J., 2008. Seasonal variability of interception evaporation from the canopy of a mixed deciduous forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148: 1655-1667.
 - Hosseini Ghaleh Bahmani, S.M., Attarod, P. and Ahmadi, M.T., 2011. Rainfall redistribution in natural pure stands of *Quercus castaneifolia* C.A.Mey. and *Fagus orientalis* L. in Caspian forests (Case study: Kheyrod forest), *Iranian Journal of Forest*, 3(3): 253-264 (In Persian).
 - Hosseini, S.Z. and Mashkoo, M., 2007. Effect of age of Kalaleh Brutian Pine (*Pinus brutia* Michx.) tree on its wood chemical composition and Kraft pulp properties. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 14(1): 72-80 (In Persian).
 - 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.
 - Khanjani Shirazi, B. and Hemmati, A., 2004. Measuring of suitable time oak (*Quercus cataneifolia*) plantation in western Guilan forest of Iran. *Pajouhesh & Sazandegi*, 70: 2-9 (In Persian).
 - Kiasari, Sh.M., Sardabi, H., Mousavi Garmestani, S.A., Borhani, A., Karandeh, M., Bozorgnejad, R. and Ghasemi, S., 2008. Effect of sowing date on growth and survival of Brutian Pine (*Pinus brutia*) and Mediterranean Cypress (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) in eastern Mazandaran (Passand Research Station). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(2): 251-261 (In Persian).
 - Levia, Jr., D.F. and Frost, E.E., 2003. A review and evaluation of stemflow literature in the 2011. Spatial and temporal patterns of throughfall volume in a deciduous mixed-species stand. *Journal of Hydrology*, 400: 244-254.
 - Anonymus, 1996. Forest Management Plan of Darabkola Forest. Published by Forests, Range and Watershed Management Organization of Iran, 82p (In Persian).
 - Anonymus, 2013. Statistics of synoptic stations, Meteorological Organization of Mazandaran Province, 28p (In Persian).
 - Asadian, Y., 2010. Rainfall interception in an urban environment. B. Sc. thesis, The University of British Columbia, 84p.
 - Bagheri, H., Attarod, P., Etemad, V., Sharafieh, H., Ahmadi, M.T. and Bagheri, M., 2011. Rainfall interception loss by *Cupressus arizonica* and *Pinus eldarica* in an arid zone afforestation of Iran (Biyarjomand, Shahrud). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(2): 314-325 (In Persian).
 - Bryant, M.L., Bhat, S. and Jacobs, J.M., 2005. Measurements and modeling of throughfall variability for five forest communities in the southeastern US. *Journal of Hydrology*, 312: 95-108.
 - Buttle, J.M. and Farnsworth, A.G., 2012. Measurement and modeling of canopy water partitioning in a reforested landscape: The Ganaraska Forest, southern Ontario, Canada. *Journal of Hydrology*, 467: 103-114.
 - Carlyle-Moses, D.E., Flores-Laureano, J.S. and Price A.G., 2004. Throughfall and throughfall spatial variability in Mediterranean oak forest communities of northeastern Mexico. *Journal of Hydrology*, 297: 124-135.
 - 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.
 - De Martonne, E. (1926). Aréisme et indice aridite. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 182, 1395-1398.
 - Ghorbani, S. and Rahmani, R., 2008. Estimating of interception loss, stemflow and throughfall in a natural stand of oriental Beech (Shastkalateh forest). *Iranian Journal of Forest and Poplar*

- Rowe, L.K., 1983. Rainfall interception by an evergreen beech forest, Nelson, Newzealand. *Journal of Hydrology*, 66(1-4): 143-158.
- Sadeghzadeh Hallaj, M.H. and Rostaghi, A.A., 2011. Study on growth performance of Turkish pine (Case study: Arabdagh afforestation plan, Golestan province). *Iranian Journal of Forest*, 3(3): 201-212 (In Persian).
- Silva, I.C. and Okumura, T., 1996. Throughfall, stemflow and interception loss in mixed white oak forest (*Quercus serrata* Thunb). *Journal of Forest Research*, 1: 123-129.
- Staelens, J., De Schrijver, A., Verheyen, K. and Verhoest, N.E.C., 2008. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow, and interception within a single beech (*Fagus sylvatica* L.) canopy: Influence of foliation, rain event characteristics, and meteorology. *Hydrological Processes*, 22: 33-45.
- Toba, T. 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.
- Uehara, Y. and Kume, A., 2012. Erratum- Canopy rainfall interception and fog capture by *Pinus pumila* regal at Mt. Tateyama in the Northern Japan Alps, Japan. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 44(2): 255-255.
- 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.
- Zinke, P.J., 1967. Forest interception study in the United States. In: Sopper, W.E. and Lull, H.W. (Eds.), *International Symposium on Forest Hydrology*. Oxford: 137-161.
- hydrologic and biogeochemical cycles of forested and agricultural ecosystems. *Journal of Hydrology*, 274: 1-29.
- Leyton, L., Reynolds, E.R.C. and Thompson, F.B., 1967. Rainfall interception in forest and moorland. In: Sopper, W.E., Lull, H.W. (Eds.), *International Symposium on Forest Hydrology*, Pennsylvania State University: 163-178.
- Link, T.E., Unsworth, M. and Marks, D., 2004. The dynamics of rainfall interception by a seasonal temperate rainforest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124: 171-191.
- Mohammadnejad Kiasari, Sh., Sagheb-Talebi, Kh., Rahmani, R., Adeli, E., Jafari B. and Jafarzadeh, H., 2010. Quantitative and qualitative evaluation of plantations and natural forest at Darabkola, east of Mazandaran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(3): 337-351 (In Persian).
- Molina, A.J. and Del Campo, A.D., 2012. The effects of experimental thinning on throughfall and stemflow: A contribution towards hydrology-oriented silviculture in Aleppo pine plantations. *Forest Ecology and Management*, 269: 206-213.
- Norden, U., 1991. Acid deposition and throughfall fluxes of elements as related to tree species in deciduous forests of south Sweden. *Water, Air, and Soil Pollution*, 60: 209-230.
- 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 rainfall: examples from a young and an old-growth Douglas-fir forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 130: 113-129.

Rainfall interception by *Quercus castaneifolia*, *Acer velutium*, and *Pinus brutia* plantations within the growing season in Darabkola Forest of Mazandaran Province

M. Tafazoli¹, P. Attarod^{2*}, S.M. Hojjati³ and M. Tafazoli¹

1- Ph.D. Student, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2*- Corresponding author, Associate Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: attarod@ut.ac.ir

3- Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: 10.30.2013

Accepted: 07.28.2014

Abstract

Changes in rainfall interception and consequently in water balance cause essential effects on reforestation by indigenous and exotic tree species in the degraded areas of the Caspian forests. The aim of the present study was to compare the interception of *Quercus castaneifolia*, *Acer velutium*, and *Pinus brutia* plantations during the growing season in Darabkola Forest in eastern part of Mazandaran province in northern Iran. The amount of rainfall (GR) and throughfall (TF) were measured from May to November 2012 by 6 and 20 polyethylene manual gauges with 8 cm diameter each. The rainfall interception was estimated as the difference between TF and GR. During the measurement period 20 rainfall events were recorded. The amount of cumulative GR depth was 346.5 mm. Moreover, the cumulative rainfall interception of *Q. castaneifolia*, *A. velutium*, and *P. brutia* were 86.2 mm, 107.9 mm and 178.3 mm, respectively. The results showed that the rainfall interception was higher during the dry season, from April to September. In addition, significant correlations were observed between rainfall interception and the relative interception for the three plantations ($r^2 = 0.781$, 0.716 and 0.618 for *Q. castaneifolia*, *A. velutium* and *P. brutia*, respectively). It is concluded that estimating the amount of rainfall interception is crucial for selecting adapted species for reforestation in the Caspian forests. It is also a prerequisite for calculation of the water balance within reforestations.

Keywords: Rainfall interception, *Quercus castaneifolia*, *Acer velutium*, plantations, growing season, *Pinus brutia*.