مجله تحقیقات علوم و مهندسی جنگل

سال اول، پیش شماره سوم، پاییز ۱۳۹۰

اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب توسط پوست گونه کاج تهران (*Pinus eldarica*)

مریم السادات مطهری[۱]، پدرام عطارد[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/٦/۵

چکیده

ظرفیت نگهداری آب توسط پوست درختان جهت درک فرآیندهای تاج‌بارش و ساقاب در اکوسیستم‌های جنگلی ضروری است. تحقیق حاضر با هدف اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب توسط پوست کاج تهران (*Pinus eldarica*) ٤٠ ساله با میانگین قطر ۲۵ سانتیمتر صورت گرفت. برای این منظور ۲۲ نمونه پوست برای مدت ۱ ماه در هوای آزاد خشک شدند. سپس نمونه‌ها در آزمایشگاه به مدت بیش از ۷۲ ساعت کاملا در آب غوطه‌ور شدند. طی این مدت، تا ٢٤ ساعت اول، هر ٦ ساعت و سپس هر ٢٤ ساعت نمونه‌ها وزن شدند. جهت تعیین وزن خشک، نمونه‌های پوست بیرون از آب قرار گرفتند و درصد از دست دادن آب نمونه‌ها بعد از ۱، ۲، ۳ و ٢٤ ساعت، با مقایسه وزن مرطوب آنها، اندازه‌گیری شد. اندازه آب جذب شده توسط پوست گونه کاج تهران حدود ۰/۳۳۷ گرم بر سانتیمتر مکعب برآورد شد که از این مقدار، حدود ٦٨ درصد آب، در ٢٤ ساعت اول، ۱۷ درصد در ٢٤ ساعت دوم و ۱۵ درصد در ٢٤ ساعت سوم بعد از غوطه‌ور کردن نمونه‌ها جذب پوست گردید. همچنین بعد از گذشت ٢٤ ساعت از خشک کردن نمونه‌ها در هوای آزاد، به طور میانگین حدود ۰/۱٦ گرم بر سانتیمتر مکعب از آب جذب شده توسط نمونه‌ها تبخیر گردید. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که پوست درخت کاج تهران با قطر حدود ۲۵ سانتیمتر مجموعاً حدود ۱۵/۳ لیتر بر متر مربع آب جذب می‌کند. مقدار قابل توجه جذب آب توسط پوست در گونه کاج تهران با توجه به سطح وسیعی که این گونه در مناطق خشک و نیمه خشک به خود اختصاص داده است، تأثیر قابل توجهی روی ژئواکولوژی و هیدرولوژی جنگل‌های سوزنی‌برگ دارد.

کلمات کلیدی: کاج تهران، ظرفیت نگهداری آب پوست، منطقه نیمه خشک

۱- کارشناس ارشد جنگل شناسی و اکولوژی جنگل، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲- دانشیار گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

*- نویسنده مسئول: پست الکترونیک:attarod@ut.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

مقدار بارانی که در مناطق جنگلی به سطح زمین می‌رسد به دو صورت تاج‌بارش و ساقاب دیده می‌شود که در مجموع بخش زیادی از بارندگی را به خود اختصاص می‌دهند (Carlyle-Moses and Price, 1999; Kuraji et al., 2001; Muoghalu and Oakhumen, 2000; Iroume´ and Huber, 2002). ساقاب کمتر از ۵ درصد باران را برای گونه‌های درختی سوزنی‌برگ و برخی گونه‌های درختی خاص تشکیل می‌دهد و از ۵ تا بیش از ۱۰ درصد باران هم در گونه‌های دیگر درختی به صورت ساقاب به سطح جنگل می‌رسد (Ivens et al., 1989; Tang, 1996; Herwitz and Levia, 1997; Chang and Matzner, 2000a; Ho¨ lscher et al., 2003).

اندازه هر کدام از بخش‌های بارندگی (باران‌ربایی، تاج‌بارش و ساقاب) تولید شده توسط تاج‌پوشش درختان به خصوصیات مختلف درخت مانند ساختمان، اندازه و سن آن، سطح پوست و ضخامت پوست (Herwitz, 1987; Price and Watters, 1989; Levia and Herwitz, 2002; Levia, 2004)، شرایط آب و هوایی (Opakunle, 1989; Xiao et al., 2000; Kuraji et al., 2001; Levia, 2004) و فصول مختلف (Brown and Barker, 1970; Masukata et al., 1990; Sood et al., 1993; Levia and Underwood, 2004) بستگی دارد.

تعیین ظرفیت نگهداری آب پوست (BWSC)[1] در تعیین اندازه باران‌ربایی، تاج‌بارش و ساقاب در اکوسیستم‌های جنگلی مهم می‌باشد (Delphis et al., 2006). به علاوه، آب نگهداری شده توسط شاخه‌ها و تنه‌ها نقشی کلیدی در باران‌ربایی ایفا می‌کند (Llorens and Gallart, 2000). تحقیقات نشان داده اند که سطح پوست تنه و شاخه، ظرفیت نگهداری آب بیشتری نسبت به سطح برگ‌ها دارد (Llorens and Gallarrt, 2000). Herwitz (۱۹۸۵) گزارش داده است که بیش از ۵۰ درصد باران‌ربایی تحت شرایط بارانی آرام و بیش از ۸۰ درصد تحت شرایط طوفانی در گونه‌های درختی گرمسیری توسط بافت پوست بوده است.

همچنین مطالعات متعدد نشان داده‌اند که تفاوت بین مقدار ساقاب هم در گونه‌های همیشه‌سبز و هم در گونه‌های خزان‌کننده، به تفاوت‌های اصلی در خصوصیات پوست بستگی دارد و در واقع مقدار ظرفیت نگهداری آب توسط پوست در گونه‌های مختلف درختی همیشه سبز و خزان کننده متفاوت است. (Brown and Barker, 1970; Helvey and Patric, 1965; Kittredge, 1948; Levia and Frost, 2003; Voigt and Zwolinski, 1964). به طور کلی ظرفیت نگهداری آب توسط شاخ و برگ، پوست و کل گیاه بین گونه‌های درختی متفاوت است (Herwitz, 1985; Liu, 1998; Llorens and Gallart, 2000).

Crockford و Richardson (۲۰۰۰)، تأثیرات ویژگی‌های بیوفیزیکی پوست را روی تولید و افزایش میزان ساقاب مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که توانایی و ظرفیت نگهداری آب پوست تأثیر زیادی روی تولید ساقاب دارد. این محققان نشان دادند که ساختمان پوست می‌تواند تولید ساقاب را با جذب و نگهداری آب توسط بافت، یا به علت مورفولوژی و شکل همپوشانی شده خود محدود کند و یا اینکه ساقاب را با عبور دادن آن از داخل کانال‌های خطی با ساختمان ناهموار افزایش دهد.

با توجه به اینکه سطح وسیعی از جنگل‌کاری‌ها در کشور را گونه کاج تهران (*Pinus eldarica*) به خود اختصاص می‌دهد، بنابراین آگاهی از مقدار ظرفیت نگهداری آب توسط پوست این گونه، در درک فرآیند باران‌ربایی توده جنگل‌کاری شده با این گونه از اهمیت زیادی برخوردار است. گرچه گونه کاج تهران در کشورهای دیگری هم در سطح جهان در جنگل‌کاری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و در مورد مقدار ظرفیت نگهداری آب پوست جنس کاج تحقیقاتی در سطح جهان انجام شده است، اما تاکنون مطالعه‌ای در مورد مقدار ظرفیت نگهداری آب پوست این گونه صورت نگرفته است. این مطالعه با هدف اندازه‌گیری مقدار ظرفیت نگهداری آب توسط پوست گونه کاج تهران انجام شده است.

مطالعه در این زمینه می‌تواند ما را در انتخاب گونه مناسب برای کاشت در مناطق مختلف با توجه به ظرفیت

---

۱. Bark Water Storage Capacity: مقدار ظرفیتی که پوست گیاهان به‌ویژه درختان برای جذب آب باران دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

پوست هر گونه در جذب آب که در نهایت بر روی میزان ساقاب و آبی که به سطح زمین می‌رسد و ژئواکولوژی و پوشش کف جنگل تأثیرگذار خواهد بود، یاری دهد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های پوست درختان در این تحقیق از یک توده جنگلکاری شده کاج تهران واقع در پارک جنگلی چیتگر شهرستان تهران با طول و عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ٤٥ دقیقه شمالی، با ارتفاع متوسط ۱۲٦۹ متری از سطح دریا جمع آوری شد.

روش مطالعه

جهت اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب توسط پوست، ۲۲ نمونه پوست با ابعاد مشابه با حجم ۲٤-۸ سانتیمتر مکعب از ارتفاع برابر سینه تنه ۲۲ درخت کاج تهران ٤۰ ساله با میانگین قطر ۲۵ سانتیمتر با اندازه و سن مشابه بوسیله یک چاقوی تیز گرفته شد. آزمایش نمونه‌های پوست با روشی مشابه با روش بکار رفته توسط Herwitz (۱۹۸۵) و Liu (۱۹۹۸) انجام شد.

- بعد از گرفتن نمونه‌ها اطراف هر نمونه با استفاده از پارافین ذوب شده پوشانده شد تا رطوبت محیط اطراف را جذب نکند.

- قبل از شروع اندازه‌گیری‌ها، کلیه نمونه‌ها برای مدت ۱ ماه در هوای آزاد قرار گرفتند تا خشک شوند.

- پس از گذشت ۱ ماه حجم نمونه‌های پوست با استوانه مدرج اندازه‌گیری گردید.

- برای تعیین ظرفیت نگهداری، هر نمونه پوست در آزمایشگاه به مدت بیش از ۷۲ ساعت کاملاً در آب غوطه‌ور شدند. طی این مدت، تا ۲٤ ساعت اول، هر ٦ ساعت و سپس هر ۲٤ ساعت نمونه‌ها وزن شدند. در واقع، وزن نمونه‌های پوست، قبل و بعد از غوطه‌ور کردن، اندازه حجم آب جذب شده داخل بافت پوست را نشان می‌دهد.

- جهت تعیین وزن خشک، نمونه‌های پوست بیرون از آب قرار گرفتند و درصد از دست دادن آب نمونه‌ها بعد از ۱، ۲، ۳ و ۲٤ ساعت، با مقایسه وزن مرطوب آنها، اندازه‌گیری شد. سطح پوست تنه بر حسب سانتیمتر مربع با استفاده از فرمول ۱، ارایه شده توسط Whittaker و Woodwell (۱۹٦۷) محاسبه گردید:

فرمول (۱) $(r= 0.989)$

$$\log_{10} y = 2.6716 + 1.5881 \log_{10} x$$

که در این فرمول، y، سطح پوست تنه بر حسب سانتیمتر مربع و x، قطر برابر سینه درخت بر حسب سانتیمتر می‌باشد.

نتایج

اندازه‌گیری مقدار جذب آب توسط پوست

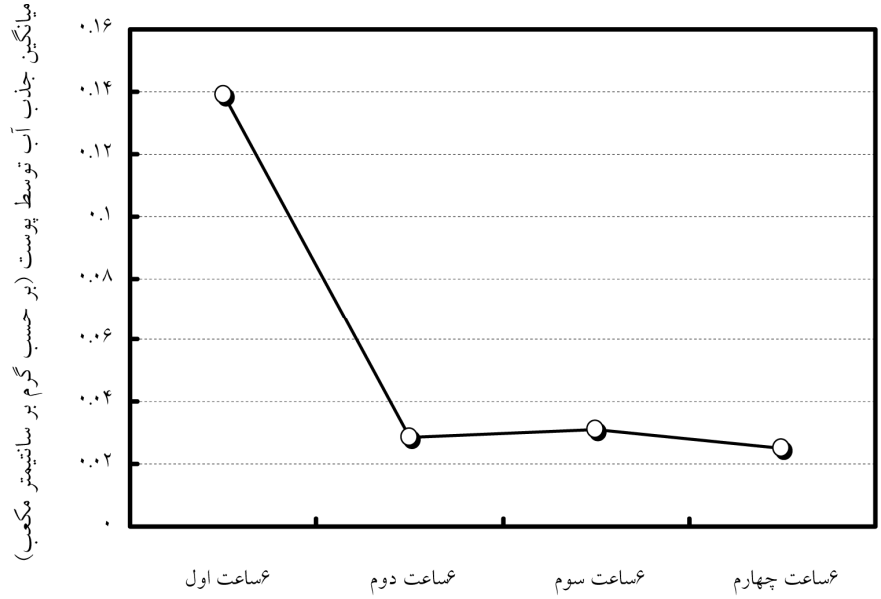
اندازه‌گیری‌ها نشان داد که میانگین ظرفیت نگهداری آب توسط پوست نمونه‌های اندازه‌گیری شده گونه کاج تهران، ۰/۳۳۷ گرم بر سانتیمتر مکعب بعد از ۷۲ ساعت اندازه‌گیری می‌باشد. در این مدت، حدود ٤۲ درصد ظرفیت نگهداری آب پوست در ٦ ساعت اول تکمیل شده و این مقدار جذب آب پوست در ٦ ساعت دوم به شدت کاهش یافت و به ۰/۰۹ درصد رسید (شکل۱).

اندازه‌گیری مقدار از دست دادن آب توسط پوست

نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد که بعد از گذشت ۲٤ ساعت از خشک کردن نمونه‌ها، به طور میانگین حدود ۰/۱٦ گرم بر سانتیمتر مکعب از آب موجود در نمونه‌ها از دست رفت. از این مقدار، حدود ٦۷ درصد آن در ۳ ساعت اول، بعد از خشک کردن نمونه‌ها در هوای آزاد به وقوع پیوست. همچنین اندازه‌گیری‌ها نشان داد در ساعت اول خشک شدن نمونه‌ها، حداکثر از دست دادن آب نمونه‌ها اتفاق افتاد. به علاوه، ۰/۰۷ گرم بر سانتیمتر مکعب یعنی معادل ٤۲ درصد از دست رفتن آب در ۲٤ ساعت اول رخ داد (شکل ۳).

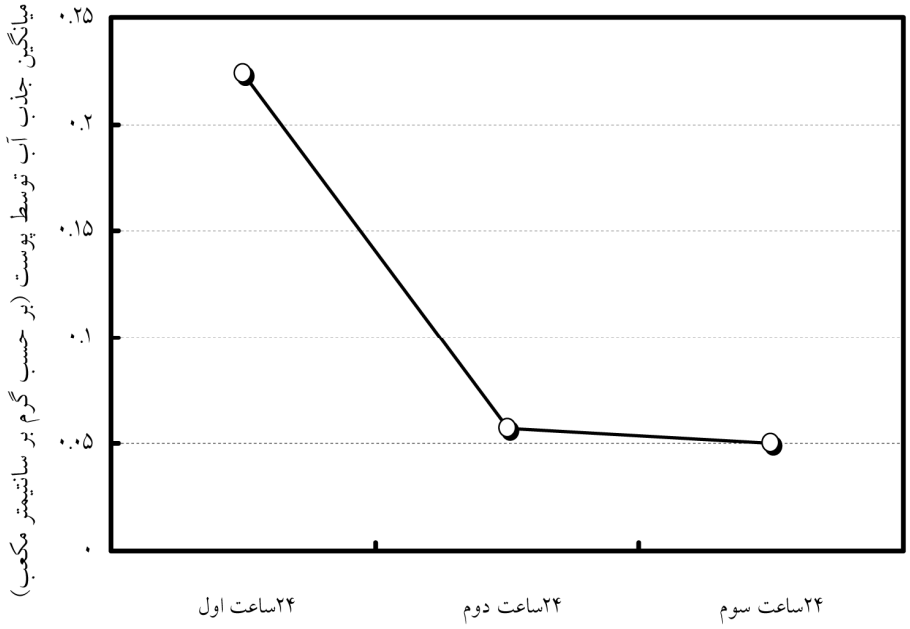
Archive of SID

www.SID.ir



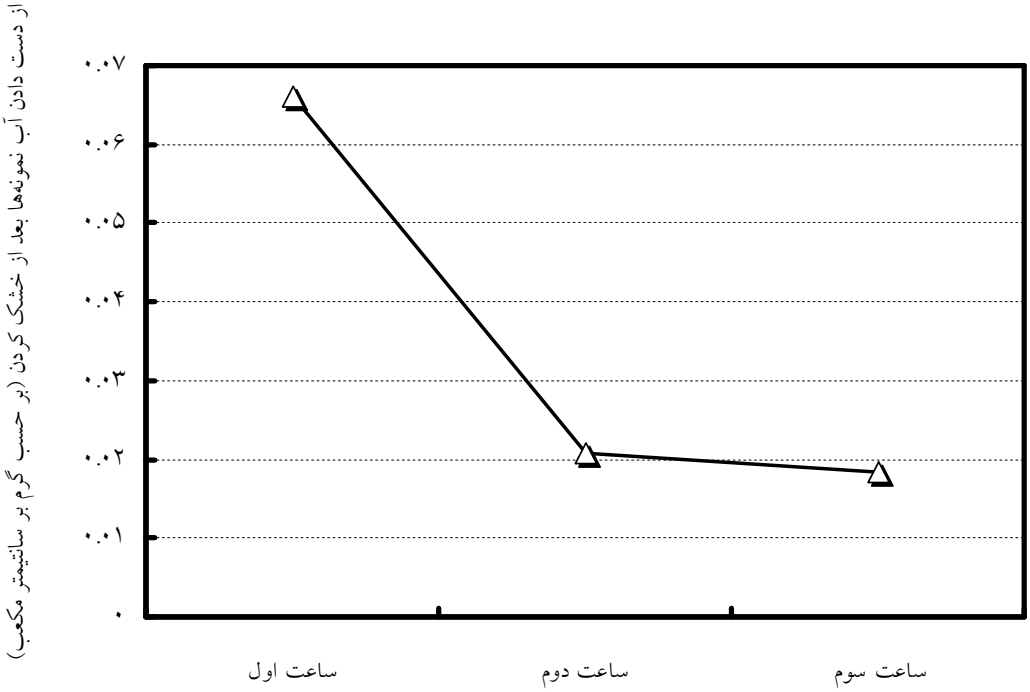
شکل ۱: جذب آب توسط پوست تنه کاج تهران به طور میانگین طی ۲٤ ساعت اول غوطه‌ور کردن نمونه‌ها (بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب)

همچنین نتایج نشان داد که حدود ٦۸ درصد جذب آب نمونه‌ها صورت گرفت که مقدار آن بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب در شکل ۲ نشان داده شده است (شکل۲). توسط پوست در ۲٤ ساعت اول، ۱۷ درصد در ۲٤ ساعت دوم و ۱۵ درصد در ۲٤ ساعت سوم بعد از غوطه‌ور کردن



شکل ۲: جذب آب توسط پوست تنه کاج تهران به طور میانگین طی ۷۲ ساعت غوطه‌ور کردن نمونه‌ها (بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب)

www.SID.ir



شکل۳- از دست رفتن آب نمونه‌ها در ۳ ساعت اول بعد از خشک کردن نمونه‌های پوست کاج تهران در هوای آزاد (بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب)

نتایج نشان داد بعد از گذشت ۲٤ ساعت از خشک کردن نمونه‌ها، ٤۸ درصد از آبی که پوست طی ۷۲ ساعت جذب کرده بود از دست رفت و بقیه آن طی ساعات بعد به محیط برگشت.

با محاسبه سطح تنه درخت کاج تهران با قطر حدود ۲۵ سانتیمتر، با استفاده از فرمول ۱، مقدار ظرفیت جذب آب توسط کل پوست تنه یک درخت به مساحت ۷/۸ متر مربع، ۱۵/۳ لیتر برآورد گردید. در نتیجه تنه درخت کاج تهران با قطر ۲۵ سانتیمتر، بعد از ۷۲ ساعت، ۱۵/۳ لیتر آب جذب می‌کند.

بحث

به جهت مصنوعی بودن مرطوب کردن پوست برای تعیین ظرفیت نگهداری آب توسط پوست و نیز به جهت طولانی بودن زمان غوطه وری نمونه‌های پوست در آب، برآورد ظرفیت نگهداری آب توسط پوست در آزمایشگاه تا حدودی متفاوت از ظرفیت نگهداری پوست در طبیعت می‌باشد. سطح پوست در طبیعت به کندی خیس می‌شود و به ندرت ممکن است به طور مداوم طی ۳ روز، رطوبت برای جذب توسط پوست وجود داشته باشد. اگرچه روش خیساندن نمونه‌ها با آنچه واقعا در طبیعت اتفاق می‌افتد منطبق نمی‌باشد، اما تفاوت‌ها در مقدار خیس شدن بین نمونه‌های آزمایش شده و طبیعت ناچیز و کم اهمیت است. روش به کار برده شده در این تحقیق تنها روی این موضوع تأثیر می‌گذارد که پوست چطور مرطوب شده است و این امر تفاوت قابل توجهی در نتایج به دست آمده به وجود نخواهد آورد. از طرف دیگر، در این تحقیق خشک کردن مصنوعی پوست در آزمایشگاه متفاوت از خشک شدن در طبیعت می‌باشد. در واقع طول دوره خشک شدن پوست در طبیعت به علت وجود باد، کوتاه‌تر از آزمایشگاه است و عدم وجود باد زمان خشک شدن در آزمایشگاه را طولانی‌تر می‌کند.

مطالعات انجام شده بر روی گونه‌های مختلف اعم از سوزنی برگ و پهن برگ نشان دادند که اختلافات قابل

Archive of SID

www.SID.ir

توجهی در مقدار جذب آب توسط پوست در گونه‌های مختلف وجود دارد. مقادیر ظرفیت نگهداری آب پوست گزارش شده در تحقیقات، اهمیت آن را در ایجاد ساقاب و آبی که به سطح خاک می‌رسد، نشان میدهد. به عنوان مثال گونه *Pinus sylvestris* و *Picea abies* به ترتیب حدود ۰/۵ و ۰/۸۵ گرم بر سانتیمتر مکعب آب جذب می‌کنند، در حالیکه پوست گونه *Pinus eldarica* بر اساس این مطالعه ۰/۳۳۲ گرم بر سانتیمتر مکعب آب جذب کرده است (جدول ۱). همچنین جدول ۱ نشان می‌دهد بخش قابل توجهی از آبی که گیاه ظرف ۷۲ ساعت جذب کرده، ظرف ۲٤ ساعت بعد از خشک کردن از دست می‌رود که این مقدار در گونه *Pinus eldarica*، ٦۷ درصد و کمتر از گونه‌های دیگر بوده و این نتیجه شاید به دلیل تفاوت در مورفولوژی پوست در گونه‌های مختلف باشد. همچنین پوست کل تنه گونه *Pinus eldarica* جزو گونه‌هایی است که آب نسبتا زیادی را در هر متر مربع سطح خود جذب می‌کند و بعد از گونه‌های *Quercus rubra*، *Carya glabra* و *Pinus strobus* قرار گرفته است (جدول ۱).

جدول ۱- ظرفیت نگهداری آب پوست، درصد از دست دادن آب جذب شده ظرف ۲٤ ساعت و ظرفیت نگهداری آب پوست کل تنه ظرف ۷۲ ساعت در گونه‌های سوزنی برگ و پهن برگ

گونه	قطر برابر سینه (cm)	ظرفیت نگهداری آب پوست (گرم بر سانتیمتر مکعب)	از دست دادن آب ظرف ۲۴ ساعت(درصد آب جذب شده)	ظرفیت نگهداری آب پوست کل تنه (لیتر بر متر مربع)
Pinus eldarica	۲۵	۰/۳۳۷	۶۷	۱/۹۶
Pinus sylvestris	۲۸/۰۱-٤٦/۱۵	۰/۵۰۲	۸۵	۰/۹۰-۰/۹۳
Picea abies	۳۱/۸۳	۰/۸۵۸	۸۸/۷	---
Acer pseudoplatanus	۲۵/۴۶-۷۳/۲۱	۰/۶۱۹	۷۷/۴	۱/۲۱-۰/۸۹
Betula lenta	۳۰	۰/۴۳	---	۰/۹
Carya glabra	۳۰	۰/۵۵	---	۲/۲
Quercus rubra	۳۰	۰/۶۵۸	---	۲/۷
Larix decidua	۲۲/۲۸-٦۲/۰۷	۰/۷۰۵	۹۲	۱/۰۱-۰/۸۳
Carpinus betulus	۱۲/۷۳-۲۸/٦۵	۰/۶۲۱	۹۱	۱/۴۸-۱/۲۵
Betula pendula	۲۸/۰۱-٤٦/۱۵	۰/۳۴۲	۹۱	۰/۹۰-۰/۹۳
Pinus strobus	۲۸/۴	---	---	۴
Malus sp	۳۱/۸۳	۰/۸۸۶	۹۱	---

همچنین Herwitz (۱۹۸۵) مقدار ظرفیت نگهداری آب پوست را بین ۱/۳ تا ۵/۹ میلی‌متر برای گونه‌های درختی جنگل‌های بارانی تروپیکال گزارش داد. تفاوت‌های مشاهده شده در ظرفیت نگهداری آب پوست شاید به دلیل تغییرات در زبری پوست، مورفولوژی برگ و رفتار آب در سطوح پوست باشد. زبری پوست بر روی مقدار تولید ساقاب تأثیر زیادی دارد (Helvey and Patric, 1965; Johnson, 1990; Kittredge, 1948; Robert, 1999; Levia and Frost, 2003). نتایج تحقیقات گذشته نشان دادند که فرم پوست و ناهمواری‌های روی آن بر روی زمان ایجاد و تغییر ترکیب شیمیایی ساقاب تأثیر گذار هستند (Levia and Herwitz, 2000; Levia, 2000). به علاوه مشاهدات کیفی رفتار آب روی پوست نشان می‌دهد که حرکت آب داخل شیارهای پوست و پراکندگی روی سطح پوست احتمالاً روی زمان ساقاب تأثیرگذار خواهد بود (Levia, 2000). هرچه مقدار زبری پوست کمتر و پوست صاف‌تر باشد، مقدار ساقاب تولید شده توسط درخت بیشتر خواهد بود و احتمالاً آب کمتری توسط پوست جذب می‌شود. همچنین هرچه پوست صاف‌تر باشد، سریع‌تر خشک می‌شود (Levia and Herwitz, 2002). مقدار قابل توجه جذب آب توسط پوست

www.SID.ir

کاج تهران، تأثیر قابل توجه این گونه را روی ژئواکولوژی بیوم جنگل‌های سوزنی‌برگ پوشیده شده با این گونه نشان می‌دهد. همچنین می‌تواند تأثیر زیادی روی محتویات خاک و ترکیب گونه‌ای سطح جنگل داشته باشد.

مطالعات انجام شده نشان دادند که تفاوت‌هایی در مقدار و ترکیب شیمیایی آب موجود در زمین اطراف درختان خزان کننده در مقایسه با درختان همیشه سبز وجود دارد (Bosch and Hewlett, 1982; Chang, 2003). پیش‌بینی کمیت و کیفیت آب موجود در زمین می‌تواند با قرار دادن ظرفیت نگهداری آب پوست در مدل‌هایی که آب رسیده به زمین را تحت پوشش‌های مختلف زمین پیش‌بینی می‌کنند، بهبود داده شود. به علاوه، برآورد مقدار آبی که توسط پوست گونه‌های درختی جذب می‌شود در مناطق مختلف از نظر شرایط آب و هوایی، می‌تواند کمک مؤثری در برآورد میزان آبی که به سطح جنگل می‌رسد، باشد. پیشنهاد می‌شود مقدار آب جذب شده توسط پوست در مدلسازی‌های مربوط به بارانربایی و تبخیر و تعرق درختان، مورد استفاده قرار گیرد. تحقیقات بیشتر در زمینه تعیین ظرفیت نگهداری آب پوست گونه‌های درختی دیگر می‌تواند در این خصوص پیشنهاد گردد.

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر نشان داد که میانگین ظرفیت نگهداری آب پوست گونه کاج تهران ۰/۳۳۷ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد. همچنین حدود ٦٨ درصد جذب آب توسط پوست در ٢٤ ساعت اول بعد از غوطه‌ور کردن نمونه‌ها صورت می‌گیرد. به علاوه با محاسبه سطح تنه درخت کاج تهران با قطر حدود ۲۵ سانتیمتر نتیجه گرفته شد که این گونه درختی، ۱۵/۳ لیتر آب جذب می‌کند.

ظرفیت نگهداری آب پوست درختان جزء مهم بارانربایی است که بر ژئواکولوژی اکوسیستم‌های جنگلی بخصوص سطح جنگل و فون و فلور اطراف درختان جنگلی تأثیرگذار است. در واقع ظرفیت نگهداری آب پوست بر روی مقدار ساقاب و شسته شدن مواد مغذی از درخت مؤثر است، مقدار ساقاب بر روی اکولوژی خاک اطراف درختان جنگلی و در نتیجه روی فون و فلور آن مؤثر خواهد بود. تحقیقات نشان می‌دهند که شسته شدن مواد از درخت می‌تواند روی تولید توده، رشد جنگل و زمین تأثیر گذار باشد (Mahendrappa, 1990).

منابع

- Bosch, J.M., Hewlett, J.D., 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology*, 55: 3–23.
- Brown Jr., J.H., Barker Jr., A.C., 1970. An analysis of throughfall and stemflow in mixed oak stands. *Water Resources Research*, 6: 316–323.
- Carlyle-Moses, D. E., Price, A. G., 1999. An evaluation of the Gash interception model in a northern hardwood stand. *Journal of Hydrology*, 214: 103–110.
- Chang, S.C., Matzner, E., 2000. The effect of beech stemflow on spatial patterns of soil solution chemistry and seepage fluxes in a mixed beech/oak stand. *Hydrological Processes*, 14: 135–144.
- Chang, M., 2003. Forest Hydrology. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Crockford, R. H., 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.
- Delphis F., Levia Jr., Wubbena, Noel P., 2006. Vertical variation of bark water storage capacity of *pinus strobus* L. (Eastern white pine) in southern Illinois. *Northeastern Naturalist*, 13(1):131-137.
- Iroumé, A., Huber, A., 2002. Comparison of interception losses in a broadleaved native forest and a *Pseudotsuga menziesii* (Douglas fir) plantation in the Andes Mountains of southern Chile. *Hydrological Processes*, 16: 2347–2361.
- Ivens, W.P.M.F., Draaijers, G.P.J., Bleuten, W., Bos, M.M., 1989. The impact of air-borne ammonia from agricultural sources on fluxes of nitrogen and sulphur towards forest soils. *Catena*, 16: 535–544.
- 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.
- Kittredge, J., 1948. Forest Influences. McGraw-Hill, New York, USA.
- Kuraji, K., Tanaka, Y., Tanaka, N., Karakama, I., 2001. Generation of stemflow volume and chemistry in a mature Japanese cypress forest. *Hydrological Processes*, 15: 1967–1978.
- Helvey, J.D., Patric, J.H., 1965. Canopy and litter interception of rainfall by hardwoods of eastern

Archive of SID

www.SID.ir

United States. *Water Resources Research*, 1: 193–206.
- Herwitz, S.R., 1985. Interception storage capacities of tropical rainforest canopy trees. *Journal of Hydrology*, 77: 237–252.
- Herwitz, S.R., 1987. Raindrop impact and water flow on the vegetative surfaces of trees and the effects on stemflow and throughfall generation. *Earth Surface Process and Landform*, 12: 425–32.
- Herwitz, S.R., Levia, D.F., 1997. Mid-winter stemflow drainage from bigtooth aspen (*Populus grandidentata Michx*.) in central Massachusetts. *Hydrological Process*es, 11: 169–175.
- Hölscher, D., Köhler, L., Leuschner, C., Kappelle, M., 2003. Nutrient fluxes in stemflow and throughfall in three successional stages of an upper montane rain forest in Costa Rica. *Journal of tropical Ecology*, 19: 557–565.
- Levia, D.F., Frost, E.E., 2003. A review and evaluation of stemflow literature in the hydrologic and biogeochemical cycles of forested and agricultural ecosystems. *Journal of Hydrology*, 274: 1–29.
- Levia, D.F., 2004. Differential winter Stemflow generation under contrasting storm conditions in a southern New England broadleaved deciduous forest. *Hydrological Process*es, 18: 1105–1112.
- Levia, D.F., Underwood, S.J., 2004. Snowmelt induced stemflow in northern hardwood forests: a theoretical explanation on the causation of a neglected hydrological process. *Advances in Water Resources*, 27: 121–128.
- Levia, D.F. and Herwittz, S.R., 2005. Interscpecific variation of bark water storage capacity of decidous tree species in relation to stemflow yield an solute flux to forest soils. *Catena*, 64: 117–37.
- Liu, S., 1998. Estimation of rainfall storage capacity in the canopies of cypress wetlands and slash pine uplands in north-central Florida. *Journal of Hydrology*, 207: 32–41.
- Llorens, P., Gallart, F., 2000. A simplified method for forest water storage capacity measurement. *Journal of Hydrology*, 240, 131–144.
- Masukata, H., Ando, M., Ogawa, H., 1990. Throughfall, stemflow and interception of rainwater in an evergreen broadleaved forest. *Ecological Research*, 5: 303–316.
- Muoghalu, J.I., Oakhumen, A., 2000. Nutrient content of incident rainfall, throughfall and stemflow in a Nigerian secondary lowland forest. *Applied Vegetation Science*, 3: 181–188
- Price, A.G., Watters, R.J., 1989. The influence of the overstory, understory and upper soil horizons on the fluxes of some ions in a mixed deciduous forest. *Journal of Hydrology*, 109: 185–197.
- Roberts, J., 1999. Plants and water in forests and woodlands. In: Baird, R.J., Wilby, R.L. (Eds.), Eco-Hydrology. Routledge, London, pp. 181–236.
- Sood, V. K., Singh, R., Bhatia, M., 1993. Throughfall, stemflow and canopy interception in three hardwood tree species around Shimla, Himachal Pradesh. *Indian Journal of Forestry*, 16: 39–44.
- Tang, C., 1996. Interception and recharge processes beneath a *Pinus elliotii* forest. *Hydrological Process*es, 10: 1427–1434.
- Voigt, G.K., M.j., Zwolinski, 1964. Absorption of Stemflow by bark of young red and white pines. *Forest Science*, 10 (3): 277–282.
- Whittaker, R.H., Woodwell, G.M., 1967. Surface area relations of woody plants and forest communities. *American Journal of Botany*, 54: 931– 939.
- Mahendrappa, M.K., 1990. Partitioning of rainwater and chemicals into throughfall and stemflow in different forest stands. *Forest Ecology and Management*, 30: 65–72.

Archive of SID

www.SID.ir

Research Journal of
Forest Science and Engineering

Vol. 1, No. 3, Autumn 2011

Measurement of Bark Water Storage Capacity in *Pinus eldarica*

M. Motahari[1], P. Attarod[*2]

Abstract

Bark water storage capacity (BWSC) is an essential component in understanding the processes of throughfall and stemflow yield in forest ecosystems. The purpose of this study was to quantify BWSC of bole of forty-year old *Pinus eldarica* trees with an average dbh of 25 cm planted in the Chitgar Forest Park near Tehran city, Iran. To determine bark water storage capacity, twenty two bark samples were air dried in the laboratory for one month. Each bark sample was then completely submerged in water-filled laboratory-based cylinders for at least 72 hours. The percentage looses of water was determined in the laboratory after 1, 2, 3, and 24 hours. The average of BWSC of *Pinus eldarica* was estimated to be 0.337 g cm^{-3}. 68%, 17%, and 15% of average BWSC values were stored in the first 24 hours, the second 24 hours, and the third 24 hours, respectively. The average loss of moisture in 24 hours after air drying of the samples was 0.16 g cm^{-3}. It was found that BWSC of the tree bole of *Pinus eldarica* with an average dbh of 25 cm was 15.3 lit m^{-2}. The significant quantity of water stored in the bark of *Pinus eldarica* emphasizes the influence of this species on the geo-ecology and hydrology of the coniferous forest biome.

Keywords: *Pinus eldarica*, Bark water storage capacity, Semi-arid region

1-Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran,
2-Associate Professor, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
[*]Corresponding author: attarod@ut.ac.ir

www.SID.ir