فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۴ شماره ۳، صفحه ۴۰۱-۳۹۰، (۱۳۹۵)

# تأثیر تغییر کاربری زمین بر کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش در جنگل بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.)، حوضه آبخیز قلعه‌گل استان لرستان

**سمیه قربانی [۱*]، سیدمحمد حجتی [۲]، خسرو ثاقب‌طالبی [۳] و شعبان شتایی [۴]**

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
پست الکترونیک: ghorbani_s60@yahoo.com
۲- دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۴- دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۰۴

## چکیده

تغییر کاربری زمین بر کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش تأثیر به‌سزایی دارد. این پژوهش در چهار کاربری متداول زمین شامل جنگل به‌نسبت مطلوب، جنگل تخریب‌شده، جنگل زراعت‌شده و باغ که نتیجه تغییر کاربری جنگل بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در حوضه آبخیز قلعه‌گل (خرم‌آباد، لرستان) بودند، انجام شد. بارش و تاج‌بارش به‌مدت یک سال اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری بارش، با نصب چهار جمع‌آوری‌کننده بارش در عرصه باز مجاور کاربری‌های مورد نظر انجام شد. برای اندازه‌گیری تاج‌بارش، در هریک از کاربری‌ها ۱۲ درخت به‌طور تصادفی انتخاب شدند و زیر تاج هر درخت چهار جمع‌آوری‌کننده تاج‌بارش نصب شد. مشخصه‌های کمی درختان با انتخاب ۱۵ قطعه‌نمونه به مساحت ۲۵۰۰ متر مربع در هریک از کاربری‌ها اندازه‌گیری شد. براساس نتایج، میزان بارش سالانه ۵۲۶/۳ میلی‌متر بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین مقادیر تاج‌بارش و اتلاف تاجی در کاربری‌های بررسی‌شده شامل جنگل به‌نسبت مطلوب (۳۵۳/۹ و ۱۷۲/۴ میلی‌متر)، جنگل تخریب‌شده (۴۰۳ و ۱۲۳/۴ میلی‌متر)، جنگل زراعت‌شده (۴۲۹/۸ و ۹۶/۵ میلی‌متر) و جنگل تبدیل‌شده به باغ (۴۱۸/۳ و ۱۰۸ میلی‌متر) در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود داشت. کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش در جنگل به‌نسبت مطلوب (با انبوهی تاج‌پوشش ۶۰ درصد و تراکم ۲۱۲ اصله در هکتار) در مقایسه با جنگل تخریب‌شده (با انبوهی تاج‌پوشش ۲۶ درصد و تراکم ۱۴۴ اصله در هکتار) و جنگل زراعت‌شده (با انبوهی تاج‌پوشش ۱۱ درصد و تراکم ۵۲ اصله در هکتار) با کمترین تأثیر منفی مواجه بود. اجزای مدل‌های رگرسیون نشان دادند که برآورد اتلاف تاجی با استفاده از بارش ($۰/۸۵۶ > r^2 > ۰/۷۹۴$) در مقایسه با قطر برابر سینه ($۰/۸۳۷ > r^2 > ۰/۶۵۴$) دقت بیشتری داشت. شناختی که یافته‌های این پژوهش از کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش ارائه می‌کند، می‌تواند در مدیریت منابع جنگلی برای تنظیم روابط بین تاج‌پوشش و چرخه آب به‌کار گرفته شود.

**واژه‌های کلیدی:** اتلاف تاجی، تاج‌بارش، زاگرس، ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش، مدل‌سازی.

## مقدمه

بارش با گذر از لایه نفوذپذیر تاج‌پوشش، به کف جنگل می‌ریزد و مهم‌ترین ورودی چرخه آب را در بوم‌سازگان جنگل تشکیل می‌دهد (Sraj *et al.*, 2008). بخشی از بارش

روی تاج‌پوشش نگهداری می‌شود و پس از تبخیر شدن به جو بازمی‌گردد (Holder, 2004) و بخشی دیگر با گذر از تاج‌پوشش و با جریان یافتن روی اندام‌های هوایی درختان به کف جنگل می‌ریزد (Rahmani *et al.*, 2011)، بنابراین، تاج‌پوشش از طریق اتلاف تاجی بر مقدار آب به‌دست‌آمده از بارش که به کف جنگل می‌ریزد، تأثیر می‌گذارد (Calder *et al.*, 2007). برای تشریح این فرایند اکوهیدرولوژیک از روش‌های کمی استفاده شده است (Wang & Duan, 2010). مشخصه‌های پوشش گیاهی در تنظیم کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش نقش دارند (Asbjornsen *et al.*, 2011). انبوهی تاج‌پوشش و تراکم توده بر ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش (Wang & Duan, 2010) و اتلاف تاجی (Calder, 2001) مؤثرند. تخریب بوم‌سازگان جنگل و تغییر کاربری آن به‌دلیل ایجاد تغییر در ترکیب و ساختار جنگل‌ها، فرایندهای هیدرولوژیک را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهند و موجب بروز اختلال در کارکردهای اکوهیدرولوژیک می‌شوند (Vose *et al.*, 2011).

ناحیه رویشی زاگرس با وسعتی حدود شش میلیون هکتار، گسترده‌ترین جنگل‌های ایران محسوب می‌شوند (Sagheb Talebi *et al.*, 2014). این جنگل‌ها در گذشته‌های دور، متراکم و انبوه بوده‌اند، اما به‌دلیل توسعه فعالیت‌های انسان مانند بهره‌برداری‌های بی‌رویه، چرای دام، زراعت زیراشکوب، تامین سوخت، ذغال‌گیری و تبدیل جنگل به کاربری‌های دیگر به‌تدریج تخریب شده‌اند (Jazirehi & Ebrahimi Rostaghi, 2003; Ghazanfari *et al.*, 2004) و انبوهی تاج‌پوشش آنها بسیار کاهش یافته است. پس از تنک شدن جنگل، مقدار ریزش مستقیم باران بر روی خاک افزایش می‌یابد و شدت تابش مستقیم نور خورشید به خاک بیشتر می‌شود (Jazirehi & Ebrahimi Rostaghi, 2003). درنتیجه، شدت فرسایش و مقدار تبخیر آب از سطح خاک افزایش می‌یابد (Yachkaschi, 1977) که به‌تدریج با افزایش تنش خشکی و کاهش حاصلخیزی (Calder, 1998)، بر وضعیت تعادل اکولوژیک و پایداری بوم‌سازگان جنگل تأثیر نامطلوب می‌گذارد. جنگل‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در حفاظت آب و خاک نقشی حیاتی دارند و به‌دلیل محدودیت منابع آب قابل دسترس درختان (Shahsavari, 1994)، تشریح کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش در این جنگل‌ها با استفاده از روش‌های کمی اهمیت بیشتری می‌یابد.

کاربری‌های متداول زمین در حوضه آبخیز قلعه‌گل خرم‌آباد لرستان که نتیجه مداخله انسان در جنگل‌های بلوط است، شامل جنگل به‌نسبت مطلوب، جنگل تخریب‌شده، جنگل زراعت‌شده و باغ هستند (Anonymous, 2007). این کاربری‌ها با شدت‌های مختلف تخریب موجب تفاوت در انبوهی تاج‌پوشش و تراکم توده شده‌اند. تغییر مشخصه‌های پوشش گیاهی بر کارکردهای اکوهیدرولوژیک تأثیر می‌گذارد. بین وضعیت تاج‌پوشش و فرایندهای هیدرولوژیک ارتباط متقابل و کارکردی وجود دارد (Troch *et al.*, 2009; Vose *et al.*, 2011)، بنابراین شناخت تأثیر تغییر کاربری در کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش می‌تواند موجب درک بهتر عامل‌های مؤثر در پایداری بوم‌سازگان جنگلی حوضه آبخیز قلعه‌گل شود.

تحقیقات اندکی در مورد تأثیر مشخصه‌های تاج‌پوشش بر اجزای بارش در جنگل‌های بلوط ایرانی انجام شده است (Fathizadeh *et al.*, 2013). این پژوهش با اهداف: ۱) برآورد و مقایسه تاج‌بارش و اتلاف تاجی، ۲) تعیین ارتباط بین تاج‌بارش و اتلاف تاجی با اندازه بارش و مشخصه‌های کمی توده (انبوهی تاج‌پوشش، تراکم، میانگین قطر، رویه زمینی و میانگین ارتفاع)، ۳) ارایه مدل‌های مناسب برای پیش‌بینی مقدار تاج‌بارش و اتلاف تاجی با استفاده از اندازه بارش و مشخصه‌های کمی توده و ۴) تعیین ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش در کاربری‌های ناشی از مداخله انسان انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در حوضه آبخیز قلعه‌گل واقع در عرض جغرافیایی ´۲۷ °۴۸ تا ´۳۴ °۴۸ شمالی و طول جغرافیایی

´۱۴ °۳۳ تا ´۱۸ °۳۳ شرقی انجام شد. مساحت این حوضه ۱۰۵۵۵/۹۳ هکتار است که شامل ۷۳/۳ درصد جنگل، ۶/۵ درصد زراعت دیم در زیراشکوب جنگل، ۶/۴ درصد زراعت، ۳/۲ درصد باغ و ۱۱/۵ درصد مرتع مرتفع است. حداکثر ارتفاع آن ۲۷۳۰ متر و حداقل آن نیز ۱۳۵۰ متر از سطح دریا است (Anonymous, 2007). براساس آمار ایستگاه سینوپتیک خرم‌آباد (۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰)، میانگین بارش سالانه ۵۰۴/۳ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۷/۶ درجه سانتی‌گراد است. برمبنای طبقه‌بندی آمبرژه ($Q^2$ =۴۳/۴) این منطقه دارای اقلیم نیمه‌مرطوب سرد است (Anonymous, 2015). تشکیلات زمین‌شناسی اغلب از جنس سنگ‌های آهکی، رسی و مارن هستند. خاک منطقه دارای افق‌های A، B و C و عمق خاک کم تا متوسط، رژیم رطوبتی خشک، بافت لومی رسی و رسی سیلتی، واکنش شیمیایی ۷/۷ تا ۸/۱ و ضریب هدایت الکتریکی ۰/۲۸ تا ۰/۵۷ است. شستشو و تجمع آهک از ویژگی‌های قابل توجه این خاک‌هاست. حساسیت خاک به فرسایش به‌نسبت زیاد است و بیشترین فرسایش در کاربری جنگل زراعت‌شده دیده می‌شود. رویشگاه‌های جنگلی این حوضه به‌طور طبیعی دارای پوشش بلوط ایرانی همراه با دارمازو، بادام کوهی، بنه و زالزالک هستند. تاج‌پوشش جنگل به‌طور متوسط ۴۱/۳ درصد است که ۳۵/۵ درصد از آن را بلوط ایرانی تشکیل می‌دهد (Anonymous, 2007).

**روش پژوهش**

عرصه‌هایی که در زمان اجرای پژوهش دارای پوشش درختی بلوط بودند (شامل جنگل به‌نسبت مطلوب، جنگل تخریب‌شده و جنگل زراعت‌شده) و نیز عرصه‌هایی که در گذشته دارای پوشش درختی بلوط بودند، اما بیشتر از ۱۰ سال بود که به باغ تغییر کاربری داده بودند، به‌عنوان کاربری‌های متداول زمین انتخاب و اندازه‌گیری شدند. در پژوهش پیش‌رو، جنگل به‌نسبت مطلوب عبارت بود از جنگل بلوط ایرانی با تاج‌پوشش تنک (۴۰ تا ۶۰ درصد) که در آن علایم چرای دائم، فشردگی خاک، شخم، سرشاخه‌زنی و قطع درختان وجود ندارد یا بسیار ناچیز است. این جنگل کمتر از یک درصد مساحت حوضه را تشکیل می‌داد. جنگل تخریب‌شده عبارت بود از جنگل بلوط که در معرض چرای شدید دام، سرشاخه‌زنی، قطع درختان، فشردگی خاک، کاهش شدید زادآوری و پوشش علفی کف قرار داشت و به همین دلیل انبوهی تاج‌پوشش کاهش یافته بود. جنگل زراعت‌شده عبارت بود از جنگل بلوط که همه‌ساله خاک آن شخم زده شده بود و در زیراشکوب آن زراعت دیم (کشت گندم و جو) انجام می‌شد (معادل جنگل با زراعت در زیراشکوب). فقدان زادآوری و آمیخته شدن لایه‌های سطحی خاک با لایه‌های زیرین مهم‌ترین نشانه‌های زراعت دیم در این جنگل بود. کاربری باغ شامل عرصه‌هایی بود که در آن پایه‌های درختان و درختچه‌های جنگلی به‌طور کامل قطع شده بودند و به‌جای آنها درختان میوه (اغلب سیب، زردآلو، هلو و گردو) کاشته شده بودند. حذف کامل تاج‌پوشش جنگل و آمیخته شدن لایه‌های سطحی خاک با لایه‌های زیرین مهم‌ترین نشانه‌های تبدیل جنگل بلوط ایرانی به باغ بودند. مرز این کاربری‌ها با استفاده از اطلاعات مندرج در طرح تفصیلی- اجرایی آبخیزداری حوضه قلعه‌گل (Anonymous, 2007)، تصویر ماهواره Quickbird و بررسی‌های میدانی مشخص شد.

از بین عرصه‌های متعلق به هریک از کاربری‌ها، سه عرصه به‌طور تصادفی برای نمونه‌برداری از تاج‌بارش و اندازه‌گیری مشخصه‌های کمی درختان انتخاب شدند. در کاربری‌های جنگل به‌نسبت مطلوب، جنگل تخریب‌شده و جنگل زراعت‌شده، ۳۶ درخت بلوط (در هر کاربری ۱۲ درخت) به‌طور تصادفی انتخاب شدند. زیر تاج هریک از درختان نمونه، چهار جمع‌آوری‌کننده تاج‌بارش با قطر دهانه ۲۰ و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر در چهار جهت اصلی جغرافیایی و در چهار فاصله نسبت به تنه شامل ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و یک برابر شعاع تاج (Rahmani *et al.*, 2011) در سطح زمین نصب شدند. در کاربری باغ، ۱۲ درخت از گونه‌های معمول شامل سیب، زردآلو، هلو و گردو انتخاب شدند و جمع‌آوری‌کننده‌های تاج‌بارش همانند روش فوق نصب شدند. برای اندازه‌گیری تاج‌بارش، در نزدیکی عرصه‌های هر

کاربری، یک باران‌سنج مشابه موارد پیشین در فضای آزاد نصب شد. اندازه‌گیری بارش و نمونه‌برداری تاج‌بارش از ۱۳۹۲/۱۰/۱ تا ۱۳۹۳/۱۰/۱ به‌مدت یک سال بلافاصله پس از خاتمه هر بارش انجام شد. میانگین تاج‌بارش درختان به‌روش وزنی و اتلاف تاجی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد. در این پژوهش، مقدار ساقاب بسیار ناچیز درنظر گرفته شد و در محاسبه اتلاف تاجی منظور نشد (Fathizadeh *et al.*, 2013).

رابطه (۱) اتلاف تاجی= بارش− تاج‌بارش

اندازه‌گیری مشخصه‌های کمی درختان با انتخاب پنج قطعه‌نمونه ۲۵۰۰ متر مربعی (۵۰ × ۵۰ متر) به‌طور تصادفی در سه عرصه منتخب برای هریک از کاربری‌ها انجام شد. درمجموع ۶۰ قطعه‌نمونه برداشت شد. در هر قطعه‌نمونه مشخصه‌های گونه، تعداد درخت، قطر تاج (در دو جهت عمود برهم)، قطر برابر سینه و ارتفاع کل درختان ثبت شد. رویه زمینی درختان با استفاده از مدل دایره و مساحت تاج آنها با مدل بیضی محاسبه شد.

**تجزیه و تحلیل داده‌ها**

ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش درختان با استفاده از روش‌های Leyton، Gash و Morton و Pypker-Jackson برآورد شد (Motahari & Attarod, 2012). در این روش‌ها ابتدا تمام بارش‌ها به دو گروه بارش‌هایی که تاج‌پوشش را اشباع می‌کنند و بارش‌هایی که برای اشباع تاج‌پوشش ناکافی هستند، تقسیم شدند. سپس ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش با استفاده از رابطه بین بارش و تاج‌بارش که برای این دو گروه در یک نمودار ترسیم می‌شود، به‌طور غیرمستقیم به‌دست آمد. تجزیه واریانس برای بررسی تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها و آزمون توکی برای مقایسه میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. همبستگی‌ها با ضریب همبستگی پیرسون تعیین شد. مدل‌سازی‌ها با استفاده از مدل‌های خطی و غیرخطی انجام شد و مدل‌های دارای بزرگ‌ترین ضریب تبیین ($r^2$) و کوچک‌ترین اندازه خطای جذر میانگین مربعات (*RMSE*) انتخاب شدند.

## نتایج

میانگین تاج‌بارش و اتلاف تاجی و سهم آنها از بارش، در کاربری‌های متداول زمین در جدول ۱ ارایه شده است. براساس نتایج تجزیه واریانس، بین همه کاربری‌های بررسی‌شده ازنظر میانگین تاج‌بارش و اتلاف تاجی تفاوت معنی‌دار وجود داشت.

**جدول ۱- مقایسه میانگین تاج‌بارش و اتلاف تاجی در کاربری‌های متداول زمین، حوضه آبخیز قلعه‌گل**

| کاربری زمین | بارش سالانه (میلی‌متر) | تاج‌بارش (میلی‌متر) | اتلاف تاجی (میلی‌متر) | تاج‌بارش (درصد) | اتلاف تاجی (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|
| جنگل به‌نسبت مطلوب | ۵۲۶/۳ | ۳۵۳/۹$^{d}$ (۲/۱) | ۱۷۲/۴$^{a}$ (۴/۴) | ۶۷/۲ | ۳۲/۸ |
| جنگل تخریب‌شده | | ۴۰۳$^{c}$ (۱/۴) | ۱۲۳/۴$^{b}$ (۴/۷) | ۷۶/۶ | ۲۳/۴ |
| جنگل زراعت‌شده | | ۴۲۹/۸$^{a}$ (۰/۸) | ۹۶/۵$^{d}$ (۳/۵) | ۸۱/۷ | ۱۸/۳ |
| جنگل تبدیل‌شده به باغ | | ۴۱۸/۳$^{b}$ (۰/۷) | ۱۰۸$^{c}$ (۲/۸) | ۷۹/۵ | ۲۰/۵ |

حروف انگلیسی متفاوت، اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.
درصد خطای برآورد میانگین داخل پرانتز آورده شده است.

ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش درختان در جدول ۲ ارایه شده است. روند تغییرات ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش در بین کاربری‌های بررسی‌شده با تغییرات اتلاف تاجی مشابه بود. بین کاربری‌ها ازنظر برآوردهای به‌دست‌آمده از روش‌های Leyton و Pypker-Jackson به مقدار قابل توجهی شباهت وجود داشت.

**جدول ۲- برآورد ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش در کاربری‌های متداول زمین، حوضه آبخیز قلعه‌گل**

| کاربری زمین | ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش (میلی‌متر) | | |
|---|---|---|---|
| | روش Leyton | روش Gash و Morton | روش Pypker-Jackson |
| جنگل به‌نسبت مطلوب | ۰/۷۴ | ۰/۵۱ | ۰/۷۴ |
| جنگل تخریب‌شده | ۰/۴ | ۰/۳۲ | ۰/۴۱ |
| جنگل زراعت‌شده | ۰/۲۷ | ۰/۲۴ | ۰/۲۷ |
| جنگل تبدیل‌شده به باغ | ۰/۴۱ | ۰/۳۴ | ۰/۴۱ |

میانگین مشخصه‌های کمی توده در کاربری‌های بررسی‌شده در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بین تمام کاربری‌های بررسی‌شده ازنظر مشخصه‌های کمی توده تفاوت معنی‌داری وجود داشت (به‌استثنای میانگین قطر در جنگل تبدیل‌شده به باغ). در کاربری‌های جنگل به‌نسبت مطلوب، جنگل تخریب‌شده و جنگل زراعت‌شده، روند تغییرات انبوهی تاج‌پوشش، تراکم توده و رویه زمینی با تغییرات اتلاف تاجی شباهت داشت.

**جدول ۳- مقایسه میانگین مشخصه‌های کمی توده در کاربری‌های متداول زمین، حوضه آبخیز قلعه‌گل**

| کاربری زمین | انبوهی تاج‌پوشش (درصد) | تراکم (تعداد در هکتار) | میانگین قطر (سانتی‌متر) | رویه زمینی (متر مربع در هکتار) | میانگین ارتفاع (متر) |
|---|---|---|---|---|---|
| جنگل به‌نسبت مطلوب | ۶۰$^{a}$ | ۲۱۲$^{b}$ | ۴۱/۳$^{a}$ | ۵۶/۵$^{a}$ | ۷$^{a}$ |
| جنگل تخریب‌شده | ۲۶$^{c}$ | ۱۴۴$^{c}$ | ۲۴/۲$^{c}$ | ۱۹/۱$^{b}$ | ۵/۴$^{b}$ |
| جنگل زراعت‌شده | ۱۱$^{d}$ | ۵۲$^{d}$ | ۳۱/۲$^{b}$ | ۸/۴$^{c}$ | ۴/۷$^{b}$ |
| جنگل تبدیل‌شده به باغ | ۵۳$^{b}$ | ۳۰۹$^{a}$ | ۲۷/۱$^{bc}$ | ۱۸/۲$^{b}$ | ۵/۵$^{b}$ |

حروف انگلیسی متفاوت در ستون، اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.

وضعیت کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش در کاربری‌های متداول زمین، براساس اتلاف تاجی، تاج‌بارش و انبوهی تاج‌پوشش در شکل ۱ نشان داده شده است. در این شکل مشخص است که کاربری‌های جنگل به‌نسبت مطلوب، جنگل تخریب‌شده و جنگل زراعت‌شده، ازنظر کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش در یک روند کاهنده قرار داشتند.

مدل‌سازی نشان داد که برآورد تاج‌بارش و اتلاف تاجی با مدل خطی به‌دلیل بیشتر بودن ضریب تبیین و کمتر بودن اندازه خطا از دقت بیشتری برخوردار بود. علاوه‌براین، میانگین قطر در مقایسه با رویه زمینی، مساحت تاج و ارتفاع کل درخت، مقادیر تاج‌بارش و اتلاف تاجی را با دقت بیشتری برآورد کرد. مدل‌های برآوردکننده تاج‌بارش و اتلاف تاجی در جدول ۴ ارایه شده‌اند. برای مدل‌های مبتنی بر بارش، شیب خط رگرسیون در مدل‌های برآوردکننده تاج‌بارش از اتلاف تاجی بیشتر بود. همچنین روند تغییر اندازه شیب خط رگرسیون در بین کاربری‌ها با الگوی تغییر اندازه اتلاف تاجی ارتباط مستقیم و با تاج‌بارش ارتباط

معکوس داشت. برای مدل‌های مبتنی بر قطر برابر سینه درختان، شیب خط رگرسیون در مدل‌های برآوردکننده تاج‌بارش و اتلاف تاجی به‌ترتیب منفی و مثبت بود. همچنین مقدار ضریب تعیین در برآورد تاج‌بارش و اتلاف تاجی در کاربری جنگل به‌نسبت مطلوب بیشترین مقدار را داشت، اما در کاربری‌های جنگل تخریب‌شده، جنگل زراعت‌شده و باغ به‌ترتیب از این مقدار کاسته شد.

**شکل ۱- کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش در کاربری‌های متداول زمین، حوضه آبخیز قلعه‌گل**

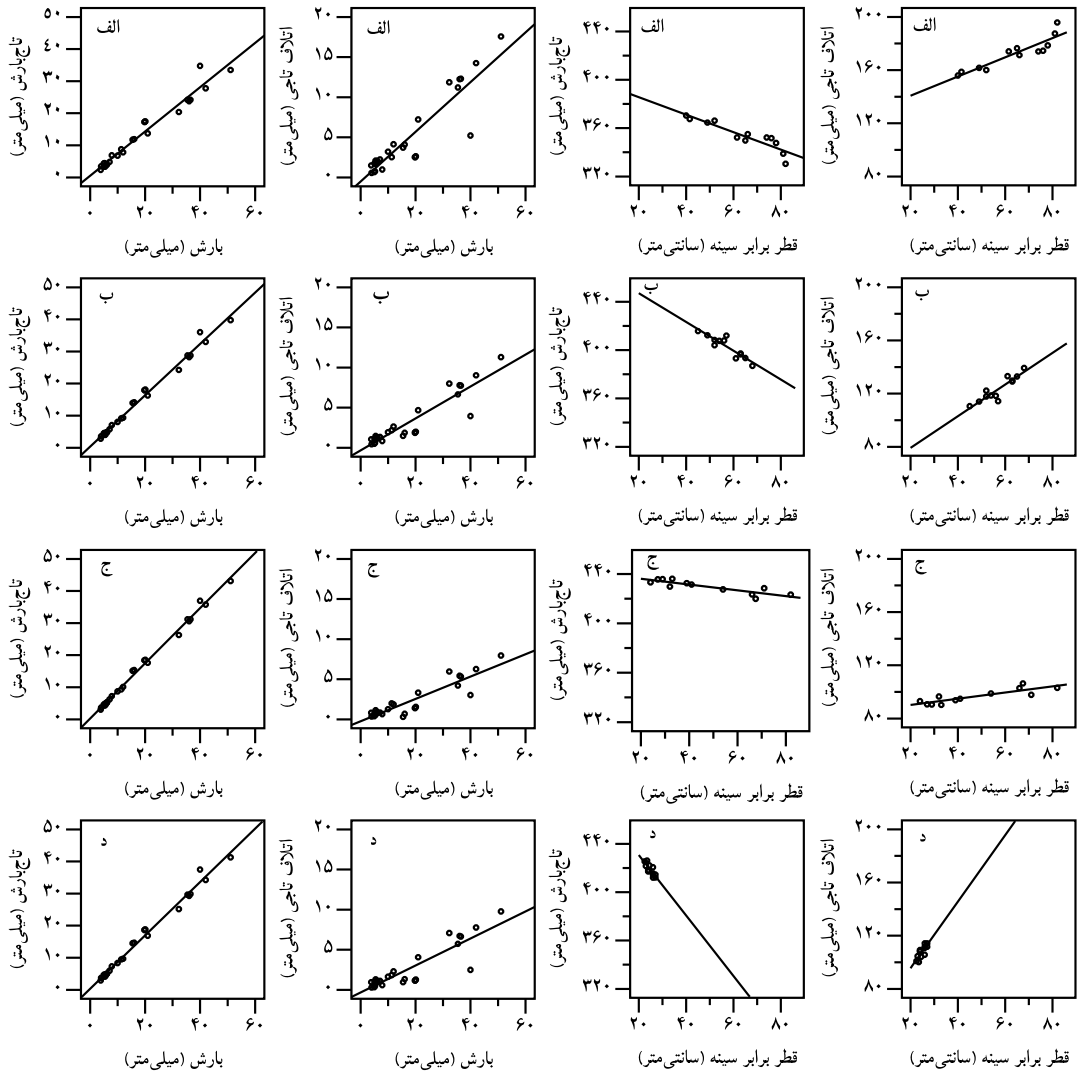
**جدول ۴- مدل‌های برآوردکننده تاج‌بارش و اتلاف تاجی در کاربری‌های متداول زمین، حوضه آبخیز قلعه‌گل**

| برآوردشونده (Y) | برآوردکننده[1] (X) | کاربری زمین | مدل رگرسیون (Y = aX + b) | ضریب تبیین ($r^2$) | اندازه خطا (%*RMSE*) |
|---|---|---|---|---|---|
| تاج‌بارش (میلی‌متر) | بارش | جنگل به‌نسبت مطلوب | Y=۰/۶۹۰X+۰/۵۰۹ | ۰/۹۶۳** | ۱۵/۳ |
| | | جنگل تخریب‌شده | Y=۰/۸۰۱X+۰/۳۲۴ | ۰/۹۹** | ۳۹/۴ |
| | | جنگل زراعت‌شده | Y=۰/۸۶۱X+۰/۲۳۶ | ۰/۹۹۵** | ۸/۱ |
| | | جنگل تبدیل‌شده به باغ | Y=۰/۸۳۱X+۰/۳۳۹ | ۰/۹۸۹** | ۳۶/۸ |
| اتلاف تاجی (میلی‌متر) | بارش | جنگل به‌نسبت مطلوب | Y=۰/۳۱۰X-۰/۵۰۹ | ۰/۸۳۹** | ۵/۷ |
| | | جنگل تخریب‌شده | Y=۰/۱۹۹X-۰/۳۲۴ | ۰/۸۵۶** | ۳۹/۷ |
| | | جنگل زراعت‌شده | Y=۰/۱۳۹X-۰/۲۳۶ | ۰/۸۳۸** | ۸/۲ |
| | | جنگل تبدیل‌شده به باغ | Y=۰/۱۶۹X-۰/۳۳۹ | ۰/۷۹۴** | ۴۶/۹ |
| تاج‌بارش (میلی‌متر) | قطر برابر سینه (سانتی‌متر) | جنگل به‌نسبت مطلوب | Y=-۰/۷۲۳X+۴۰۰/۰۴۶ | ۰/۸۳۷** | ۱/۲۹ |
| | | جنگل تخریب‌شده | Y=-۱/۱۹۱X+۴۷۰/۹۴۳ | ۰/۸۲۹** | ۰/۹ |
| | | جنگل زراعت‌شده | Y=-۰/۲۳۲X+۴۴۰/۷۱۳ | ۰/۷۴۴** | ۰/۶ |
| | | جنگل تبدیل‌شده به باغ | Y=-۲/۵۰۲X+۴۴۰/۸۰۵ | ۰/۶۵۴** | ۰/۷۳ |
| اتلاف تاجی (میلی‌متر) | قطر برابر سینه (سانتی‌متر) | جنگل به‌نسبت مطلوب | Y=۰/۷۲۳X+۱۲۶/۲۵۸ | ۰/۸۳۷** | ۲/۶۶ |
| | | جنگل تخریب‌شده | Y=۱/۱۹۱X+۵۵/۳۶۱ | ۰/۸۲۹** | ۲/۹۵ |
| | | جنگل زراعت‌شده | Y=۰/۲۳۲X+۸۵/۵۹۱ | ۰/۷۴۴** | ۲/۶۹ |
| | | جنگل تبدیل‌شده به باغ | Y=۲/۵۰۲X+۴۵/۴۹۹ | ۰/۶۵۴** | ۲/۸۴ |

۱- دامنه اعتبار بارش در تمام کاربری‌ها ۳/۹ تا ۵۱/۱ میلی‌متر و دامنه اعتبار قطر برابر سینه درختان در کاربری جنگل به‌نسبت مطلوب ۴۰ تا ۸۵، در جنگل تخریب‌شده ۴۵ تا ۷۰، در جنگل زراعت‌شده ۲۵ تا ۸۵ و در جنگل تبدیل شده به باغ ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر است.

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

ارتباط بین تاج‌بارش و اتلاف تاجی با بارش و قطر برابر سینه درختان در کاربری‌های متداول زمین در شکل ۲ نشان داده شده است. روابطی که براساس جدول ۴ بیان شد، در این شکل مشاهده می‌شود.




**شکل ۲- ارتباط تاج‌بارش و اتلاف تاجی با بارش و قطر درختان در کاربری‌های متداول زمین، حوضه آبخیز قلعه‌گل «الف» جنگل به‌نسبت مطلوب، «ب» جنگل تخریب‌شده، «ج» جنگل زراعت‌شده و «د» جنگل تبدیل‌شده به باغ**

## بحث

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش در پی تغییر کاربری جنگل‌های بلوط در حوضه آبخیز قلعه‌گل (خرم‌آباد، لرستان) دستخوش اختلال شده است. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که تغییر کاربری زمین در بوم‌سازگان جنگل با کاهش تراکم درختان و انبوهی تاج‌پوشش، باعث اختلال در کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش شامل تاج‌بارش، اتلاف تاجی و ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش شده است. تاج‌بارش درختان بلوط (۸۰ درصد از بارش) در ایلام (Fathizadeh *et al.*, 2013) با کاربری جنگل زراعت‌شده (۸۱/۷ درصد از بارش) بسیار شباهت داشت. اندازه‌گیری تاج‌بارش بلوط

در مناطق مختلف جهان نمایان‌گر نتایج متفاوتی است. تاج‌بارش *Q. emoryi* در آریزونا ۲۷ تا ۱۰۰ درصد (Haworth & McPherson, 1995)، *Q. suber* در کالیفرنیا ۵۸ درصد (Xiao *et al.*, 2000)، *Q. rotundifolia* در اسپانیا ۷۳ درصد (Mateos & Schnabel, 2001) و *Q. ilex* در پرتغال ۸۷ درصد (David *et al.*, 2006) از بارش به‌دست آمده است. در پژوهش انجام‌شده توسط Ritter و همکاران (۲۰۰۵)، تاج‌بارش توده‌های دارای تاج‌پوشش انبوه و تنک به‌ترتیب ۷۴ و ۹۰ درصد از بارش به‌دست آمده است، بنابراین انبوهی تاج‌پوشش، معماری متفاوت تاج گونه‌ها و نیز یکسان نبودن اقلیم و ویژگی‌های بارش (مانند مقدار و شدت بارش) می‌تواند باعث به‌وجود آمدن تفاوت در نتایج این پژوهش و پژوهش‌های دیگر شود. یافته‌های این پژوهش نشان داد که تغییر کاربری با کاهش انبوهی تاج‌پوشش و تراکم باعث افزایش تاج‌بارش شده است.

در این پژوهش، بین نتیجه به‌دست‌آمده از روش‌های Leyton و Pypker-Jackson شباهت قابل توجهی مشاهده شد (جدول ۲) که با یافته‌های Motahari و Attarod (۲۰۱۲) یکسان است. میانگین ارتفاع درختان بلوط در کاربری جنگل به‌نسبت مطلوب هفت متر بود (جدول ۳) و درختان موجود در این کاربری دارای تاج‌های بزرگ‌تر و متراکم‌تر بودند که می‌تواند عامل افزایش ظرفیت نگهداری آب روی تاج درختان در مقایسه با کاربری‌های دیگر باشد.

ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش درختان بلوط ایرانی در ایلام برای فصل دارای برگ و بی‌برگی به‌ترتیب ۰/۵۶ و ۱/۵۶ میلی‌متر بوده است (Fathizadeh *et al.*, 2013). این مشخصه برای *Q. ilex* در پرتغال ۰/۲۶ میلی‌متر (David *et al.*, 2006) و ۱/۱۶ میلی‌متر (Pereira *et al.*, 2009) و برای *Q. suber* در کالیفرنیا دو میلی‌متر (Xiao *et al.*, 2000) گزارش شد. مقادیر به‌دست‌آمده در این پژوهش (جدول ۳)، نسبت به اغلب مقادیر فوق کوچک‌تر است که می‌تواند به‌دلیل وجود تفاوت در روش محاسبه، ساختار تاج‌پوشش، اقلیم و ویژگی‌های بارش باشد. علاوه‌براین، وجود ارتباط مستقیم بین ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش و شاخص سطح برگ (Fleischbein *et al.*, 2005) و کوچک‌تر بودن شاخص سطح برگ جنگل‌های بلوط ایرانی (Adl, 2007) در مقایسه با میانگین شاخص سطح برگ جنگل‌های بلوط جهان (Scurlock *et al.*, 2001) نیز می‌تواند این اختلاف را توجیه کند.

میانگین اتلاف تاجی جنگل‌های بلوط در مناطق مختلف جهان بین ۲۳ تا ۳۰ درصد از بارش است (Xiao *et al.*, 2000; Pereira *et al.*, 2009). در این پژوهش، اتلاف تاجی جنگل تخریب‌شده در این دامنه اما اتلاف تاجی کاربری‌های دیگر خارج از این دامنه بود. علاوه‌براین، مقادیر به‌دست‌آمده برای کاربری‌های جنگل تخریب‌شده، جنگل زراعت‌شده و باغ (جدول ۱) با اتلاف تاجی معادل ۲۰ درصد درختان بلوط ایرانی در ایلام (Fathizadeh *et al.*, 2013) شباهت داشت. با توجه به این‌که مقدار اتلاف تاجی تحت تأثیر اقلیم و ساختار تاج‌پوشش قرار دارد (Crockford & Richardson, 2000)، می‌توان تفاوت‌های مشاهده‌شده در مقادیر تاج‌بارش را متأثر از این عامل‌ها دانست.

نتایج این پژوهش نشان داد که بین اتلاف تاجی و ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش ارتباط مستقیم وجود داشت (جدول‌های ۱ و ۳). بر این اساس و با توجه به ارتباط بین ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش و شاخص سطح برگ (Fleischbein *et al.*, 2005) می‌توان نتیجه گرفت که ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش جزء مشخصه‌های مرتبط با ساختار تاج‌پوشش است و بر اتلاف تاجی تأثیر می‌گذارد. همچنین مشخص شد که کاربری جنگل به‌نسبت مطلوب ازنظر کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش در مقایسه با کاربری‌های دیگر وضعیت مناسب‌تری داشت (شکل ۱). این کاربری، تاج‌پوششی انبوه‌تر و توده‌ای متراکم‌تر داشت (جدول ۳) که با ایجاد سایه نسبت بیشتری از زمین را می‌پوشاند، درنتیجه با افزایش اتلاف تاجی و ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش (جدول‌های ۱ و ۲) می‌تواند اثرات فرسایشی

روان‌آب سطحی و اتلاف رطوبت از خاک را کاهش دهد (Yachkaschi, 1977). فعالیت‌های انسان (چرای دام، تأمین سوخت و زراعت) مهم‌ترین عامل‌های کاهش انبوهی تاج‌پوشش و تراکم توده در کاربری‌های جنگل تخریب‌شده و جنگل زراعت‌شده هستند (Yachkaschi, 1977; Ghazanfari *et al.*, 2004). لازم به‌ذکر است که جنگل به‌نسبت مطلوب نیز از دخالت‌های انسان و عامل‌های مخرب در امان نبوده است، اما در این پژوهش و در مقایسه با کاربری‌های دیگر، به‌عنوان وضعیت به‌نسبت مطلوب پذیرفته شد. کاربری باغ ازنظر انبوهی تاج‌پوشش بعد از جنگل به‌نسبت مطلوب در مرتبه دوم قرار داشت، اما اتلاف تاجی و ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش آن به‌مراتب کمتر از جنگل به‌نسبت مطلوب بود، زیرا درختان بلوط ایرانی در مقایسه با درختان میوه دارای ارتفاع تاج بیشتر، شاخه‌های انبوه‌تر و برگ‌های متراکم‌تر هستند. درنتیجه، آب بیشتری را روی تاج‌پوشش نگهداری می‌کنند.

اجزای معادله‌های برازش‌شده برای برآورد تاج‌بارش و اتلاف تاجی با استفاده از بارش (جدول ۴) و بررسی نمودارهای مرتبط (شکل ۲) نشان داد که از جنگل به‌نسبت مطلوب تا جنگل تخریب‌شده و جنگل زراعت‌شده (به‌استثنای باغ)، ضریب همبستگی افزایش یافت که علت آن می‌تواند کاهش ناهمگنی طبیعی تاج‌پوشش به‌دلیل فعالیت‌های انسان باشد (Pypker *et al.*, 2005). ضریب خط رگرسیون در مدل‌هایی که تاج‌بارش را با استفاده از بارش برآورد می‌کنند، بزرگ‌تر از مدل‌های برآوردکننده اتلاف تاجی بود (جدول ۴). بر این اساس مشخص می‌شود که با ادامه یافتن بارش و افزایش مقدار آن، مقدار تاج‌بارش با نسبتی بیشتر از اتلاف تاجی افزایش می‌یابد، بنابراین پیش‌بینی می‌شود که در بارش‌های بزرگ، کارایی تاج‌پوشش در نگهداری آب روی تاج‌پوشش و اتلاف تاجی کاهش یابد و درنتیجه ورود آب به زیر تاج‌پوشش بیشتر شود.

معادله‌های برازش‌شده برای برآورد تاج‌بارش و اتلاف تاجی با استفاده از قطر برابر سینه درختان (جدول ۴) و بررسی نمودارهای مرتبط (شکل ۲) نشان داد که با افزایش قطر برابر سینه ، مقدار اتلاف تاجی افزایش و برعکس مقدار تاج‌بارش کاهش یافت. از این ارتباط نتیجه‌گیری می‌شود که تأثیر تاج‌پوشش بر نگهداری آب و اتلاف تاجی برخلاف جهت این تأثیر بر تاج‌بارش و ورود آب به زیر تاج‌پوشش است. علاوه‌براین، می‌توان گفت که تأثیر درختان بزرگ‌تر و مسن‌تر در افزایش مقدار اتلاف تاجی و کاهش مقدار تاج بارش، به مقدار قابل توجهی بیشتر از درختان کوچک است (Rahmani *et al.*, 2011).

کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش فرایندی است که برمبنای روابط متقابل بین تاج‌پوشش جنگل، بارش، تاج‌بارش، اتلاف تاجی، ظرفیت نگهداری آب روی تاج‌پوشش و نیز عامل‌های دیگر محیط عمل می‌کند. تغییرات این فرایند بر چرخه آب بوم‌سازگان جنگل تأثیر به‌سزایی دارد. تغییر کاربری زمین‌های جنگلی در حوضه آبخیز قلعه‌گل با کاهش انبوهی تاج‌پوشش و تراکم توده باعث تغییر در کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش شده است که تداوم آن می‌تواند به بحرانی‌تر شدن وضعیت پایداری اکولوژیک و زوال فراگیر بوم‌سازگان بلوط بیانجامد. یافته‌های این پژوهش، با شناختی که از کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش به‌دست می‌دهد، می‌تواند در مدیریت منابع جنگلی، برای تنظیم روابط بین پوشش گیاهی، آب و عامل‌های دیگر محیط به‌کار گرفته شود.

بررسی تأثیر زوال بوم‌سازگان بلوط ایرانی و تغییر اقلیم ناحیه رویشی زاگرس بر کارکرد اکوهیدرولوژیک تاج‌پوشش در پژوهش‌های آتی می‌تواند درک عمیق‌تری از این فرایند ایجاد کند. علاوه‌براین، برای فراهم کردن تصویری جامع از خصوصیات تراز آبی بوم‌سازگان جنگل، پژوهش در مورد انواع سازوکارهای مؤثر بر اتلاف آب ضروری است.

## References

- Adl, H.R., 2007. Estimation of leaf biomass and leaf area index of two major species in Yasuj forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(4): 417-426 (In Persian).

- Anonymous, 2007. Detailed Implementation Plan for the Ghale-Gol Basin, Khoramabad. Published by Abandyshan Azar Corporation (Consulting Engineers), Lorestan Natural Resources Administration, Khoramabad, 73p (In Persian).
- Anonymous, 2015. Climatic statistics of the Khoramabad Synoptic Station from 1951 to 2010. Available at: http://www.irimo.ir/ (In Persian).
- Asbjornsen, H., Goldsmith, G.R., Alvarado-Barrientos, M.S., Rebel, K., Van Osch, F.P., Rietkerk, M., Chen, J., Gotsch, S., Tobon, C., Geissert, D.R., Gomez-Tagle, A., Vache, K. and Dawson, T.E., 2011. Ecohydrological advances and applications in plant–water relations research: a review. Journal of Plant Ecology, 4(1-2): 3-22.
- Calder, I.R., 1998. Water use by forests: limits and controls. Tree Physiology, 18(8-9): 625-631.
- Calder, I.R., 2001. Canopy processes: implications for transpiration, interception and splash induced erosion, ultimately for forest management and water resources. Plant Ecology, 153(1-2): 203-214.
- Calder, I., Hofer, T., Vermont, S. and Warren, P., 2007. Towards a new understanding of forests and water. Unasylva, 229(58): 3-10.
- 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(16-17): 2903-2920.
- David, T.S., Gash, J.H.C., Valente, F., Pereira, J.S., Ferreira, M.I. and David, J.S., 2006. Rainfall interception by an isolated evergreen oak tree in a Mediterranean savannah. Hydrological Processes, 20(13): 2713-2726.
- Fathizadeh, O., Attarod, P., Pypker, T.G., Darvishsefat, A.A. and Zahedi Amiri, Gh., 2013. Seasonal variability of rainfall interception and canopy storage capacity under individual oak (*Quercus brantii*) trees of western Iran. Journal of Agricultural Science and Technology, 15(1): 175-188 (In Persian).
- Fleischbein, K., Wilcke, W., Goller, R., Boy, J., Valarezo, C., Zech, W. and Knoblich, K., 2005. Rainfall interception in a lower montane forest in Ecuador: effects of canopy properties. Hydrological Processes, 19(7): 1355-1371.
- Ghazanfari, H., Namiranian, M., Sobhani, H. and Mohajer, R.M., 2004. Traditional forest management and its application to encourage public participation for sustainable forest management in the northern Zagros mountains of Kurdistan province, Iran. Scandinavian Journal of Forest Research, 19(4): 65-71.
- Haworth, K. and McPherson, G.R., 1995. Effects of *Quercus emoryi* trees on precipitation distribution and microclimate in a semi-arid savanna. Journal of Arid Environments, 31(2): 153-170.
- Holder, C.D., 2004. Rainfall interception and fog precipitation in a tropical montane cloud forest of Guatemala. Forest Ecology and Management, 190(2-3): 373-384.
- Jazirehi, M.H. and Ebrahimi Rostaghi, M., 2003. Silviculture in Zagros. University of Tehran Press, Tehran, 560p (In Persian).
- Motahari, M. and Attarod, P., 2012. Canopy water storage capacity and its effect on rainfall interception in a *Pinus eldarica* plantation in a semi-arid climate zone. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(1): 96-109 (In Persian).
- Pereira, F.L., Gash, J.H.C., David, J.S., David, T.S., Monteiro, P.R. and Valente, F., 2009. Modelling interception loss from evergreen Oak Mediterranean Savannas: application of a tree-based modelling approach. Agricultural and Forest Meteorology, 149 (3-4): 680-688.
- 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(1-2):113-129.
- Rahmani, R., Sadoddin, A. and Ghorbani, S., 2011. Measuring and modelling precipitation components in an Oriental beech stand of the Hyrcanian region, Iran. Journal of Hydrology, 404(3-4): 294-303.
- Ritter, E., Dalsgaard, L. and Einhorn, K.S., 2005. Light, temperature and soil moisture regimes following gap formation in a semi-natural beech-dominated forest in Denmark. Forest Ecology and Management, 206(1-3): 15-33.
- Sagheb Talebi, Kh., Sajedi, T., and Pourhashemi, M., 2014. Forests of Iran: A Treasure from the Past, A Hope for the Future, Springer.
- Scurlock, J.M.O., Asner, G.P. and Gower, S.T.,

2001. Global Leaf Area Index Data from Field Measurements, 1932-2000: Data Set. Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center, Oak Ridge, Tennessee, USA.
- Shahsavari, A., 1994. Natural Forests and Woody Plants of Iran (translation). Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 79p (In Persian).
- Sraj, M., Brilly, M. and Mikos, M., 2008. Rainfall interception by two deciduous Mediterranean forests of contrasting stature in Slovenia. Agricultural and Forest Meteorology, 148(1): 121-134.
- Troch, P.A., Martinez, G.F., Pauwels, V.R.N., Durcik, M., Sivapalan, M., Harman, C., Brooks, P.D., Gupta, H. and Huxman, T., 2009. Climate and vegetation water use efficiency at catchment scales. Hydrological Processes, 23(16): 2409-2414.
- Vose, J.M., Sun, G., Ford, C.R., Bredemeier, M., Otsuki, K., Wei, Xi., Zhang, Zh. and Zhang, L., 2011. Forest ecohydrological research in the 21st century: what are the critical needs?. Ecohydrology, 4(2): 146-158.
- Wang, Z.H. and Duan, C.Q., 2010. How do plant morphological characteristics, species composition and richness regulate eco-hydrological function? Journal of Integrative Plant Biology, 52(12): 1086-1099.
- Xiao, Q.F., McPherson, E.G., Ustin, S.L., Grismer, M.E. and Simpson, J.R., 2000. Winter rainfall interception by two mature open-grown trees in Davis, California. Hydrological Processes, 14(4): 763-784.
- Yachkaschi, A., 1977. The Forest Socioeconomic Values. University of Tehran Press, Tehran, 248p (In Persian).

# Impact of landuse change on ecohydrological function of canopy in Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) forest in Ghale-gol watershed, Lorestan

**S. Ghorbani [1*], S.M. Hojjati [2], Kh. Sagheb Talebi [3] and Sh. Shataee [4]**

1*- Corresponding author, Ph.D. Student Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: ghorbani_s60@yahoo.com

2- Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

3- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4- Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 15.08.2015 Accepted: 25.11.2015

**Abstract**

Ecohydrological functions of canopy are significantly influenced by landuse change. This study was conducted across four current landuse types within the Gale-gol watershed (Khorramabad, Lorestan), including semi-natural forest, disturbed forest, forest farming, and orchards established on converted Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) stands. Field measurements of precipitation (P) and T were made over a period of 12 months starting from January 2013. Four rain collectors were placed in an open area adjacent to each of the landuse types to measure P. In addition, 12 trees were randomly chosen for each of the landuses and four throughfall collectors were installed under the canopy of each tree to measure T. Tree parameters were measured using 15 sample plots of 2500 $m^2$ for each landuse type. I and S were estimated using P and T measured data. The results showed a rate of annual P = 526.3 mm. Furthermore, ANOVA results revealed an outstanding difference between T and I across four investigated landuses including semi-natural forest (T = 353.9, I=172.4 mm), disturbed forest (T = 403.0, I = 123.4 mm), forest farming (T = 429.8, I = 96.5 mm), and orchards (T = 418.3, I = 108.0 mm) at 5 percent significance level. The ecohydrological functions of canopy in semi-natural forest (with 60% canopy and a density of 212 tree/ha) were associated with the minimum negative effects when compared to forest farming (with 26% canopy and a density of 144 tree/ha) and disturbed forest (with 11% canopy and a density of 52 tree/ha). The components of Linear Regression models also proved that the I estimated by P ($0.794 < r^2 < 0.856$) is more accurate than DBH ($0.654 < r^2 < 0.837$). The findings of this study are concluded to improve the existing understanding of ecohydrological canopy function. This function can be implemented as a part of forest resources management to regulate the relationship between canopy and water resources cycle.

**Keywords**: Canopy water storage capacity, interception loss, modeling, throughfall, Zagros.