

اثر اندازه باران بر بارانربایی تاج پوشش تک درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) در ناحیه‌ی رویشی زاگرس

امید فتحی‌زاده^۱، پدram عطارد^{۲*}، علی اصغر درویش صفت^۲ و قوام الدین زاهدی امیری^۲
تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

چکیده

مقدار بارانی که پس از عبور از تاج پوشش به کف جنگل می‌رسد بخش مهمی از تراز آبی اکوسیستم-های جنگلی را به خود اختصاص می‌دهد. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر اندازه باران بر بارانربایی درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii* var. *persica*) انجام شد. اندازه‌گیری تاج بارش، توسط ۱۶ عدد جمع‌آوری کننده در زیر تاج پوشش پنج درخت بلوط ایرانی و میزان بارندگی توسط ۶ عدد جمع‌آوری کننده باران که در فضای بازی در نزدیکی رویشگاه مورد مطالعه قرار گرفته بودند، انجام شد. میزان بارانربایی به صورت غیر مستقیم از تفاضل بارندگی کل و تاج بارش محاسبه شد. اندازه‌گیری‌ها به مدت ۹ ماه از فرودین تا آذر ۱۳۸۹ صورت پذیرفت. در این دوره، ۹ مورد بارندگی با مجموع عمق ۱۵۷/۳ میلی‌متر جمع‌آوری و میانگین مجموع بارانربایی درختان بلوط ایرانی ۴۷/۴ میلی‌متر یا ۳۵/۸ درصد از بارندگی کل محاسبه شد. بین نسبت بارانربایی به بارندگی و بارندگی یک همبستگی لگاریتمی قوی ($r^2=0/808$) و منفی مشاهده شد. نتایج نشان داد با افزایش عمق بارش، نسبت باران-ربایی به بارندگی کل کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: بارانربایی، بلوط ایرانی، تاج بارش

^۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۲- هیئت علمی گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

*attarod@ut.ac.ir

مقدمه

هنگام بارندگی در سطح تاج پوشش درخت و جنگل، بخشی از آن پس از عبور از تاج پوشش به صورت مستقیم یا غیر مستقیم به کف جنگل می‌رسد (تاج بارش^۱)، بخشی دیگر توسط تنه و ساقه‌ها به سمت پایین جریان می‌یابد (ساقاب^۲) و قسمتی از آن توسط سطح تاج پوشش گرفته می‌شود و مجدداً به اتمسفر برمی‌گردد و به سطح زمین نمی‌رسد (باران ربایی^۳) (۲۴). میزان باران ربایی به طور غیرمستقیم از تفاضل مجموع ساقاب و تاج بارش (بارندگی خالص^۴) از میزان بارندگی کل^۵ محاسبه می‌گردد.

باران ربایی توسط پوشش گیاهی یک فرایند مهم هیدرولوژیک است که بر روی میزان عمق و توزیع مکانی آب ورودی قابل دسترس برای دیگر فرایندها مثل تبخیر و تعرق اثر می‌گذارد (۹). ویژگی‌های بارندگی مثل اندازه، شدت، طول مدت و مداوم یا منقطع بودن بارندگی می‌تواند منجر به اختلاف در میزان باران ربایی شود (۵). در توده‌های جنگلی متراکم و کم تراکم، باران ربایی به میزان زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است (۶، ۱۹، ۲۳)، ولی به میزان بسیار کمتری در اکوسیستم‌های ساوانا، تک درختان و حواشی جنگل، بررسی-های باران ربایی تاج پوشش و هیدرولوژی جنگل صورت گرفته است (۶). Haworth و همکاران (۱۹۹۵)، بین اندازه‌ی بارندگی و

ساقاب یک رابطه‌ی نمایی را در مطالعه بر روی درختان بلوط (*Quercus emoryi*) مشاهده کردند (۱۰). Owens و همکاران (۲۰۰۶)، در یک بررسی که روی درختان ارس (*Juniperus ashei* Buchholz) صورت گرفت، نشان دادند که بارندگی‌های با مقادیر کم (≤ 2.5 میلیمتر) بطور کامل جذب شده و به سمت اتمسفر تبخیر می‌شوند (۱۷).

جنگل‌های زاگرس که در محدوده‌ای خشک تا نیمه خشک قرار گرفته‌اند نواحی وسیع و بسیار مهمی از منابع خاکی و آبی کشور را شامل می‌شود. در نتیجه، افزایش دانش در تراز آبی این نواحی برای حفاظت و مدیریت جنگل بسیار ضروری است. بلوط ایرانی (*Quercus brantii* var. *persica*) در قسمت‌های مرکزی، جنوبی و جنوب شرقی زاگرس جامعه خالصی را تشکیل می‌دهد و تقریباً ۳/۵ میلیون هکتار از ۵ میلیون هکتار جنگل‌های زاگرس را این جامعه به خود اختصاص داده است (۱). بنابراین میتواند تاثیر مهمی بر بیلان آبی این ناحیه داشته باشد. هدف از این تحقیق بررسی اثر اندازه باران بر روی میزان باران ربایی تک درختان بلوط ایرانی (*Q. brantii*) در ناحیه رویشی زاگرس است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از فروردین تا آذر ۱۳۸۹ به مدت ۹ ماه در نزدیکی شهر ایلام با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی با ارتفاع متوسط ۱۳۸۳/۳ متری از سطح دریا انجام شد (شکل ۱).

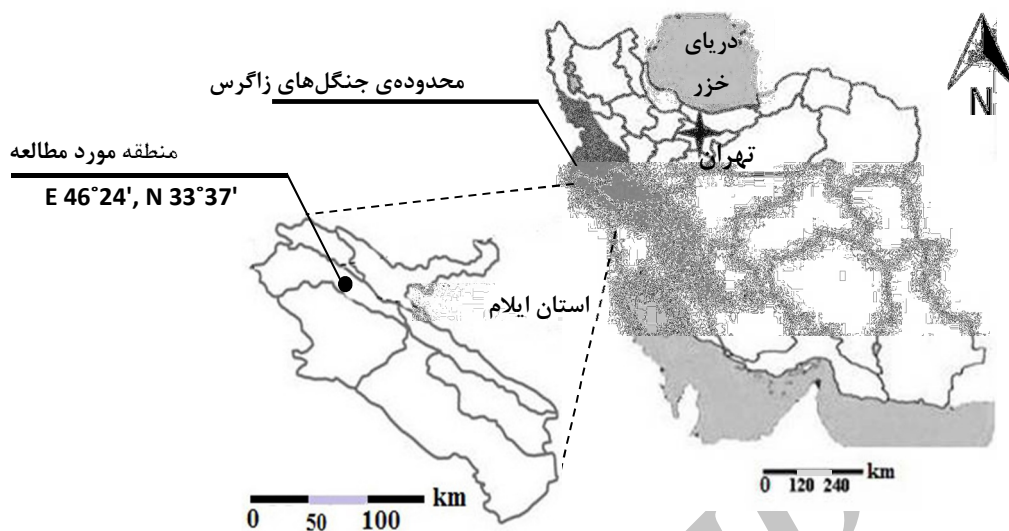
¹ Throughfall

² Stemflow

³ Interception loss

⁴ Net Rainfall (NR)

⁵ Gross Rainfall (GR)



شکل ۱ - موقعیت منطقه مورد مطالعه در جنگل‌های زاگرس واقع در شهر ایلام

صورت تصادفی صورت گرفت و هیچگونه نشانه‌ی بیماری در تاج پوشش تک درختان مورد مطالعه دیده نشد و از این نظر درختان سالم بودند. متوسط فاصله درختان از یکدیگر ۳۰-۴۰ متر و پراکنش درختان در رویشگاه به گونه‌ای بود که هیچ کدام از درختان با یکدیگر و با درختان دیگر تداخل تاجی نداشتند.

اندازه‌گیری‌ها بر روی پنج تک درخت بلوط ایرانی دانه‌زاد مسن که از نظر خصوصیات مورفولوژیکی (قطر، ارتفاع و سطح تاج) اختلاف کمی داشتند و پراکنش قطری و ارتفاعی آنها نزدیک به پراکنش قطری و ارتفاعی توده در منطقه مورد مطالعه بود صورت پذیرفت (جدول ۱). همچنین انتخاب درختان به

جدول ۱- مشخصات تک درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) در رویشگاه مورد مطالعه در نزدیک شهر ایلام

درخت	ارتفاع (متر)	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	سطح تاج (متر مربع)
A	۱۰	۵۸	۵۲/۸
B	۵/۵	۶۶	۵۸/۱
C	۱۱	۶۷	۷۸/۵
D	۱۰/۷	۷۵	۴۵/۳
E	۸/۴	۶۳	۶۶/۴
میانگین	۹/۱	۶۶	۶۰/۲

میزان بارندگی کل با استفاده از شش جمع-آوری کننده پلاستیکی با دهانه‌ی دایره‌ای به قطر ۹ سانتی‌متر در یک فضای باز در نزدیکی رویشگاه مورد مطالعه جمع‌آوری و عمق بارش با استفاده از استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان تاج بارش در زیر هر درخت تعداد ۱۶ جمع‌آوری کننده‌ی تاج بارش به طور تصادفی و در هشت جهت جغرافیایی اصلی و فرعی (در هر جهت ۲ عدد جمع‌آوری کننده) به صورت نزدیک به تنه و دور از تنه قرار داده شد. یعنی در مجموع ۸۰ عدد جمع‌آوری کننده‌ی تاج بارش در زیر همه‌ی درختان بلوط ایرانی نصب شد. از آنجا که ساقاب (SF) اغلب سهم بسیار کوچکی از باران را در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک و گونه‌های با پوست زبر، ضخیم و شیاردار به خود اختصاص می‌دهد و همچنین اندازه‌گیری آن نسبت به این سهم اندک بسیار وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشد، در این مطالعه از اندازه‌گیری آن صرف‌نظر شد (۱۸، ۲۰). بنابراین باران‌ربایی از تفاضل تاج بارش (TF) و بارندگی کل محاسبه گردید. لازم به ذکر است در طول دوره مطالعه، مراحل رشد و توسعه تاج پوشش به صورت: ۱- دوره‌ی جوانه‌زنی برگ^۱ (LBP) ۲- دوره‌ی کاملاً برگ‌دار^۲ (FLP) و ۳- دوره‌ی زردی یا پیری برگ^۳ (LSP) مشاهده شد. در تحقیق حاضر، به دلیل تعداد کم بارندگی‌ها در دوره‌های مذکور برای بررسی آن‌ها به صورت مجزا، هر سه این دوره‌ها به عنوان دوره

برگ‌دار^۴ (LP) در نظر گرفته شد. شناسایی دوره‌های فنولوژیک تاج پوشش به صورت کیفی (مشاهده چشمی) و بازدید منظم (حداقل هفته‌ای) از تک درختان بلوط مورد مطالعه صورت گرفت.

نتایج

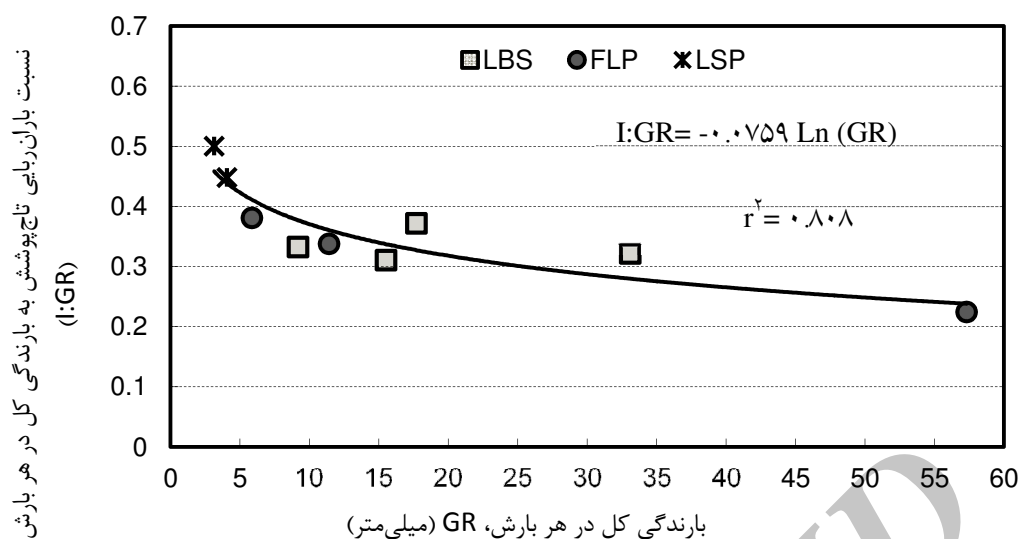
در طول ۹ ماه اندازه‌گیری از فرودین تا آذر ۱۳۸۹، ۹ مورد بارندگی با مجموع عمق ۱۵۷/۳ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. مقدار باران-ربایی (\pm اشتباه معیار) در مجموع ۴۷/۴ میلی-متر (\pm ۳/۷) (\pm ۳۵/۸ درصد از بارندگی کل) برای درختان بلوط ایرانی محاسبه شد (جدول ۲) که کمترین میزان آن (\pm اشتباه معیار) ۲۲ درصد (\pm ۲۰/۲٪) برای بارندگی با عمق ۵۷/۳ میلی‌متر و بیشترین آن ۵۰ درصد (\pm ۳/۵٪) برای بارندگی با عمق ۳/۲ میلی‌متر بود. بین نسبت باران‌ربایی به بارندگی کل و بارندگی کل یک رابطه‌ی لگاریتمی و کاهنده ($r^2=0/808$) بدست آمد، یعنی با افزایش مقدار بارندگی این نسبت کاهش می‌یابد (شکل ۲). این بررسی نشان داد که عمق باران‌ربایی (میلی‌متر) با افزایش مقدار بارندگی افزایش می‌یابد اما درصد باران‌ربایی (بیان شده به صورت درصدی از بارندگی کل) با افزایش مقدار بارندگی کل کاهش می‌یابد (شکل ۲ و جدول ۲).

¹ Leaf Burst Period

² Full-Leafed Period

³ Leaf Senescence Period

⁴ Leafed Period



شکل ۲- رابطه بین نسبت باران ربایی به بارندگی (I:GR) و بارندگی (GR) در تک درختان بلوط ایرانی در دوره برگدار (FLP: کاملاً برگدار ، LBP: دوره جوانه زنی برگ، LSP: دوره پیری برگ).

برای فهم بهتر، رخدادهای باران به سه کلاسه برای هر کلاسه میزان باران ربایی محاسبه گردید که نتایج جمله‌های قبلی را تایید می‌کند (جدول ۲).

بارندگی شامل: $GR < 6$ میلی‌متر، $6 < GR < 16$ میلی‌متر و $GR > 16$ میلی‌متر تقسیم شد و

جدول ۲- عمق بارندگی تجمعی (میلی‌متر)، متوسط درصد تاج بارش به بارش کل و درصد اشتباه معیار در سه کلاسه‌ی بارندگی در طی فصل رویش برای تک درختان بلوط ایرانی

کلاسه‌های بارندگی (میلی‌متر)	فراوانی	بارندگی کل (میلی‌متر)	نسبت باران ربایی به بارندگی کل (%)	اشتباه معیار (%)
< 6	۳	۱۳/۱	۴۴/۳	۴/۱
۶ - ۱۶	۳	۳۶/۱	۳۲/۷	۳/۸
> 16	۳	۱۰۸/۱	۳۰/۶	۳/۲
بارندگی تجمعی	-	۱۵۷/۳	-	-
میانگین	-	*۱۷/۵	۳۵/۸	۳/۷

* میانگین تمام رخدادهای بارندگی

بحث و نتیجه‌گیری

در طول ۹ ماه اندازه‌گیری و ۹ بارش در ناحیه رویشی زاگرس در شهر ایلام، متوسط درصد میزان باران ربایی از بارندگی $35/8$ درصد محاسبه شد. David و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای بر روی یک درخت بلوط همیشه

همانطور که در جدول ۲ دیده می‌شود، سهم باران ربایی از بارندگی کل $44/3$ و $32/7$ و $30/6$ درصد به ترتیب برای کلاسه‌های بارندگی < 6 میلی‌متر، $6-16$ میلی‌متر و > 16 میلی‌متر بود و با افزایش عمق کلاسه‌های بارندگی کاهش یافت.

دلیل کاهش سهم باران ربایی با افزایش عمق بارندگی را می‌توان این گونه بیان کرد که برای تولید بارش ابتدا باید ظرفیت نگهداری تاج پوشش^۲ تکمیل شود. طی بارندگی‌های کم، بخش زیادی از بارندگی صرف اشباع تاج 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 باران ربایی به بارندگی کل کاهش می‌یابد (۲، ۷، ۱۷، ۲۱، ۲۲).

با توجه به میزان باران ربایی قابل توجه بلوط ایرانی و سطح وسیعی را که در ناحیه‌ی رویشی زاگرس به خود اختصاص داده است می‌تواند بر روی چرخه‌ی هیدرولوژیک آب در این ناحیه تاثیر فراوانی داشته باشد و باید در برنامه‌های مدیریتی جنگل مورد توجه قرار گیرد.

سبز (*Q. ilex*) در پرتغال، مقدار سالانه باران-ربایی را ۲۱/۷ درصد از بارندگی بیان کردند (۶). در مطالعه‌ای دیگر بر روی درختان *Q. rotundifolia* در اسپانیا، مقادیر سالانه‌ی تاج بارش و باران ربایی به ترتیب ۷۳ درصد و ۲۶/۸ درصد از بارندگی برآورد شد (۱۵). بنابراین به دلیل اینکه باران ربایی تاج پوشش به پارامترهای زیادی مانند عوامل اقلیمی (مقدار، شدت و طول مدت بارندگی، درجه حرارت هوا، رطوبت نسبی، سرعت و جهت باد، زاویه بارندگی، توزیع زمانی رخدادهای باران) (۱۱، ۱۲، ۱۴ و ۲۵)، نوع جنگل، مکان و ساختار آن (اندازه تاج، شکل برگ، زاویه شاخه‌ها، ترکیب، سن درخت یا توده، سطح مقطع، تراکم توده، نوع پوست تنه، درزها و شکاف‌های تاج پوشش، ظرفیت نگهداری تاج پوشش، شاخص سطح برگ، آبگریزی^۱ برگ و چوب) (۴، ۷، ۸، ۱۶، ۲۲) و سایر پارامترهای دیگر در طی دوره مطالعه وابسته است، لذا بیان یک نتیجه‌گیری کلی برای باران ربایی انواع مختلف درختان و توده‌های جنگل مشکل است. بنابراین تفاوت در اجزای بارندگی بعد از عبور از تاج پوشش در مطالعات مختلف احتمالاً به دلیل تفاوت در پارامترهای مذکور می‌باشد.

همچنین در مطالعه حاضر، با افزایش مقدار بارندگی، سهم باران ربایی از بارندگی کاهش یافت که همسو با نتایج مطالعات Price و همکاران (۱۹۹۷)، Xiao و همکاران (۲۰۰۰) و Cao و همکاران (۲۰۰۸) است (۳، ۱۸، ۲۵).

² Canopy Storage Capacity

¹Hydrophobicity

منابع

- ۱- مروی مهاجر، محمد رضا، ۱۳۸۴، جنگلشناسی و پرورش جنگل، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۸۷ صفحه.
2. Ahmadi, M.T., P. Attarod, M.M. Marvi Mohadjer, R. Rahmani & J. Fathi, 2009. Partitioning Rainfall into Throughfall, Stemflow and Interception Loss in an Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Forest during the Growing Season. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 33:557-568.
3. Cao, Y., Z.Y. Ouyang, H. Zheng, Z.G. Huang, X.K. Wang, & h. Miao, 2008. Effects of forest plantation on rainfall redistribution and erosion in the red soil region of Southern China. Land Degradation Development 19: 321-330.
4. Carlyle-Moses, D.E., J.S.F Laureano, & A.G. Price, 2004. Throughfall and throughfall spatial variability in Madrean oak forest communities of northeastern Mexico. Journal of Hydrology 297: 124-135.
5. Crockford, R.H., & D.P. Richardson, 2000. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow, and interception: Effect of forest type, ground cover and climate. Hydrological Processes 14: 2903-2920.
6. David, T.S., J.H.C. Gash, F. Valente, J.S. Pereira, M.I. Ferreira, & J.S. David, 2006. Rainfall interception by an isolated evergreen oak tree in a Mediterranean savannah. Hydrological Processes 20: 2713-2726.
7. Deguchi, A., S. Hattori, & H. Park, 2006. The influence of seasonal changes in canopy structure on interception loss: application of the revised Gash model. Journal of Hydrology 319: 80-102.
8. Fleischbein, K., W. Wilcke, R. Goller, J. Boy, C. Valarezo, W. Zech, & K. Knoblich, 2005. Rainfall interception in a lower montane forest in Ecuador: Effects of canopy properties. Hydrological Processes 19 (7): 1355-1371.
9. Gomez, J.A., J.V. Giraldez, & E. Fereres, 2001. Rainfall interception by olive trees in relation to leaf area. Agricultural Water Management 15: 65-76.
10. Haworth, K. & G.R. McPherson, 1995. Effects of *Quercus emoryi* trees on precipitation distribution and microclimate in a semi-arid savanna. Journal of Arid Environments 31: 153-170.
11. Huber, A., & A. Iroume, 2001. Variability of annual rainfall partitioning for different sites and forest cover in Chile. Journal of Hydrology 248: 78-92.
12. Iroume, A., & A. Huber, 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.
13. Koichiro, K., T. Yuri, T. Nobuaki, & K. Isamu, 2001. Generation of stemflow volume and chemistry in a mature Japanese cypress forest. Hydrological Processes 15: 1967-1978.
14. Link, T.E., M. Unsworth, & D. Marks, 2004. The dynamics of rainfall interception by a seasonal temperate rainforest. Agriculture and Forest Meteorology 124:171-191.
15. Mateos, B., & S. Schnabel, 2001. Rainfall interception by holm oaks in Mediterranean open woodland. Cuad. Investig. Geogr 27: 27-38.
16. Muzylo, A., P. Llorens, F. Valente, J.J. Keizer, F. Domingo, & J.H.C. Gash, 2009. Review of rainfall interception modelling. Journal of Hydrology 370: 191-206.

17. Owens, K.M., K.I. Robert, L.A. Chris, 2006. Rainfall partitioning within semiarid *juniper communities*: effects of event size and canopy cover. *Hydrological Processes* 20: 3179-3189.
18. Price, A.G., K. Dunham, T. Carleton, & L. Band, 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.
19. Rutter, A.J., 1975. The hydrological cycle in vegetation. In *Vegetation and the Atmosphere*, (Monteith, J.L. Ed.), Vol. 1. Academic Press, London, pp., 111-154.
20. Shachnovich, Y., P.R. Berliner, & P. Bar, 2008. Rainfall interception and spatial distribution of throughfall in a pine forest planted in an arid zone. *Journal of Hydrology* 349: 168-177.
21. Sraj, M., M. Brilly, & M. Mikos, 2008. Rainfall interception by two deciduous Mediterranean forests of contrasting stature in Slovenia. *Agricultural and Forest Meteorology* 148: 121-134.
22. Staelens, J., A. De Schrijver, K. Verheyen, N.E.C. Verhoest, 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.
23. Ward, R.C., & M. Robinson, 2000. *Principles of Hydrology*, 4th edition. McGraw-Hill: London.
24. Wullaert, H., T. Pohlert, J. Boy, C. Valarezo, & W. Wilcke, 2009. Spatial throughfall heterogeneity in a montane rain forest in Ecuador: Extent, temporal stability and drivers. *Journal of Hydrology* 377: 71-79.
25. Xiao, Q.F., E.G. McPherson, S.L. Ustin, M.E. Grismer, & J.R. Simpson, 2000. Winter rainfall interception by two mature open-grown trees in Davis, California. *Hydrological Processes* 14: 763-784.