دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره یازدهم، شماره بیست و دوم
http://pec.gonbad.ac.ir

تلفیق آمار زمینی و گوگل‌ارث برای برآورد زیست‌توده و ذخیره کربن درختان بلوط ایرانی (*Quercus branti Lindl*) (مطالعه موردی: منطقه دادآباد خرم‌آباد)

محسن یوسفوندمفرد[1]، جواد سوسنی[2*]، حامد نقوی[3]، کامبیز ابراری واجاری[4] و نقی شعبانیان[5]

[1] دانشجوی دکتری، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
[2*] نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
[3] استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
[4] دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
[5] دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، کردستان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۲۳

چکیده

جنگل‌های زاگرس سطح وسیعی از جنگل‌های کشور را به خود اختصاص داده‌اند و نقش مهمی را در حفاظت خاک و ذخیره آب‌های زیرزمینی و دیگر خدمات اجتماعی-اقتصادی ایفا می‌کنند. جنگل‌ها نقش مهمی در ذخیره طبیعی کربن در مقیاس جهانی داشته و حفاظت از آن‌ها یکی از استراتژی‌های مهم وپلیدار برای مقابله‌با گرمایش جهانی است.به‌همین خاطر مدیریت‌پلیدار این عرصه‌ها نیازمند اطلاعاتی برای درک و پیش‌بینی تغییرات این جنگل‌ها دارد. این تحقیق‌با هدف برآورد زیست‌توده و مقدار ذخیره کربن روی زمین درختان بلوط ایرانی که از مهم‌ترین عناصر جنگل‌های زاگرس هستند، با استفاده از تلفیق اطلاعات زمینی و تصاویر Google earth انجام شد. طبق نتایج مطالعه قبلی در این منطقه قطر متوسط تاج متغیر مناسب برای برآورد زیست‌توده گونه بلوط ایرانی بوده که به این منظور قطر متوسط تاج درختان بلوط ایرانی منطقه دادآباد لرستان در سطحی معادل ۴۸۸ هکتار، با استفاده از تصاویر گوگل ارث و به وسیله نرم‌افزار ImageJ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که مقدار زیست‌توده روی زمین برای گونه بلوط ایرانی ۹/۶۸ تن در هکتار بود. همچنین مقدار ذخیره کربن برآورد شده برای جنگل‌های بلوط منطقه دادآباد لرستان برابر با ۶/۴۲۷ تن در هکتار به‌دست آمد. نتایج این مطالعه و مقایسه آن با مطالعات دیگر نشان داد که روش‌های غیرمخرب مثل سنجش از دور و استفاده تصاویر ماهواره‌ای و تلفیق آن‌ها با روابط آلومتریک محلی، امکان تخمین میزان زیست‌توده و کربن ذخیره شده در سطوح وسیع را با دقت مناسب امکان‌پذیر می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: **بلوط ایرانی، روابط آلومتریک محلی، زیست‌توده، روش‌های غیرمخرب، Google earth**

مقدمه

جنگل‌های زاگرس که تحت عنوان جنگل‌های نیمه‌خشک طبقه‌بندی شده‌اند با پنج میلیون هکتار وسعت، ۴۰ درصد کل جنگل‌های ایران را به خود اختصاص داده‌اند (عرفانی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۶). این جنگل‌ها از جمله مناطق مهم و باارزش منابع طبیعی کشور ایران هستند که وسعتی بیش از یک پنجم سطح و حدود یک سوم جمعیت کل کشور را در خود جای داده‌اند (فتاحی، ۱۳۷۳). گونه غالب جنگل‌های زاگرس، بلوط ایرانی است که با واریته‌های مختلف درسطح این گستره پراکنش دارد (سوسنی و همکاران، ۱۳۹۳). جنگل‌های زاگرس علاوه بر کالاها و خدمات متنوعی که برای انسان مهیا می‌کنند، نقش مهمی در ذخیره طبیعی کربن در مقیاس جهانی دارند و حفاظت از آن‌ها یکی از راهبردهای مهم و پایدار برای

* **نویسنده مسئول**: soosani.j@lu.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

مقابله با گرمایش جهانی است (Löf et al., 2019). به‌همین خاطر مدیریت پایدار این عرصه‌ها نیازمند اطلاعاتی برای درک و پیش‌بینی تغییرات این جنگل‌ها است.

در این بین برآورد میزان زیست‌توده در بوم‌سازگان جنگلی به دو دلیل اهمیت دارد: اول برای برآورد مقدار ذخایر کربن ازدست‌رفته، که از تبدیل جنگل به عرصه‌های غیرجنگلی حاصل می‌شود، و دوم برای پایش میزان تغییرات زیست‌توده در طول زمان (Houghton, 2005). زیست‌توده جزئی از چرخه کربن است و از این رو برآورد دقیق آن برای بسیاری اهداف از جمله تعیین میزان گازهای گلخانه‌ای، محاسبه کربن زمین و مدل‌سازی تغییرات آب و هوا مورد نیاز است (Van Breugel et al., 2011). همچنین زیست‌توده، پارامتری مهم برای ارزیابی تجاری جنگل‌ها و مراتع به عنوان سوخت، به‌شمار می‌رود (Nichol and Sarker, 2011).

دقیق‌ترین راه برای اندازه‌گیری زیست‌توده روش‌های مبتنی بر قطع و برداشت است (Saglan et al., 2008). این روش‌ها به‌ویژه برای اکوسیستم‌های جنگلی، مخرب، وقت‌گیر و هزینه‌بر است و به نیروی انسانی زیادی نیاز دارد، بنابراین روش‌های غیرمخرب برای تعیین زیست‌توده گونه‌های گیاهی توسعه پیدا کرده‌اند (Saatchi et al., 2007). برای دستیابی به میزان زیست‌توده توده‌های جنگلی، استخراج معادلات و روابط آلومتریک ضروری است. معادلات آلومتریک از جمله کارآمدترین روش‌های برآورد زیست‌توده در بین روش‌های غیرمستقیم برآورد زیست‌توده درختان به شمار می‌رود (Berhongaray et al., 2015). در بیشتر مطالعات، زیست‌توده درختان با کاربرد معادلات رگرسیونی برآورد می‌شود که به‌وسیله معادله رگرسیونی بین وزن خشک اندازه‌گیری‌شده به صورت تخریبی (متغیر وابسته) و ابعاد درختان (متغیر مستقل) اندازه‌گیری شده است. (یوسفوند و همکاران، ۱۳۹۵). ارتباط بین زیست‌توده و متغیرهای درخت، بسته به ویژگی‌های تنه، سن درخت، عملیات مدیریتی، ساختار جنگل، خصوصیات اقلیمی و بیوفیزیکی رویشگاه، متفاوت است (Lott et al., 2000). در بعضی از مناطق زاگرس این روابط در سطوح محدود و به صورت محلی برای توده‌های شاخه‌زاد بلوط ایرانی استخراج شده‌اند (یوسفوند و همکاران، ۱۳۹۵؛ جمادشرف و همکاران، ۱۴۰۰). در استان لرستان این روابط در منطقه ملەشبانان شهرستان خرم‌آباد برای توده‌های شاخه‌زاد بلوط ایرانی در سطح محدود استخراج شده که در این مطالعه، مهمترین پارامتر در برآورد و تعیین میزان زیست‌توده روی زمین درختان بلوط ایرانی، قطر متوسط تاج عنوان شده است (یوسفوند و همکاران، ۱۳۹۵). اما محدودیت‌های اندازه‌گیری زمینی مثل هزینه بالا، زمان‌بر بودن و طاقت‌فرسا بودن جمع‌آوری داده‌ها در برآورد میزان زیست‌توده و مقدار کربن ذخیره شده موجب افزایش تمایل به استفاده از روش‌های جایگزین مثل سنجش‌ازدور برای حل این مسئله شده است (Hosseini et al., 2019).

سنجش از دور شامل ابزارها، نرم‌افزارها و روش‌های خاص و متنوعی است که از طریق آن کره زمین به همراه همه پدیده‌های موجود در آن نظارت می‌شود و نتایج آن معمولاً به صورت تصویری به روش‌های متنوع عرضه می‌شود (کرمی و همکاران، ۱۳۸۸). مزیت روش‌های مبتنی بر داده‌های سنجش‌ازدور در به‌دست‌آوردن سریع‌تر و ارزان‌تر اطلاعات و آسان‌تر به روز کردن این اطلاعات است (کرمی و همکاران، ۱۳۸۸). امروزه داده‌های سنجش از دور منبع اصلی برآورد میزان زیست‌توده محسوب می‌شوند (Hosseini et al., 2019). برای مثال در مطالعه لیوا و لی (Liua and Li, 2012) در شهر Shenyang در شمال شرق چین، مقدار ذخیره و ترسیب کربن به‌وسیله معادلات زیست‌توده با استفاده از داده‌های میدانی و تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا تخمین زده شد. یکی از روش‌های برآورد زیست‌توده استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ارائه شده در تصاویر ماهواره‌ای دارای توان تفکیک زمینی بالا، حتی به‌صورت یک تصویر ساده و فاقد باندهای طیفی که در بعضی مناطق به سهولت در دسترسند همانند تصاویر نرم‌افزار Google earth، از قابلیت‌های زیادی در طبقه‌بندی پوشش جنگلی و تهیه نقشه جنگل برخوردار هستند (سوسنی و همکاران، ۱۳۸۸).

استخراج اتوماتیک تاج‌پوشش درختان بلوط ایرانی با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌های با دقت مکانی زیاد امکان‌پذیر است. تلفیق اطلاعات استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای دقیق و به‌روز، با معادلات و روابط آلومتریک استخراج‌شده از عملیات زمینی، تخمین دقیق‌تر میزان زیست‌توده در سطوح وسیع را برای ما امکانپذیر می‌سازد (جمادشرف و همکاران، ۱۴۰۰). برخلاف داده‌های

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

سنجش از دور طیفی، این داده‌ها رایگان و به سادگی توسط هر کاربری قابل دسترس هستند و قدرت تفکیک مکانی زیاد این تصاویر باعث شده است که در آن‌ها جزئیات سطح زمین در بیشتر مناطق به خوبی قابل رویت باشند (Lisle, 2006).

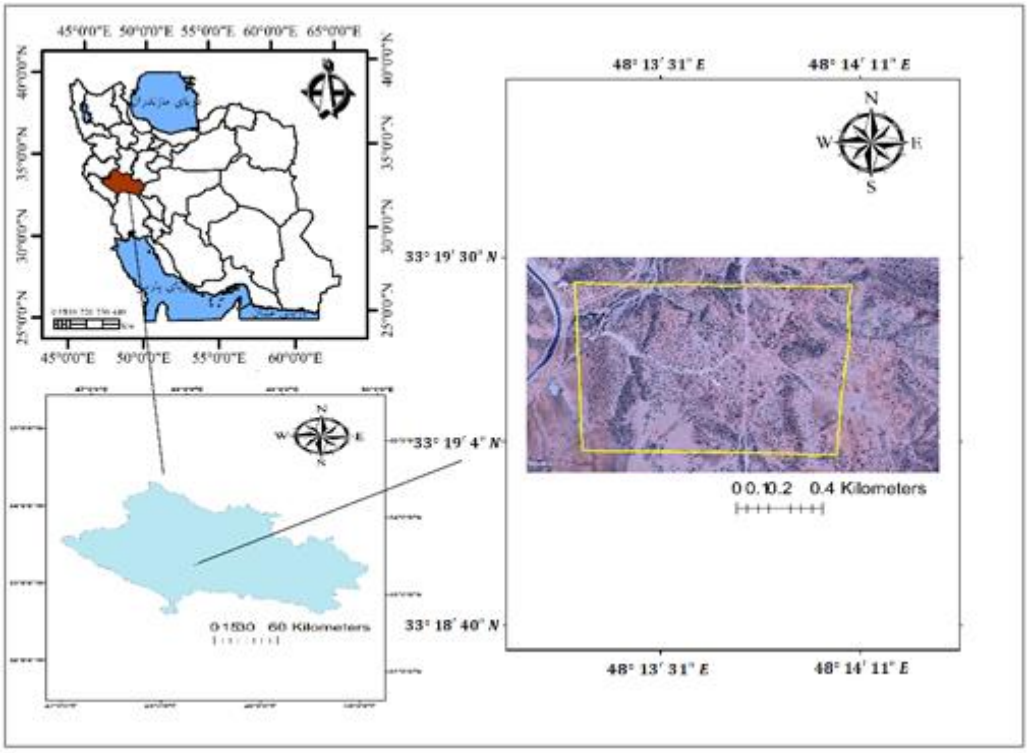
در زمینه استفاده از تصاویر Google earth در جنگل مطالعات متعددی انجام شده است (Singh et al., 2011). اخیراً استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار Google earth برای آماربرداری از جنگل‌ها رواج پیدا کرده است (Agarwal and Singh et al., 2011; Nagendra, 2020). تحقیقات در زمینه برآورد ذخیره کربن در جنگل‌های استان لرستان می‌تواند بستر خوبی برای تعیین ظرفیت جنگل‌های این استان باشد، و ازآنجاکه گونه اصلی این جنگل‌ها به صورت توده‌های شاخه‌زاد درآمده است و از نظر تولید چوب اهمیت زیادی ندارند، لذا بررسی شرایط زیست‌محیطی این توده‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. تنوع رویشگاه‌های گونه بلوط ایرانی در گستره وسیع زاگرس و در عرض‌های جغرافیایی متفاوت، ضرورت مطالعه گسترده‌ای برای رسیدن به روابط آلومتریک برای برآورد زیست‌توده و مقدار کربن ذخیره شده روی زمین، در هر رویشگاه را ایجاب می‌کند. این روابط نه تنها در تعیین حجم در هکتار و سایر مولفه‌های کمی توده مفیدند، بلکه در اندازه‌گیری میزان کربن ترسیب شده و استخراج نقشه ترسیب کربن مفید خواهند بود. در تحقیق حاضر با استفاده از تصاویر با دقت مکانی بالای موجود در نرم‌افزار Google earth، مساحت تاج درختان بلوط ایرانی به صورت اتوماتیک برداشت و با تلفیق این اطلاعات با روابط آلومتریکی که برای جنگل‌های این منطقه استخراج شده‌اند، میزان زیست‌توده در اندام‌های چوبی روی زمین، در سطوح وسیع‌تری از جنگل‌های این منطقه، با دقت مکانی بالا تعیین می‌گردد. استخراج اتوماتیک تصاویر تاج درختان از تصاویر تک لایه رنگی (RGB) و رایگان موجود در نرم‌افزار گوگل ارث و تلفیق آن با روابط دقیق آلومتریک محلی (مربوط به همان منطقه) که منجر به تعیین میزان زیست‌توده درختان در سطوح وسیع و در حد (دقت) تک درخت گردید، مهمترین جنبه نوآوری این پژوهش است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در منطقه‌ای با وسعت ۴۸۸ هکتار از جنگل‌های منطقه دادآباد در جنوب خرم‌آباد استان لرستان که در محدوده جغرافیایی ″۱۳ ′۱۳ °۴۸ الی ″۳۷ ′۱۴ °۴۸ طول شرقی و″۳۵ ′۱۸ °۳۳ تا ″۴۲ ′۱۹ °۳۳ عرض شمالی و متوسط ارتفاع از سطح دریا ۱۴۵۰ تا ۱۷۵۰ متر است، انجام شد. گونه اصلی این رویشگاه بلوط ایرانی است. این منطقه دارای سنگ مادر آهکی است و بر اساس آمار مربوط به ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد، میانگین دمای گرمترین و سردترین ماه سال در ۱۰ سال گذشته به ترتیب برابر با ۳۰ و ۵ درجه سانتیگراد بوده است. همچنین میانگین بارندگی سالانه در همین بازه زمانی برابر با ۴۳۷ میلیمتر بوده است که ۳۰ درصد در فصل بهار، کمتر از ۱ درصد در تابستان، ۳۲ درصد در پاییز و ۳۷ درصد در فصل زمستان باریده است (یوسفوند و همکاران، ۱۴۰۱). شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را در کشور ایران و استان لرستان نشان می‌دهد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد بررسی

روابط آلومتریک

رابطه بین مولفه‌های کمی درختان نمونه و زیست‌توده خشک درخت که دارای بیشترین میزان ضریب تبیین هستند، به صورت منحنی‌های رگرسیونی ترسیم شده است. برای مدل‌سازی داده‌ها از مدل‌های خطی، توانی و درجه۲ استفاده شد. نتایج تحلیل رگرسیونی بین قطر متوسط تاج و زیست‌توده درخت در جدول ۱ آمده است (یوسفوند و همکاران، ۱۴۰۱).

جدول ۱- نتیجه تحلیل رگرسیونی برای تعیین مدل برآورد زیست‌توده گونه بلوط ایرانی در منطقه دادآباد

متغیر مستقل	مدل	R^2	F	Sig	Std.Error	معادله
قطر متوسط تاج (متر)	**خطی**	**۰/۷۹۳**	**۴۶/۵۱۱**	**۰/۰۰۰**	**۱۷/۶۰۲**	**Y=89.361X-192.145**
	توانی	۰/۸۵۷	۵۲/۱۳۲	۰/۰۰۰	۰/۵۲۶	$Y=4.255X^{2.202}$
	درجه ۲	۰/۸۸۷	۱۷/۹۸۶	۰/۰۰۰	۱۴/۵۶۸	$Y=13.035X^2-17.385X-6.934$

بر طبق نتایج این مطالعه قطر متوسط تاج متغیر مناسب‌تری برای برآورد زیست‌توده گونه بلوط ایرانی بوده است. از آنجاکه شکل منحنی مدل رگرسیونی توانی، سهمی بوده، وجود شیب زیاد و میل منحنی به سمت بی‌نهایت در دو طرف منحنی باعث شده که عملکرد این مدل برای برون‌یابی (Extrapolation) ضعیف باشد و گاهی نتایج به‌دست‌آمده دارای مقدار خطا و RMSE% زیادی بودند؛ به همین سبب در این مطالعه از مدل رگرسیون خطی برای برآورد زیست‌توده استفاده شد.

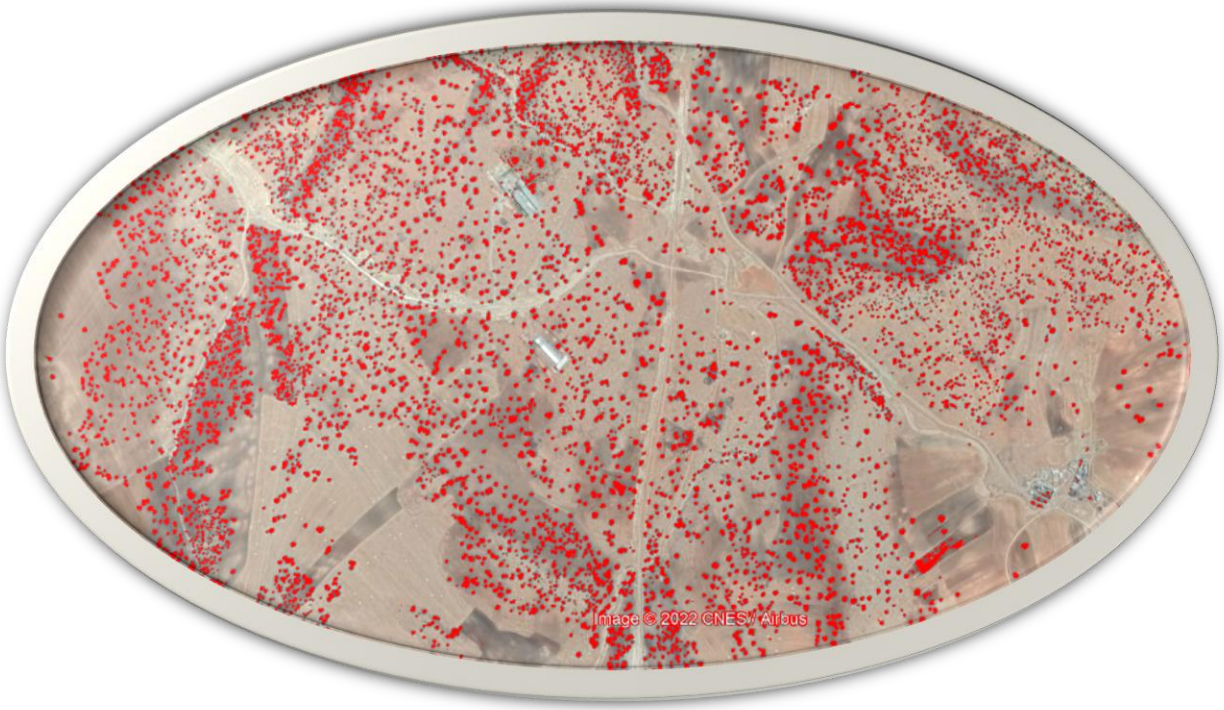
روش جمع‌آوری داده‌ها

به منظور تهیه لایه‌های اطلاعاتی و داده‌های تحقیق برای تحلیل و ارزیابی زیست‌توده روی زمین درختان گونه بلوط ایرانی، از اطلاعات زمینی و تصاویر نرم‌افزار Google earth استفاده شد. Google earth غالبا به اسم یک نرم‌افزار شناخته می‌شود که توسط یک رابط گرافیکی قدرتمند تصاویر واقعی از سطح زمین را به صورت لایه‌های اطلاعاتی مختلف در اختیار کاربران قرار می‌دهد. این نرم‌افزار اطلاعات خود را از پایگاه اطلاعاتی با همین نام

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

دریافت می‌کند. پایگاه اطلاعاتی Google earth یکی از بزرگ‌ترین و جامع‌ترین آرشیوهای تصاویر ماهواره‌ای در جهان است (جمادشرف و همکاران، ۱۴۰۰).

در این پژوهش به منظور تهیه تصویر موجود در نرم‌افزار Google earth از رابط کاربری UMD استفاده شد. این رابط کاربری پس از انتخاب محدوده و سطح موردنظر که نشان‌دهنده تصویر ماهواره‌ای مورد استفاده و قدرت تفکیک مکانی آن است، تصاویر را به صورت یکپارچه و زمین مرجع از پایگاه مرکزی دریافت و در اختیار کاربر قرار می‌دهد. ابتدا تصویر منطقه مورد مطالعه با مساحت ۴۸۸ هکتار از جنگل‌های بلوط منطقه دادآباد تهیه گردید. در مرحله بعد تصویر اخذ شده در نرم‌افزار ImageJ ، با استفاده از نرم‌افزار Google earth و انتخاب نقاط کنترل زمینی مقیاس‌گذاری شد. سپس در محیط نرم‌افزار ImageJ با انتخاب فضای رنگی RGB برای تصویر منطقه و تغییر در آستانه بالا و پایین این طیفی رنگی، درختان منطقه به رنگ روشن در آمدند و از سایر قسمت‌های تصویر متمایز شدند. سپس سطح تاج پوشش درختان در این تصاویر با استفاده از نرم‌افزار ImageJ به‌صورت اتوماتیک تفکیک و میزان مساحت تاج در هر پایه به صورت مجزا مشخص و اندازه‌گیری شد (شکل ۲). در نهایت داده‌ها با استفاده از روابط آلومتریک محلی که برای این منطقه به‌دست آمد، توسط نرم‌افزارهای آماری تحلیل شد و میزان زیست‌توده در هر عنصر بلوط ایرانی موجود در منطقه به‌صورت مجزا مشخص گردید.



شکل۲- نمایی از تفکیک اتوماتیک درختان بلوط توسط نرم‌افزار ImageJ

نتایج

آماره‌های مربوط به مشخصه قطر متوسط تاج درختان نمونه در سطح منطقه مورد مطالعه که از طریق نرم‌افزار ImageJ استخراج شده‌اند، در جدول ۲ آورده شده است.

جدول۲- آماره‌های توصیفی مربوط به مولفه قطر متوسط تاج درختان نمونه

متغیر	تعداد (اصله)	میانگین	انحراف معیار	بیشترین	کمترین
قطر متوسط تاج (m)	۱۱۰۲۶	۶/۵۴۷	۲/۹۸۹	۲۴/۵۳	۱/۷۳

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

برآورد زیست‌توده

نتایج برآورد زیســـت‌توده درختان با اســـتفاده از روابط آلومتریک محلی استخراج شده برای منطقه مورد مطالعه و تلفیق آن با تصاویر استخراج‌شده از نرم‌افزارهای google Earth و ImageJ در جدول زیر آمده است.

جدول ۳- زیست‌توده برآورد شده درختان بلوط ایرانی در سطح منطقه مورد مطالعه بر حسب کیلوگرم

مدل	تعداد	میانگین	کمترین	بیشترین	جمع کل
خطی	۱۱۰۲۶	۴۲۷/۹۹	۷/۱۹	۲۲۹۴/۴۵	۴۷۱۹۰۳۵/۴۲
توانی	۱۱۰۲۶	۴۶۹/۲۸	۱۴/۷۷	۱۰۱۲۴/۸	۵۱۷۴۳۳۳/۱
درجه ۲	۱۱۰۲۶	۵۵۴/۴۴	۱۲/۰۴	۷۴۰۹/۲۹	۶۱۱۳۲۴۸/۶۹

برآورد ذخیره کربن

نتایج به‌دســـت‌آمده برای محاســـبه مقدار ذخیره کربن با اســـتفاده از روابط موجود، نشـــان داد کـه مقـدار کربن ذخیره‌شده در درختان بلوط ایرانی در منطقه مورد مطالعه برابر با ۵۷/۹۷ درصـــد از وزن خشـــک نمونه‌ها بود. نتایج برآورد ذخیره کربن روی زمین در منطقه مورد مطالعه با اســـتفاده روابط آلومتریک محلی و تلفیق آن با تصـــاویر استخراج شـده از نرم‌افزارهای google Earth و ImageJ در جدول زیر آمده است.

جدول ۴- مقادیر ذخیره کربن برآورد شده برای درختان

متغیر	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین	تعداد	جمع کل
ذخیره کربن کل درخت (کیلوگرم)	۴۲۱/۳۲	۲۲/۲۸۸	۴/۱۶۸	۱۴۹۲/۹۳	۱۱۰۲۶	۳۱۳۶۷۴۲/۰۳

بحث

با توجه به نتایج تحلیل تصـاویر Google Earth تعداد در هکتار درختان در منطقه مورد مطالعه ۲۳ اصـــله در هکتار بود. جمادشـــرف و همکاران (۱۴۰۰) تعداد در هکتار در منطقه ملەشـبانان خرم‌آباد را با اسـتفاده از تحلیل تصـاویر گوگل ارث ۴۷ اصله به‌دست آوردند. یوسفوند و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشـــی، تعـداد در هکتـار را برای منطقـه ملەشبانان خرم‌آباد ۵۸ اصله در هکتار برآورد کرد. فرهادی و همکاران (۱۳۹۳) با اســـتفاده از شـــاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همســـایه، تعداد در هکتار گونه بلوط را ۱۸۱ اصـــله در هکتار گزارش کردند. دلیل اختلاف در نتایج بالا این بود که توده‌های دانه‌زادی که در ارتفاعات پایین و یا عرصه‌های کم‌شیب در حواشی روستاها واقع‌اند، عموما یک اشـکوبه و خالص بوده‌اند و این توده‌ها عموما کهن سـال و فاقد زادآوری بوده‌اند و در پیشـــینه خود زراعت در زیر اشکوب جنگل را داشـته و دارند. همچنین در منطقه مورد مطالعه ما درختان دانه‌زاد بســـیار تنک بودند و به لحاظ داشـتن موقعیت جغرافیایی نزدیک به بزرگراه پل زال دچار تخریب بوده است.

با توجه به اطلاعات استخراج‌شده از نرم‌افزار ImageJ میزان سطح تاج پوشش درختان بلوط ایرانی ۵۷/۱۱ هکتار معادل ۱۱/۷۱ درصـد سـطح کل بوده اسـت. نتایج مطالعه جمـادشـــرف و همکاران (۱۴۰۰) در جنگل‌های منطقـه ملەشـبانان خرم‌آباد نشـان دهنده سـطح تاج پوشـش ۱۳/۹ درصـــدی برای منطقه بوده اســـت. نتایج مطالعه حیدری صـــفری و همکاران (۱۳۹۳) در بخش بازفت چهار محال و بختیاری نشـان داد که قسـمت عمده منطقه مورد مطالعه آن‌ها دارای تاج پوشـــش تنک یا باز (۰-۲۵ درصـــد) بوده است. نتایج ارزیابی قابلیت تصاویر ماهواره‌ای Quickbird در برآورد سـطح تاج پوشـش درختان شـهری توسـط عرب مومنی و همکاران (۱۳۹۱) نشـان داد که مقادیر حاصـل از آماربرداری زمینی و تصویر Quickbird تفاوت معنی‌داری با هم ندارند و اســـتفاده از تصـــاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالا همانند Quickbird برای برآورد کلی سـطح تاج پوشـش درختان و مدیریت بهینه آن‌ها بسـیار مفید اســـت. همچنین نتایج مطالعه حمیدی و همکاران (۱۳۹۲) نشـــان داد که با توجه به دقت زیاد و زمان کم تفســـیر تصـــویر ماهواره‌ای، تصـــاویر IKONOS می‌تواند جایگزین مناســـبی برای آماربرداری زمینی در برآورد تاج

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

پوشش درختان باشد. طبق نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق دشتی‌پاگردی و همکاران (۱۳۹۳)، در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین روش‌های اندازه‌گیری تراکم تاج پوشش، یعنی نمونه‌برداری زمینی و استفاده از تصاویر Google Earth وجود نداشته است.

برآورد زیست‌توده درختان یک مبحث مهم در مدیریت جنگل‌ها است که استفاده از روابطی با حداقل خطا برای برآورد مقدار زیست‌توده، بسیار ارزشمند است و باید توجه داشت که بهترین مدل‌ها برای برآورد زیست‌توده باید دارای ویژگی‌هایی مانند دقت و صحت مناسب، سادگی و کاربرد عملی باشند (Wang and Xing, 2008). در مطالعه حاضر برای برآورد مقدار زیست‌توده درختی از قطر تاج استفاده شده است که طبق یافته‌های یوسفوند و همکاران (۱۳۹۵)؛ یوسفوند و همکاران (۱۴۰۱)؛ فورستر و همکاران (Forester et al., 2021) قطر تاج را متغیر مناسبی برای برآورد زیست‌توده هوایی بلوط ایرانی و درختان اکالیپتوس در جنگل‌های جنوب استرالیا شناسایی کردند. با وجود اهمیت و کارایی زیاد معادلات آلومتریک در برآورد زیست‌توده، اما نتایج این معادلات دارای عدم قطعیت بالایی از ۲۰٪ تا ۶۰٪ است (Picard et al., 2015). در واقع، این مدل‌ها شرایط پیچیده محیطی (مانند طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ساختار جنگل) را در هنگام پیش‌بینی زیست‌توده روی زمین درختان، کاملاً در نظر نمی‌گیرند (Dai et al., 2020).

مجموع کل زیست‌توده برآورد شده در سطح ۴۸۸ هکتاری مورد مطالعه ۴۷۱۹/۰۳ تن برآورد شد. با توجه به میزان مساحت منطقه مورد مطالعه، مقدار زیست‌توده برآورد شده برای بلوط ایرانی در جنگلهای منطقه دادآباد برابر با ۹/۶۸ تن در هکتار به‌دست آمد. یوسفوند و همکاران (۱۴۰۱) مقدار زیست‌توده خشک بلوط ایرانی در منطقه دادآباد را ۱۲/۱۸۹ تن در هکتار برآورد کردند. همچنین یوسفوند و همکاران (۱۳۹۶) مقدار زیست‌توده برای پایه‌های شاخه‌زاد گونه بلوط ایرانی در منطقه ملهشبانان خرم‌آباد را ۴/۰۶۸ تن در هکتار گزارش کردند. در مطالعه‌ای دیگر جمادشرف و همکاران (۱۴۰۰) مقدار زیست‌توده برای جست‌گروه‌های گونه بلوط ایرانی در منطقه ملهشبانان را ۵/۳ تن در هکتار برآورد کرده است. علت اختلاف در مقدار زیست‌توده برآورد شده در این مطالعه با پژوهش‌های یوسفوند و همکاران (۱۳۹۶) و نیز مطالعه جمادشرف و همکاران (۱۴۰۰) این است که در مطالعه حاضر بر خلاف دو مطالعه قبلی قسمت عمده درختان سطح منطقه مورد مطالعه را درختان تک پایه بلوط ایرانی تشکیل داده است که از پتانسیل تولید بالاتری نسبت به درختان شاخه‌زاد برخوردار هستند.

مقدار ذخیره کربن برآوردشده برای جنگل‌های بلوط منطقه دادآباد لرستان برابر با ۶/۴۲۷ تن در هکتار بود. جمادشرف و همکاران (۱۴۰۰) مقدار ذخیره کربن بلوط ایرانی در جنگل‌های مله شبانان را برابر با ۳/۰۷۴ تن در هکتار برآورد کردند. علی‌نژادی و همکاران (۱۳۹۴) میزان ذخیره کربن در جنگل‌های بلوط استان خوزستان را ۳/۴ تن در هکتار برآورد کردند. علت اختلاف در مقدار برآورد شده در این مطالعه نسبت به مطالعات دیگر، ظرفیت تولیدی درختان تک پایه بلوط ایرانی نسبت به جست‌گروه‌های این گونه است. هر تن کربن ذخیره شده توسط درختان ۳/۶۷ تن دی اکسید کربن اتمسفر را جذب می‌کند (Hunt 2009). منطقه مورد مطالعه در این تحقیق که ۴۸۸ هکتار از جنگل‌های بلوط ایرانی بوده مقدار ۱۱۵۱۱/۸۳ تن از دی اکسید کربن اتمسفر را در خود ذخیره کرده است. به عبارت دیگر هر هکتار از جنگل‌های بلوط ۲۳/۵۸ تن دی‌اکسید کربن جو را جذب می‌کنند.

نتیجه‌گیری کلی

استخراج اتوماتیک تاج‌پوشش درختان بلوط ایرانی با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌های با دقت مکانی بالا و تلفیق این اطلاعات با معادلات و روابط آلومتریک استخراج شده از عملیات زمینی، تخمین دقیق‌تر میزان زیست‌توده در سطوح وسیع را برای ما امکانپذیر می‌سازد. مقدار زیست‌توده روی زمین در منطقه دادآباد لرستان برای گونه بلوط ایرانی ۹/۶۸ تن در هکتار برآورد شد. همچنین مقدار ذخیره کربن برآورد شده برای جنگل‌های بلوط این منطقه برابر با ۶/۴۲۷ تن در هکتار به‌دست آمد. طبق نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش و نتایج پژوهش هانت (Hunt, 2009) هر هکتار از جنگل‌های بلوط ایرانی ۲۳/۵۸ تن دی‌اکسید کربن جو را جذب می‌کنند. در نهایت، نتایج این مطالعه و مقایسه آن با

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

مطالعات دیگر نشـــان داد که روش‌های غیرمخرب مثل سنجش از دور و استفاده تصاویر ماهواره‌ای، حتی تصاویر صـــرفا تک باند رنگی موجود در محیط اینترنت و تلفیق اطلاعات استخراج شده از آن‌ها با روابط آلومتریک محلی، امکان تخمین میزان زیســت‌توده و کربن ذخیره شـــده در سطوح وسیع را با دقت مناسب امکان‌پذیر می‌سازد.

منابع

جمادشـــرف، ع.، ســـوســـنی، ج.، نقوی، ح.، ۱۴۰۰. برآورد ذخیره کربن روی زمین درختان شـــاخه‌زاد گونه بلوط ایرانی (Quercus brantii Lindl) با تلفیق اطلاعات زمینی و تصـــاویر پایگاه Google earth (مطالعه موردی: منطقه مله شـــبانان خرم آباد). پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی‌ارشد. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان. صص ۷۳.

حمیدی، س.ک.، نمیرانیان، م.، فقهی، ج.، شـــعبانی، م.، ۱۳۹۲. کاربرد تصاویر ماهواره ای Google Earth در آمار برداری از جنگل شـــهری (منطقه مورد مطالعه: شـــهرســـتان ســـاری)،اولین همایش ملی جغرافیا، شـــهرســـازی و تـــوســـعـــه پـــایـــدار،تـــهـــران. https://civilica.com/doc/266474 .

حیدری صـــفری کوچی، ا.، ایرانمنش، ی.، اســـکندری شـهرکی، آ. مرادیان فردجونقانی، ف.، ۱۳۹۳. بررسی نقش خاک در ترسیب کربن اتمسفری و عوامل مؤثر بر آن، دومین همایش سـراسـری کشـاورزی و منابع طبیعی پایدار، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند.

ســـوســـنی، ج.، زبیری، م.، فقهی، ج.، ۱۳۸۸. کـاربرد عکس‌های هوایی و تصـــاویر ماهواره‌ای در نماســـازی تغییرات پوشـــش جنگل در زاگرس (مطالعه موردی : جنگل‌های منطقه کاکارضای استان لرستان. تحقیقات جنگل و صـــنوبر ایران. دوره ۱۷، شـــماره۲، صـــفحه ۲۴۹-۲۳۷.

سـوسـنی، ج.، فلاح، ا.، علیزاده م.، نقوی، ح.، ۱۳۹۳. تاثیر عوامـل محیطی بـر محصـــول‌دهی درختـــان بلوط شـــاخـــه‌زاد زاگرس، مجلـه علـوم و تکـنـولوژی محیط‌زیست، دوره شانزدهم، شماره۳، صفحه ۱۲۶-۱۱۹.

عرب مومنی، ا.، فلاح، ا.، عبـاســـی، م.، ارزیـابی قـابلیـت تصـاویر ماهوارهای Quickbird در برآورد سـطح تاج پوشش درختان شهری مطالعه موردی: منطقه ۵ شهر اصـفهان،اولین کنفرانس ملی راه کارهای دسـتیابی به توســـعه پایدار (کشـــاورزی،منابع طبیعی و محیط زیست)،تهران،https://civilica.com/doc/198359 .

عرفانی‌فرد، س. ی.، زبیری، م.، فقعی، ج.، نمیرانیان، م.، ۱۳۸۶. برآورد سطح تاج پوشش جنگل در هکس‌های هوایی با استفاده از شاخص سایه در زاگرس. فصلنامه علمی- پژوهشـــی تحقیقات جنگل و صـــنوبر ایران. جلد ۱۵ شماره ۳، صفحه ۲۷۸-۲۸۸.

علی‌نژادی،ص.، بصـیری،ر.، طهماســبی،پ.، عســکری،م.، مرادی،م.، ۱۳۹۴. ذخیره کربن در توده‌هـای بلوط ایرانی (Quercus brantii lindl) در منطقه بلوط بلند اسـتان خوزسـتان. دانشـکده منابع طبیعی کارسـناسـی ارشد جنگلشناسی و اکولوژی جنگل. ۶۰ ص.

فتـاحی، م.، ۱۳۷۳، ریشـــه‌هـای تخریـب در جنگلهـای زاگرس،انتشـارات موسـسـه تحقیقات جنگلها و مراتع. صص۶۴.

فرهادی، پ.، ســـوســـنی، ج.، عادلی، ک.، علیجانی، و.، ۱۳۹۲. بررســـی تغییرات موقعیت مکانی و تنوع گونه ای جنگلهـای زاگرس بر اثر تخریـب جوامع محلی (مطالعه موردی: جنگلهای قلعه گل خرم آباد). مجله پژوهشـــهای علوم و فناوری چوب و جنگل، دوره ۲۰، شماره ۴، صفحه ۸۰-۶۱.

کرمی، ج.، حسـینی، س.م.، شـتایی جویباری، ش.، مرادی، ح.ر.، ۱۳۸۸. کارآیی عکسـهای هوایی در برآورد سـطح تاج پوشـــش درختان خیلبانی،ســـومین همایش ملی جنگل،کرج. https://civilica.com/doc/109467.

یوسفوندمفرد، م.، سوسنی، ج.، اوستاخ، ع.، حسین‌زاده، ر.، ۱۳۹۵. روابط آلومتریک برای برآورد زی‌توده خشـــبی روی زمین گونه بلوط ایرانی (مطالعه موردی: منطقه ملهشبانان خرم‌آباد). پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، دوره ۲۴، شماره ۴، صفحه ۱۶۳-۱۷۲.

یوسفوندمفرد، م.، سوسنی، ج.، نقوی، ح.، ابراری واجاری، ک.، شعبانیان، ن.، ۱۴۰۱. برآورد زیست‌توده و کاهش آن در جنگل‌هـای متـاثر از زوال در منطقـه دادآبـاد

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

استان لرستان. بوم‌شناسی جنگل‌های ایران (علمی-پژوهشی). (Preprint)

Agarwala, S.H., Nagendra, H. 2020. Article classification of Indian cities using Google Earth Engine. JOURNAL OF LAND USE SCIENCE, 2020, VOL. 14: 425–439.

Berhongaray, G., Verlinden, M.S., Broeckx, L.S., Ceulemans, R. 2015. Changes in belowground biomass after coppice in two populus genotypes. Forest Ecology and Management, 2015, 337 : 1-10.

Dai, S., Zheng, X., Gao, L., Xu, C., Zho, S., Chen, Q., Wei, X., Ren, Y. 2020. Improving maps of forest aboveground 1 biomass: A combined approach using machine learning with a spatial statistical model. Biogeosience Discussions..

Forester, D., Dumbrell, I., Elms, S., Paul, K., Pinkard, E.A., Roxburgh, S., Baker, T.G. 2021. Can crown variable increase the generality of individual tree biomass equations?. Trees 2021, 35: 15-26.

Hosseini, Z., Naghavi, H., Latifi, H., Bakhtiari Bakhtiarvand, S. 2019. Estimating biomass and carbon sequestration of plantations around industrial areas using very high resolution stereo satellite imagery. iForest - Biogeosciences and Forestry, , Volume 12 (6): 533-541.

Houghton, J. 2005. Global Warming. Reports on Progress in Physics, , 68: 1343-1403.

Hunt, C.A.G. 2009. Carbon sinks and climate change. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, UK, 2009, pp. 207-212.

Lisle, j. 2006. Google Earth: a new geological resource. Geology Today, Volume 22 (1): 29-32.

Liua, X., Li, X. 2012. Carbon storage and sequestration by urban forests in Shenyang, China. Urban Forestry and Urban Greening, 11: 121 -128.

Löf, M., Madsen, P., Metslaid, M., Witzell, J., Jacobs, D.F. 2019. Restoring forests: regeneration and ecosystem function for the future. New Forest, 50:139–151.

Lott, J. N., Ockenden, I., Raboy, V., Batten, G. D. 2000. Phytic acid and phosphorus in crop seeds and fruits: a global estimate. Seed Science Research, 10(1): 11-33.

Nichol, J.E., Sarker, M.L.R. 2011. Improved biomass estimation using the texture parameters of two high-resolution optical sensors. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 49(3): 930-946.

Picard, N., Rutishauser, E., Ploton, P., Ngomanda, A., Henry, M. 2015. Should tree biomass allometry be restricted to power models. Forest Ecology and Management, 353: 156-163.

Saatchi, S.S., Houghton, A., Dos Santos Alvala, R.C Soare, J.V., Yu, Y. 2007. Distribution of above ground biomass in the Amazon. Global Change Biol., 13: 816-837.

Saglan, B., Kucuki, O., Bilgili, E., Durmaz, D., Basal, I. 2008. Estimating fuel biomass of some shrub species (Maquis) in Turkey. Turk. J. Agric., 32: 349-356

Singh, V., Tewari, A., Kushwaha, S.P.S. and Dadhwal, V.K. 2011. Formulating allometric equations for estimating biomass and carbon stock in small diameter trees. Forest Ecology and Management, 261: 1945–1949.

Van Breugel M, Hirono M, Andreeva A, Yanagisawa HA, Yamaguchi S, Nakazawa Y, Morgner N, Petrovich M, Ebong IO, Robinson CV, Johnson CM, Veprintsev D, Zuber B. 2011. Structures of SAS-6 suggest its organization in centrioles. Science (New York, NY), 331:1196–1199.

Wang, L., Xing, Y. 2008. Remote sensing estimation of natural forest biomass based on an artificial neural network. J. Appl. Ecol., 19(2): 261–266

.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

The combination of field inventory and Google Earth to estimate the biomass and carbon storage of Iranian oak trees (*Quercus brantii Lindl.*) (Case study: Dadabad region, Lorestan province)

Mohsen Yousofvand Mofrad[1], Javad Soosani[2*] , Hamed Naghavi[3], Kambiz Abrari Vajari[4] and Naghi Shaabanian[5]

[1] PhD Student, Forestry Dept, Faculty of Agriculture and Natural Resources Lorestan University, Khorramabad
[2]Associate professor., Forestry Dept, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad
[3]Assistant prof., Forestry Dept, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan, Khorramabad
[4]Associate Prof., In Silviculture,Faculty of Agriculture and Natural Resources,Lorestan University, Khorramabad
[5]Assistant prof., Forestry Dept, Faculty of Natural Resources, Kurdistan University, Sanandaj

Received: 2023/04/20; Accepted: 2023/06/13

Abstract

Zagros forests cover a large area of the Iran and play an important role in soil protection storing underground water and other socio-economic services. Forests play an important role in the natural storage of carbon on a global scale and their protection is one of the important and sustainable strategies to deal with global warming. Therefore, the sustainable management of these areas requires information to understand and predict the changes of these forests. This research aimed to estimate the biomass and amount of carbon storage of Iranian oak trees, which are one of the most important elements of the Zagros forests, by using the combinathion of field inventory and Google Earth images. According to the results of the previous study in this area, the average diameter of the crown is a suitable variable for estimating the biomass of the Iranian oak species. For this purpose, the average diameter of the crown of the Iranian oak trees in the Dadabad region of Lorestan in an area of 488 hectares, using Google Earth images by ImageJ software was measured. The results showed that the amount of biomass on the ground for the Iranian oak species was 9.68 tons per hectare. Also, the amount of carbon storage estimated for the oak forests 6.427 tons per hectare. The results of this study and its comparison with other studies showed that non-destructive methods such as remote sensing and the use of satellite images and their integration with local allometric equations, allow the estimation of the amount of biomass and carbon storage in large areas with proper accuracy.

Keywords: Biomass, Google Earth, Local allometric equations, Non-destructive methods, *Quercus brantii.*

[*] Corresponding author's E-mail: soosani.j@lu.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]