فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۳ شماره ۱، صفحه ۱۲-۱، (۱۳۹۴)

باران‌ربایی توده‌های دست‌کاشت بلندمازو، پلت و کاج بروسیا در فصل رویش

محیا تفضلی[۱]، پدرام عطارد[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 دریافت: ۹۲/۰۸/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۵/۰۶

چکیده

تغییر مقدار باران‌ربایی و در پی آن تغییر بیلان آبی از مهم‌ترین پیامدهای جنگل‌کاری با گونه‌های بومی و غیربومی جهت احیای جنگل‌های مخروبه 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 تجمعی 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 مخروبه ناحیه خزری و نیز برآورد بیلان آبی جنگل‌کاری‌ها حایز اهمیت است.

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

مقدمه

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

و تنه نگهداری شده و هم‌زمان و بعد از بارش تبخیر و از دسترس گیاهان خارج می‌شود را باران‌ربایی 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* Bioss.) ازجمله گونه‌های بومی مورد استفاده در جنگل‌کاری‌های شمال کشور می‌باشند (Khanjani Shirazi & Hemmati, 2004). کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten) نیز از گونه‌های غیربومی بسیار کم‌توقع و تندرشد به‌ویژه در جوانی است (Hosseini & Mashkoor, 2007) که به‌دلیل نشان دادن سازگاری در برخی از مناطق ناحیه خزری ازجمله 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 باران‌ربایی گونه‌های مختلف بلوط، افرا و کاج انجام شده است. Herbst و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهش خود در انگلستان مقدار باران‌ربایی را در توده *Quercus robur* و *Betula pubescens* در فصل رویش ۲۹ درصد بیان کردند. Asadian (۲۰۱۰) در کانادا مقدار باران‌ربایی گونه *Acer macrophyllum* را در فصل رویش ۳۵ درصد بیان کرد. Molina و Del Campo (۲۰۱۲) مقدار باران‌ربایی گونه *Pinus halepensis* را در فصل رویش ۴۴ درصد بیان کردند.

با توجه به اینکه گونه‌های بلندمازو، پلت و بروسیا ازجمله گونه‌های مهم برای جنگل‌کاری می‌باشند، هدف از اجرای این پژوهش اندازه‌گیری مقدار باران‌ربایی 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 موردمطالعه

به‌منظور انجام این پژوهش، توده‌های دست کاشت

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

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

گونه	مساحت (هکتار)	میانگین قطر (سانتی‌متر)	میانگین ارتفاع (متر)	درصد تاج‌پوشش	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

جهت عمومی پارسل ۳۹ شمال و شمال‌غربی، متوسط شیب حدود ۴۰ درصد و میانگین ارتفاع از سطح دریا در منطقه موردمطالعه۳۶۰ متر می‌باشد (Anonymus, 1996). براساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه ساری با فاصله تقریبی هفت کیلومتر از محل موردمطالعه، طی ۲۵ سال (۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰) میانگین بارندگی سالانه و میزان بارش در فصل رویش (اردیبهشت تا آبان) به‌ترتیب 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 به‌ترتیب 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 موردمطالعه در این پژوهش با شاخص خشکی ۲۷/۷ در طبقه اقلیمی نیمه‌مرطوب قرار می‌گیرد (De Martonne, 1925).

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 به‌صورت 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 جمع‌آوری کننده به‌عنوان مقدار باران طی هر بارندگی درنظر گرفته شد (Ahmadi *et al.*, 2009b; Bagheri *et al.*, 2011; Hosseini Ghale Bahmani *et al.*, 2011).

به‌منظور جمع‌آوری تاج‌بارش، به‌دلیل همگن بودن

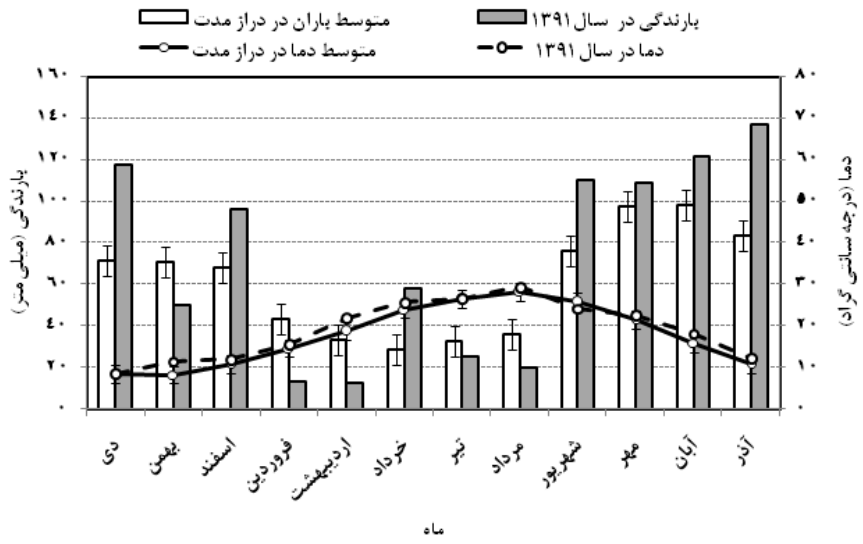
توده‌های موردمطالعه و واریانس کم بین داده‌ها و همچنین با توجه به مرور منابع و تحقیقات مشابه، ۲۰ عدد جمع‌آوری‌کننده پلاستیکی با قطر دهانه هشت سانتی‌متر در هر یک از توده‌ها به‌صورت تصادفی نصب شد (Price & Carlyle-Moses, 2003). توزیع جمع‌آوری‌کننده‌ها به‌نحوی بود که کل توده‌ها را پوشش دهد (Price & Carlyle-Moses,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

از آنجایی‌که ساقاب سهم بسیار کمی از بارش را به‌خود 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 باران‌ربایی در هر بارش از تفاضل مقدار تاج‌بارش از مقدار باران محاسبه شد.

نتایج

مقایسه بارندگی و دمای درازمدت با دوره اندازه‌گیری

تجزیه‌وتحلیل داده‌های اقلیمی در دوره اندازه‌گیری این پژوهش در فصل رویش (فروردین تا آبان ماه ۱۳۹۱) و مقایسه آن با آمار مشابه در درازمدت (۱۳۹۰–۱۳۶۵) در منطقه موردمطالعه، نشان داد که متوسط بارندگی در فصل رویش سال ۱۳۹۱ (۶۵ میلی‌متر) نسبت به مقدار متوسط دراز مدت (۵۷ میلی‌متر) کمی بیشتر بود، به‌طوری‌که 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، به‌طوری‌که دما در ماه‌های فرودین تا آبان (بجز در تیر، شهریور و مهر) بیشتر از متوسط درازمدت ثبت شد (شکل ۱).

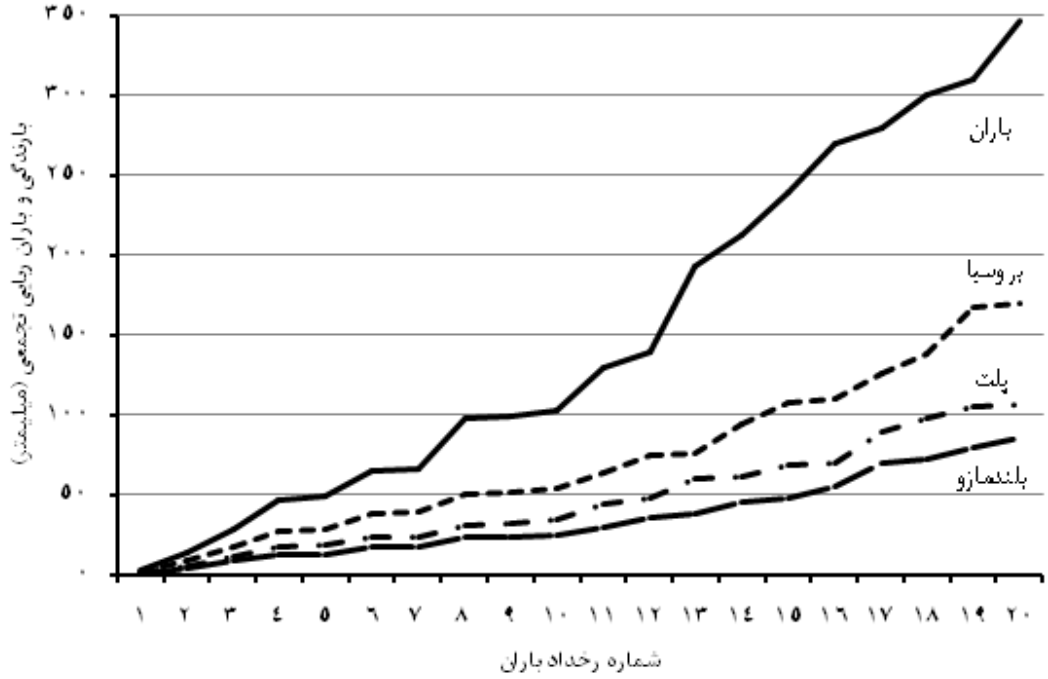


شکل ۱– متوسط بارندگی و دمای ماهانه براساس آمار هواشناسی ۲۵ ساله (۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰) ایستگاه هواشناسی ساری و مقایسه آن با بارندگی و دما در مدت اندازه‌گیری در این تحقیق (فصل رویش سال ۱۳۹۱) (بارها نشان‌دهنده خطای معیار می‌باشند)

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 به‌ترتیب ۱/۱، ۳۵ و ۱۷/۳ میلی‌متر بود. مجموع عمق تاج‌بارش در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا به‌ترتیب 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 به‌صورت باران‌ربایی از دسترس توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا در طی دوره اندازه‌گیری خارج شد، به‌ترتیب ۸۶/۲، ۱۰۷/۹ و ۱۷۸/۳ میلی‌متر بود (شکل ۲). خلاصه پارامترهای اجزای بارش در جدول ۲ ارائه شده است.

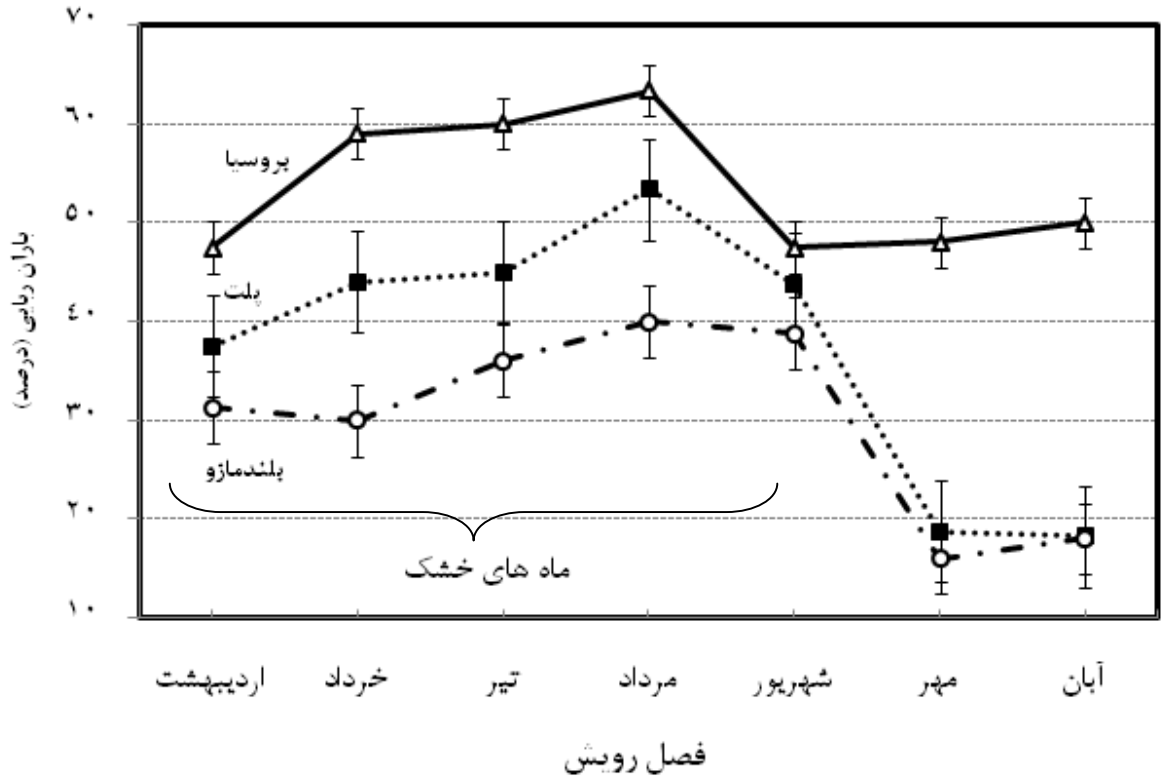


شکل ۲- باران و باران‌ربایی تجمعی در فصل رویش (۱۵ اردیبهشت الی ۱۵ آبان ۱۳۹۱) در توده‌های بلندمازو، پلت و بروسیا در جنگل دارابکلا- ساری

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

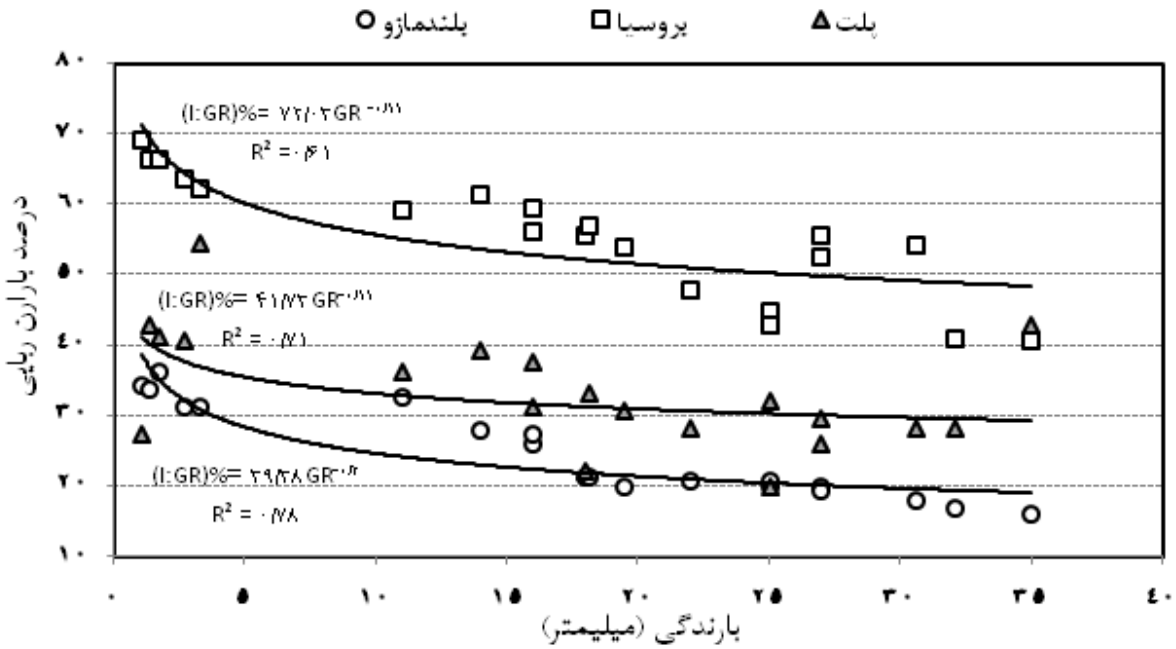
توده	باران‌ربایی		متوسط تاج‌بارش در هر بارندگی	متوسط باران‌ربایی در هر بارندگی
	میلی‌متر	درصد	(میلی‌متر)	(میلی‌متر)
بلندمازو	۸۶/۲	۲۵	۱۳	۴/۳
پلت	۱۰۷/۹	۳۱	۱۱/۹	۵/۴
بروسیا	۱۷۸/۳	۵۱	۸/۴	۸/۹

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



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

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 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 به‌ترتیب ۶۴/۳۹، ۶۱/۲۵ و ۲۹/۱۵ می‌باشد که در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است.



شکل ۴- رابطه بین درصد باران‌ربایی (**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

در این تحقیق میزان تاج‌بارش و باران‌ربایی 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 به‌ترتیب 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 به‌صورت باران‌ربایی از دسترس توده‌های پلت، بلندمازو و بروسیا در طی دوره اندازه‌گیری خارج شد، به‌ترتیب ۱۰۷/۹، ۸۶/۲ و ۱۷۸/۳ میلی‌متر بود.

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

اختلاف مقادیر تاج‌بارش و باران‌ربایی در پژوهش پیش‌رو و سایر مطالعات انجام‌شده 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).

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

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

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

متراکم‌تر باشد، ظرفیت ذخیره آب آن بیشتر است. وقتی مقدار باران بیشتر از ظرفیت ذخیره تاج درخت باشد، مقدار آب اضافی به‌صورت تاج‌بارش به زمین می‌رسد. در بارش‌هایی با حجم کم، تاج پوشش دیرتر اشباع شده و آب باران صرف اشباع تاج می‌شود و اتلاف باران به‌واسطه فرآیند تبخیر افزایش می‌یابد. به‌عبارت دیگر، آب بیشتری به‌صورت باران‌ربایی 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 به‌واسطه تاج‌بارش به کف جنگل می‌رسد (André *et al.*, 2011).

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که میزان باران‌ربایی در توده پلت بیشتر از توده بلندمازو و در توده بروسیا از هر دو توده پلت و بلندمازو بیشتر است. علت تفاوت در میزان باران‌ربایی در گونه‌های موردمطالعهمی‌تواند 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 باران‌ربایی 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 باران‌ربایی دما است (Asadian, 2010). در فصل تابستان به علت گرم بودن هوا و در نتیجه گرم شدن سطح تاج، مقدار باران‌ربایی بیشتر از فصل پاییز است (Hoseini Ghaleh Bahmani *et al.*, 2011). اندازه‌گیری مقدار باران‌ربایی در جنگل‌های پهن‌برگ خزان‌کننده نشان می‌دهد که میزان باران‌ربایی در فصل رویش بیشتر از فصل خزان است (Zinke, 1967; Leyton *et al*, 1967).

از آنجایی‌که آب اصلی‌ترین عامل در فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهان به‌شمار 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 باران‌ربایی گونه‌ها و مقدار باران رسیده به کف جنگل نیز توجه کرد. همچنین با آگاهی از مقدار باران‌ربایی 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 باران‌ربایی 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 باران‌ربایی 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 باران‌ربایی 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.,

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 afforestaion of Iran (Biyarjomand, Shahroud). 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 artidite. 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 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: Kheyrud forest), Iranian Journal of Forest, 3(3): 253-264 (In Persian).
- Hosseini, S.Z. and Mashkoor, M., 2007. Effect of age of Kalaleh Brutian Pine (*Pinus brutia* Michx.) tree on it's 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 Brutain 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

- 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. Tafazoli [1], P. Attarod [2*], S.M. Hojjati [3] and M. Tafazoli [1]

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*.