

تعیین ضریب شکل راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در جنگل‌های استان گلستان

محمد رضا کردی^۱، جهانگیر محمدی^{۲*}، محمد هادی معیری^۳ و جهانبخش صادقیان^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- نویسنده مسئول، استادیار، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

پست الکترونیک: mohamadi.jahangir@gmail.com

۳- دانشیار، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۴- کارشناس ارشد، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۶

چکیده

راش (*Fagus orientalis* Lipsky) یکی از ارزشمندترین گونه‌های تجاری جنگل‌های هیرکانی است که ۱۷/۶ درصد سطح و ۳۰ درصد حجم سرپای این جنگل‌ها را تشکیل می‌دهد. پژوهش پیش‌رو با هدف تعیین و به‌روز کردن ضریب شکل درختان راش در استان گلستان و اصلاح جدول حجم این گونه انجام شد. پس از جنگل‌گردشی، مطابق با لیست نشانه‌گذاری سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان، ۱۵۰ اصله راش در طبقات قطری مختلف (۳۰ تا ۱۳۵ سانتی‌متر) در محدوده پنج طرح جنگل‌داری لیوان، وطن، کردکوی، شمشوک و دکتر بهرام‌نیا به روش تصادفی انتخاب شدند. از هر درخت اطلاعات قطر برابر سینه (سانتی‌متر)، قطر در ۱/۱، ۳/۰، ۵/۰، ۷/۰ و ۹/۰ ارتفاع درخت و قطر ابتدا و انتهای قطعات ۲ متری تا قطر ۷/۵ سانتی‌متری اندازه‌گیری و حجم دقیق و ضریب شکل‌های واقعی، مصنوعی، طبیعی و هوندادل برای کلیه درختان محاسبه شدند. نتایج نشان داد که ضریب شکل راش با استفاده از فرمول‌های هوندادل، طبیعی، مصنوعی و واقعی به ترتیب ۰/۵۰۲، ۰/۴۶۴، ۰/۴۰۷ و ۰/۴۵۴ بود. از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین ضریب شکل واقعی، مصنوعی و طبیعی با هوندادل وجود داشت، اما بین ضریب شکل طبیعی و واقعی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین، بین حجم واقعی و حجم به‌دست‌آمده از جدول تاريف در سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت و بیشترین تفاوت بین حجم واقعی و حجم به‌دست‌آمده از جدول تاريف در طبقات قطری بالا بود. با توجه به نتایج این پژوهش، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که برای تعیین ضریب شکل راش، ضریب شکل طبیعی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تاريف، حجم واقعی، ضریب شکل واقعی، ضریب شکل طبیعی، ضریب شکل مصنوعی، ضریب شکل هوندادل.

مقدمه

اقتصادی مهم برای بشر هستند و نقش کلیدی در چرخه مواد غذایی، هیدرولوژی و دیگر عملکردهای بوم‌سازگان ایفا می‌کنند. یکی از این بوم‌سازگان‌های حیاتی، جنگل‌های هیرکانی است و راش یکی از ارزشمندترین گونه‌های

جنگل‌ها بوم‌سازگان‌های حیاتی و یکی از مؤلفه‌های اصلی چرخه کربن جهانی و از نظر اکولوژیکی زیستگاه حیاتی بسیاری از گونه‌های جانوری و گیاهی و منبع

مشکل اساسی مطرح است. با توجه به اینکه ساقه درخت استوانه‌ای نیست، باید حجم استوانه در ضریبی ضرب شده تا حجم آن به حجم واقعی درخت نزدیک‌تر شود و این ضریب در اندازه‌گیری جنگل با عنوان ضریب شکل معرفی و تعریف می‌شود. فرم ساقه یک درخت به شکل مقطع عرضی و فرم طولی آن بستگی دارد. مقطع عرضی ساقه راش به شکل دایره نزدیک است و هرچه پایه درخت جوان‌تر باشد، شکل منظم‌تری دارد. مقطع طولی ساقه درخت نظم خاصی ندارد. با توجه به اینکه رویش قطری در تمام بخش‌های تنه یکسان نیست، با تغییر رویش قطری، ضریب شکل درخت تغییر می‌کند (Zobeiry, 2006). علاوه بر رویش قطری، خصوصیات ارثی، شرایط اکولوژیک رویشگاه، فیزیوگرافی شکل زمین، سن درخت، وضعیت قرار گرفتن آن در توده و عوامل انسانی با اجرای عملیات پرورشی جنگل و بهره‌برداری نیز در تغییر ضریب شکل درخت در طول زندگی مؤثر هستند (Socha, 2002; Namiranian, 2006; Zobeiry; Socha & Kulej, 2007).

کاهش قطری در ارتفاع‌های مختلف، متفاوت است (Namiranian, 2005). فرم طولی ساقه درختان به‌طور معمول شکل هندسی منظمی ندارد. نوک ساقه شبیه مخروط، قسمت میانی پارابلوئید و نزدیک کننده به‌صورت نلوئید است (Avery & Burkhardt, 2002). شکل ساقه درخت که قسمت اعظم چوب درخت را تشکیل می‌دهد، به گونه، موقعیت درخت در توده و تراکم توده بستگی دارد و به‌طور کلی تحت تأثیر محیط اطراف است، به طوری که یک گونه مشخص در محیط‌های متفاوت از نظر شکل ساقه تفاوت‌هایی دارد (Socha, 2002; Lee et al., 2003; Socha & Kulej, 2007). بسیاری از پژوهشگران نیز مدل‌هایی را برای نشان دادن پروفیل طولی ساقه تشکیل داده‌اند (Moser & hall, 1969; Newnham, 1992; Figueiredo-Filho, 1996; Adekunle et al., 2004; Adekunle & lemay 2006; Adekunle, 2007).

مطالعات مختلفی در مورد تعیین ضریب شکل گونه‌های مختلف در جنگل‌های هیرکانی و در رویشگاه‌های مختلف

تجاری این جنگل‌ها است که ۱۷/۶ درصد سطح و ۳۰ درصد حجم سرپای این جنگل‌ها را تشکیل می‌دهد (Resaneh et al., 2000; Nouri et al., 2013). لازمه برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح توده‌های با ارزش راش، کسب اطلاعات دقیق از وضعیت کمی و کیفی این منابع جنگلی است. علاوه بر این، اندازه‌گیری دقیق مشخصه‌های کمی مانند حجم سرپا برای ارزیابی سلامت جنگل، تولید و تنوع گونه‌های جنگل ضروری بوده و از معیارهای مناسب برای تعیین وضعیت رویشی این توده‌های جنگلی به‌شمار می‌رود (Mohammadi, 2015). برآورد حجم درختان و حجم جنگل برای برنامه‌ریزان و مدیریت پایدار منابع جنگلی بسیار ضروری است (Adekunle et al., 2013). حجم درختان پایه و اساس مدیریت واحد جنگل‌هاست و آگاهی از حجم توده‌های جنگلی و نسبت رویش برای مدیران و برنامه‌ریزان در سطح ملی بسیار حیاتی است (Altriell et al., 2010; Adekunle et al., 2013). از کاربردهای حجم می‌توان به ذخیره کربن، حفاظت تنوع گونه‌ای، چرخه آب، حاصلخیزی خاک، روند بهبود یا تخریب رویشگاه، امکان برداشت مقدار رویش و خرید و فروش چوب اشاره کرد (Bonyad et al., 2013; Adekunle et al., 2013). اطلاعات رویش نیز برای دینامیک اکولوژیکی و ظرفیت تولید توده‌های جنگلی ضروری است و به مدیران توانایی مدیریت توده را در چهارچوب شاخص‌های پایدار خواهد داد (Adekunle et al., 2013). پژوهشگران زیادی در حال اصلاح روش‌های اندازه‌گیری و برآورد دقیق حجم تنه هستند. به این مورد در متن پروتوکول کیوتو نیز اشاره شده است (Lindner & Karjalainen, 2007).

اندازه‌گیری سطح مقطع درختان جنگلی به آسانی و با هزینه کم انجام می‌شود، اما اندازه‌گیری ارتفاع و ضریب شکل کار بسیار زمان‌بر و پرهزینه‌ای است. اگرچه مشکلات اندازه‌گیری ارتفاع درختان توده‌های جنگلی با استفاده از دستگاه‌های جدید مانند Vertex Laser و استفاده از معادلات و منحنی‌های قطر- ارتفاع تا حدودی آسان شده است، اما اندازه‌گیری ضریب شکل درخت هنوز به‌عنوان یک

شمالی این عدد بزرگ‌تر بود. Adekunle و همکاران (۲۰۱۳) ضریب شکل و مدل‌های برآورد حجم را در جنگل‌های پهن‌برگ گرمسیری هند بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که ضریب شکل واقعی برای گونه‌های *Ehretia laevis*, *Mallotus philippensis*, *Schleichera oleosa*, *Shorea robusta*, *Syzygium cumini*, *Tectona grandis*, *Terminalia elliptica* به ترتیب ۰/۵۲، ۰/۵۳، ۰/۵۷، ۰/۴۲، ۰/۵۰، ۰/۴۹، ۰/۴۴ و ۰/۴۲ است و بین ضریب شکل‌های به دست آمده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. Inoue (۲۰۰۶) ضریب شکل توده‌های خالص همسال سرو ژاپنی و کریپتومریای ژاپنی را در غرب ژاپن مطالعه کردند که بر اساس نتایج مشخص شد که بین دو گونه ضریب شکل دارای تفاوت معنی‌داری بود. همچنین، با توجه به مدل ارائه شده، ضریب شکل طبیعی برای ساقه در ارتفاع نسبی ۰/۵ و ۰/۷ به ترتیب ۰/۷۳ و ۰/۸۷۳ بود. Colgan و همکاران (۲۰۱۴) ارتباط زی‌توده را با مشخصه‌های ضریب شکل و چگالی چوب در گونه‌های درختی ساوانای آفریقا مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که ضریب شکل گونه‌ها از ۰/۵۷ تا ۰/۷۷ متغیر بود.

با توجه به اینکه پژوهش‌های مرتبط با ضریب شکل در استان گلستان به گذشته‌های دور برمی‌گردد، به‌روزرکردن اطلاعات و متفاوت بودن ضریب شکل گونه‌های مختلف در رویشگاه‌های متفاوت، تعیین ضریب شکل دقیق گونه‌های با ارزش جنگلی همچون راش که یک گونه مهم صنعتی و با ارزش جنگل‌های هیرکانی است، ضروری به نظر می‌رسد. با تعیین دقیق ضریب شکل راش در جنگل‌های استان گلستان می‌توان جداول حجم دقیق‌تری را تهیه کرد که می‌تواند نتایج ارزشمندی را برای مدیریت پایدار این توده‌های با ارزش و تدوین سیاست‌های صحیح مدیریتی ارائه دهد. هدف از این پژوهش، بررسی ضریب شکل راش در بخشی از جنگل‌های استان گلستان مطالعه در راستای دستیابی به اهداف فوق بود.

انجام شده است. Asli و همکاران (۱۹۷۶) ضریب شکل و تهیه جدول حجم راش را در بخش پاتم جنگل خیرود مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که ضریب همبستگی بین ضریب شکل، مشخصه‌های قطر و ارتفاع به ترتیب ۰/۷۴، ۰/۸۹۱ و ۰/۹۰۷ بود. Sadeghian (۲۰۰۳) ضریب شکل ممزر را به روش‌های مختلف در جنگل‌های مازندران بررسی کردند که بر اساس نتایج آن، میانگین ضریب شکل واقعی و هوهنادل ممزر به ترتیب ۰/۴۹۱۷۴۸ و ۰/۴۲۱۴۸۸ بود. Amini و همکاران (۲۰۰۷) شکل ساقه درختان راش را در جنگل هفت‌خال ساری با ۳۰ اصله درخت راش در طبقات قطری کمتر از ۵۰، ۵۰-۷۵ و بیشتر از ۷۵ سانتی‌متر مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که ضریب شکل مصنوعی، هوهنادل و میانگین ضریب شکل درختان راش به ترتیب ۰/۴۸، ۰/۴۹ و ۰/۴۸ بود. Fadaei و همکاران (۲۰۰۸) بهترین روش ضریب شکل را برای کاج تدا در مزارع شهرستان تالش (استان گیلان) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بین ضریب شکل واقعی و هوهنادل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و ضریب شکل هوهنادل می‌تواند بهترین گزینه برای کاج تدا باشد. Mirabdollahi و همکاران (۲۰۱۱) ضریب شکل درخت راش را در مراحل رویشی مختلف در جنگل‌های لومیر گیلان مطالعه کردند. نتایج این پژوهش با توجه به ضریب شکل به دست آمده به روش مصنوعی $(0/008 \pm 0/47)$ و طبیعی $(0/014 \pm 0/56)$ نشان داد که راش در مراحل رویشی تیرک (قطر برابر سینه ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) و پیردار (قطر برابر سینه بیشتر از ۸۰ سانتی‌متر)، بیشترین کاهش قطری ساقه و کمترین ضریب شکل مصنوعی را دارا بود. Bonyad و همکاران (۲۰۱۳) تغییرات ضریب شکل درختان راش را با توجه به مراحل رویشی و فیزیوگرافی رویشگاه در جنگل‌های شفارود گیلان بررسی کردند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش دانت نشان داد که بین ضریب شکل طبیعی ساقه $(0/5475)$ و هوهنادل $(0/5446)$ ، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین، با افزایش شیب رویشگاه، ضریب شکل نیز افزایش می‌یافت و در جهت

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

و درواقع، پنج طرح جنگل‌داری ابتدای استان از سمت غرب به شرق را مورد بررسی قرار داد. مشخصات مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

پژوهش پیش‌رو از نوار غربی استان گلستان شروع شد

جدول ۱- مشخصات مناطق مورد مطالعه

نام طرح	حوضه آبخیز	طول جغرافیایی (شرقی)	عرض جغرافیایی (شمالی)	دامنه ارتفاعی (متر)	پارسل مورد مطالعه
لیوان	۸۴	۵۳° ۵۳' تا ۵۳° ۴۹'	۳۶° ۳۹' تا ۳۶° ۴۴'	۶۷۰-۹۷۰	۱۲۳
وطنا	۸۴	۵۳° ۵۵' تا ۵۳° ۵۹'	۳۶° ۳۸' تا ۳۶° ۴۱'	۸۵۰-۹۵۰	۲۳۶
کردکوی	۸۳	۵۴° ۷' تا ۵۴° ۱۰'	۳۶° ۳۹' تا ۳۶° ۴۴'	۱۰۰۰-۱۲۸۵	۱۱۴
شموشک	۸۵	۵۴° ۱۱' تا ۵۴° ۱۷'	۳۶° ۳۹' تا ۳۶° ۴۶'	۹۱۵-۱۰۱۵	۱۲۳
دکتر بهرام‌نیا	۸۵	۵۴° ۲۱' تا ۵۴° ۲۴'	۳۶° ۴۲' تا ۳۶° ۴۸'	۷۵۰-۹۰۰	۳۰

روش پژوهش

تهیه اطلاعات زمینی و تجزیه و تحلیل داده‌ها

به صورت قطعات دو متری جدا و قطر ابتدا و انتهای هر قطعه اندازه‌گیری شد. ارتفاع و قطر کنده و طول کل درخت نیز اندازه‌گیری و ثبت شد. برای محاسبه حجم واقعی تنه با استفاده از فرمول اسمالیان (رابطه ۱)، برای هر قطعه دومتری و جمع حجم‌های قطعه‌های دومتری و کنده، حجم دقیق درخت به دست آمد.

پس از جنگل‌گردشی در مناطق مورد مطالعه، مطابق با لیست نشانه‌گذاری سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان، ۱۵۰ اصله راش با تنه سالم در طبقات قطری مختلف به روش تصادفی انتخاب شدند. روش نمونه‌برداری به صورت طبقه‌ای-تصادفی و بر اساس طبقات قطری بود که از طبقه قطری ۳۰ تا ۱۳۵ سانتی‌متر را شامل می‌شد. در ابتدا تلاش شد از هر طبقه قطری ۵ سانتی‌متری، حداقل ۵ اصله به صورت تصادفی اندازه‌گیری شود، اما با توجه به ناکافی بودن تعداد درخت در طبقه‌های قطری بالا، از طبقه‌های قطری بیشتر از ۹۵ سانتی‌متر، کمتر از پنج اصله و از بقیه طبقات، هشت اصله اندازه‌گیری شد. از هر درخت قطع شده، متغیرهای قطر برابر سینه، قطر در ۱/۳، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۹ ارتفاع از کنده تا جوانه انتهایی و همچنین شاخه‌های منشعب تا قطر ۷/۵ سانتی‌متری هر درخت

$$V = \frac{g_1 + g_2}{2} \times h \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه فوق: g_1 و g_2 سطح مقطع در ابتدا و انتهای قطعه، V حجم حقیقی درخت برحسب متر مکعب و h ارتفاع درخت برحسب متر تا قطر هفت سانتی‌متر است. ضریب شکل‌های واقعی، مصنوعی، طبیعی و هوننادل راش به ترتیب با استفاده از رابطه‌های مندرج در جدول ۲ محاسبه شدند (Zobeiry, 2006).

جدول ۲- رابطه‌های مورد استفاده برای ضریب شکل‌های مورد مطالعه

تشریح اجزاء رابطه	رابطه	ضریب شکل
g_1 و g_2 سطح مقطع در ابتدا و انتهای قطعه، $f_{1.3}$ ضریب شکل حقیقی درخت، v حجم حقیقی درخت برحسب متر مکعب، $g_{1.30}$ سطح مقطع درخت برحسب متر مربع در $1/3$ ارتفاع درخت تا قطر هفت سانتی‌متر، h ارتفاع درخت برحسب متر تا قطر هفت سانتی‌متر	$f_{1.3} = \frac{v}{V} = \frac{v}{\frac{\pi}{4} \times d_{1.3}^2 \times h} = \frac{v}{g_{1.3} \times h}$	واقعی
$f_{1.3}$ ضریب شکل مصنوعی درخت، $d_{0.5}$ قطر در میانه ارتفاع (طول درخت از بن تا محلی که قطر آن برابر با هفت سانتی‌متر است)، $d_{1.3}$ قطر در ارتفاع برابر سینه	$f_{1.3} = \frac{(d_{0.5})^2}{(d_{1.3})^2}$	مصنوعی
$f_{0.1}$ ضریب شکل طبیعی درخت، v حجم حقیقی درخت بر حسب متر مکعب، $g_{0.1}$ سطح مقطع درخت برحسب متر مربع در 0.1 ارتفاع درخت تا قطر هفت سانتی‌متر، h ارتفاع درخت تا قطر هفت سانتی‌متر	$f_{0.1} = \frac{v}{V_{0.1}} = \frac{v}{\frac{\pi}{4} \times d_{0.1}^2 \times h} = \frac{v}{g_{0.1} \times h}$	طبیعی
$f_{0.1}$ ضریب شکل هوندال درخت، $d_{0.1}$ قطر در 0.1 ارتفاع تا قطر هفت سانتی‌متر، $d_{0.3}$ قطر در 0.3 ارتفاع تا قطر هفت سانتی‌متر، $d_{0.5}$ قطر در میانه ارتفاع تا قطر هفت سانتی‌متر، $d_{0.7}$ قطر در 0.7 ارتفاع تا قطر هفت سانتی‌متر، $d_{0.9}$ قطر در 0.9 ارتفاع تا قطر هفت سانتی‌متر	$f_{0.1} = 0.2 \left(1 + \frac{(d_{0.3})^2}{(d_{0.1})^2} + \frac{(d_{0.5})^2}{(d_{0.1})^2} + \frac{(d_{0.7})^2}{(d_{0.1})^2} + \frac{(d_{0.9})^2}{(d_{0.1})^2} \right)$	هوندال

متر مربع بود. همچنین، انحراف معیار قطر $20/2$ سانتی‌متر، ارتفاع $5/96$ متر، حجم $4/93$ متر مکعب و سطح مقطع $0/251$ متر مربع به دست آمد (جدول ۳).

بر اساس نتایج، میانگین ضریب شکل هوندال ($0/502$) در طرح‌های جنگل‌داری مورد مطالعه از میانگین ضریب شکل‌های واقعی ($0/454$)، طبیعی ($0/464$) و مصنوعی ($0/407$) بیشتر بود (جدول ۴ و شکل ۱).

برای مقایسه ضریب شکل‌ها از آزمون t جفتی استفاده شد. همچنین، برای مقایسه حجم در طبقات قطری حاصل از ضریب شکل واقعی و حجم حاصل از جدول تاريف از آزمون t جفتی استفاده شد.

نتایج

میانگین‌های قطر برابر سینه $79/23$ سانتی‌متر، ارتفاع $27/98$ متر، حجم $7/01$ متر مکعب و سطح مقطع $0/524$

جدول ۳- آماره‌های توصیفی مشخصه‌های قطر، ارتفاع، حجم و سطح مقطع

مشخصه	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار
قطر (سانتی‌متر)	$79/23$	۲۸	۱۳۷	$20/2$
ارتفاع (متر)	$27/98$	۱۶	۴۲	$5/96$
سطح مقطع (متر مربع)	$0/524$	$0/061$	$1/473$	$0/251$
حجم (متر مکعب)	$7/01$	$0/404$	$30/54$	$4/93$

جدول ۴- نتایج ضریب شکل‌های مختلف در طرح‌های جنگل‌داری مورد مطالعه

نام طرح	ضریب شکل		
	مصنوعی	طبیعی	واقعی
دکتر بهرام‌نیا	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۵۴
شמושک	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۴۹
کردکوی	۰/۳۷	۰/۴۵	۰/۴۸
لیوان	۰/۴	۰/۴۵	۰/۴۹
وظنا	۰/۴۴	۰/۴۷	۰/۵۱



شکل ۱- میانگین ضریب شکل‌های طبیعی، مصنوعی، هونادل و واقعی در مناطق مورد مطالعه

مقایسه ضریب شکل واقعی با طبیعی، مصنوعی و هونادل با استفاده از آزمون t جفتی نشان داد که بین ضریب شکل واقعی با طبیعی در سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، اما بین ضریب شکل واقعی، مصنوعی و طبیعی با هونادل تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه ضریب شکل واقعی با طبیعی، مصنوعی و هونادل

مقایسه ضریب شکل‌های مورد مقایسه	t	درجه آزادی	معنی‌داری
واقعی با طبیعی	۰/۹۴۸	۱۴۴	۰/۳۴۵ ^{ns}
واقعی با مصنوعی	-۵/۱۹۲	۱۴۴	۰/۰۰۰ ^{**}
واقعی با هونادل	۴/۸۶۸	۱۴۴	۰/۰۰۰ ^{**}
طبیعی با مصنوعی	۱۲/۷۶۹	۱۴۴	۰/۰۰۰ ^{**}
طبیعی با هونادل	-۵/۹۰۸	۱۴۴	۰/۰۰۰ ^{**}
مصنوعی با هونادل	-۱۴/۲۱	۱۴۴	۰/۰۰۰ ^{**}

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ ^{ns} غیرمعنی‌دار

تغییرات کمی داشت، ولی با افزایش قطر، تغییرات آن نیز بیشتر شد. بیشترین تفاوت‌های بین ضریب شکل‌های مختلف با ضریب شکل واقعی در طبقات قطری بالا مشاهده شد (شکل ۳).

تغییرات ضریب شکل واقعی، مصنوعی، طبیعی و هوهنادل در طبقات قطری نشان داد که ضریب شکل طبیعی به ضریب شکل واقعی نزدیک‌تر است. ضریب شکل واقعی نیز بیشترین تفاوت را با ضریب شکل واقعی داشت. ضریب شکل واقعی ابتدا در طبقات قطری پایین



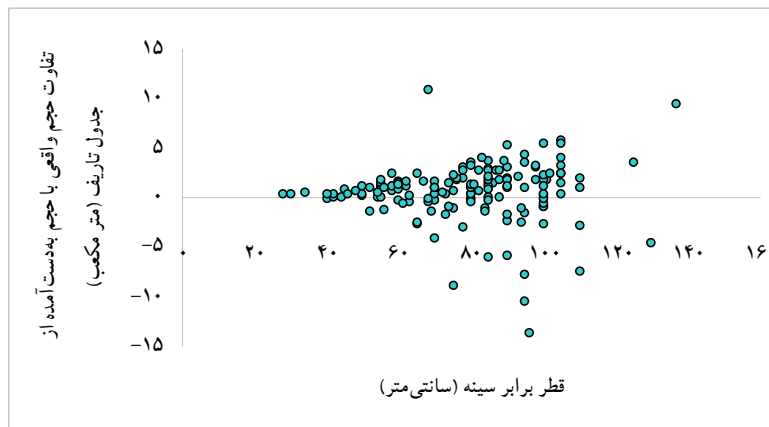
شکل ۳- مقایسه ضرایب شکل در طبقات قطری

جدول تاريف با حجم واقعی نیز به ترتیب ۲/۲۳ و ۲/۰۶ مترمکعب بود. همچنین، با افزایش قطر برابر سینه، مقادیر تفاوت‌های حجم به دست آمده از جدول تاريف با حجم واقعی بیشتر می‌شد (شکل ۴).

مقایسه جدول حجم تاريف منطقه مورد مطالعه با حجم واقعی با استفاده از آزمون t جفتی نشان داد که بین حجم واقعی با حجم کل جدول تاريف در سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۶). انحراف معیار و میانگین تفاوت‌های بین حجم‌های درختان به دست آمده از

جدول ۶- نتیجه مقایسه حجم در طبقات قطری با حجم واقعی

مشخصه مورد مقایسه	t	درجه آزادی	معنی‌داری
حجم تاريف - حجم ضریب	-۲/۳۹۶	۱۴۷	۰/۰۱۸*



شکل ۴- ابر نقاط تفاوت حجم واقعی درختان با حجم درختان به دست آمده از جدول تاريف

بحث

بر آورد صحیح حجم درختان یکی از عامل‌های مؤثر در مدیریت پایدار و برنامه‌ریزی اصولی است. ضریب شکل سومین مشخصه‌ای است که در کنار قطر برابر سینه و ارتفاع درخت، در تعیین حجم آن تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل، دانستن ضریب شکل واقعی و حجم دقیق درختان می‌تواند در مدیریت صحیح طرح‌های جنگل‌داری کمک شایانی کند. در این پژوهش، نتایج به دست آمده از آماره‌های توصیفی نشان داد که میانگین‌های حجم، ارتفاع، قطر و سطح مقطع درختان راش در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۷/۰۱ متر مکعب، ۲۷/۹۸ متر، ۷۹/۲۳ سانتی‌متر و ۰/۵۲۴ متر مربع بود. مقدار ضریب شکل‌های واقعی، مصنوعی، طبیعی و هوهنادل نیز به ترتیب ۰/۴۵۴، ۰/۴۰۷، ۰/۴۶۴ و ۰/۵۰۲ محاسبه شد. نتایج نشان داد که ضریب شکل طبیعی به ضریب شکل واقعی نزدیک‌تر بود که با نتایج Amini و همکاران (۲۰۰۷) مشابه است. این پژوهشگران مقدار ضریب شکل‌های مصنوعی، هوهنادل و میانگین ضریب شکل درختان راش در جنگل هفت خال ساری را به ترتیب ۰/۴۸، ۰/۴۹ و ۰/۴۸ محاسبه کردند. همچنین با نتایج Zobeiry و Najaran (۱۹۸۵) که ضریب شکل واقعی راش را ۰/۴۳ تا ۰/۵۲ و Mirabdollahi و همکاران (۲۰۱۱) که ضریب شکل‌های طبیعی، مصنوعی و ضریب شکل ساقه راش را در جنگل لومیر اسالم گیلان به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۵۶

و ۰/۴۲ گزارش کردند، مطابقت دارد، اما با نتایج Bonyad و همکاران (۲۰۱۳) که ضریب شکل‌های مصنوعی، طبیعی و هوهنادل راش را در جنگل شفارود گیلان به ترتیب ۰/۵۱۲، ۰/۵۷۴ و ۰/۵۴۴ به دست آوردند، مطابقت ندارد.

مقایسه ضریب شکل واقعی با ضریب شکل‌های مصنوعی، طبیعی و هوهنادل نشان داد که بین ضریب شکل‌های طبیعی با واقعی در سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما ضریب شکل هوهنادل در سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری با ضریب شکل‌های واقعی، مصنوعی و طبیعی داشت. همان‌طور که پیشتر ذکر شد، میانگین ضریب شکل هوهنادل (۰/۵۰۲) از ضریب شکل واقعی (۰/۴۵۴) بیشتر و میانگین ضریب شکل مصنوعی (۰/۴۰۷) از ضریب شکل واقعی کمتر بود. همچنین، اختلاف بین ضریب شکل‌های هوهنادل و مصنوعی با ضریب شکل واقعی به ترتیب ۰/۰۴۸ و ۰/۰۴۷ بود. بررسی ضریب شکل‌ها در طبقات قطری نشان داد که بیشترین تفاوت‌ها در طبقات قطری ضریب شکل واقعی با ضریب شکل هوهنادل بود (میانگین تفاوت‌ها ۰/۱۱) و کمترین تفاوت‌ها در طبقات قطری مربوط به ضریب شکل واقعی با ضریب شکل طبیعی وجود داشت (میانگین تفاوت‌ها ۰/۱). لازم به ذکر است که بیشترین تفاوت‌ها در طبقات قطری در همه ضریب شکل‌ها با ضریب شکل واقعی مربوط به طبقات قطری بیشتر از ۱۰۰ و کمتر از ۳۰

- tropical lowland rainforest ecosystem of SW Nigeria. Food, Agriculture and Environment, 2: 395-399.
- Adekunle, V.A.J., Nair, K.N., Srivastava, A.K. and Singh, N.K., 2013. Models and form factors for stand volume estimation in natural forest ecosystems: a case study of Katarniaghat Wildlife Sanctuary (KGWS), Bahraich District, India. Journal of Forestry Research, 24(2): 217-226.
 - Akindele S.O. and LeMay, V.M., 2006. Development of tree volume equations for common timber species in the tropical rain forest area of Nigeria. Forest Ecology and Management, 226(1-3): 41-48.
 - Altriel, D., Branthomme, A. and Tavani, R., 2010. Assessing growing stock and stock changes through multi-purpose national forest monitoring and assessment. FAO Forest Resources Assessment Program Working Paper, Rome. Available at: www.fao.org.
 - Amini, M., Namiranian, M., Saghebtalebi, Kh., Parsapajouh, D. and Amini, R., 2007. Trunk morphology of beech trees (*Fagus orientalis* Lipsky) on biometrical and silvicultural criteria (Case study: Haftkhal Forest, sari, north of Iran). Iranian Journal of Natural Resources, 60(3): 843-858 (In Persian).
 - Asli, A., Behgel, D. and Zobetri, M., 1976. Volume table for beech species in Patom series of Kheiroudkenar forest. Iranian Journal of Natural Resources, 34: 1-20 (In Persian).
 - Avery, T.E. and Burkhart, H.E., 2002. Forest Measurements. 5th edition, McGraw-Hill, New York, 456p.
 - Bonyad, A.E., Torkaman, J. and Rohi, A., 2013. Growth stages and site components influence on form factors of beech (*Fagus orientalis* Lipsky). Iranian Journal of Forest, 5(2):109-117 (In Persian).
 - Colgan, M. S., Swemmer, T. and Asner, G.P., 2014. Structural relationships between form factor, wood density, and biomass in African savanna woodlands. Trees, 28(1): 91-102.
 - Fadaei, F., Fallah, A., Latifi, H. and Mohammadi, K., 2008. Determining the best form factor formula for Loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantations at the age of 18, in Guilan-northern Iran. Caspian Journal of Environmental Sciences, 6(1): 19-24.

سانتی‌متر و کمترین تفاوت‌ها در طبقات قطری در همه ضریب شکل‌ها با ضریب شکل واقعی، مربوط به طبقات قطری بین ۳۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر بود.

بر اساس نتایج، بین حجم تاريف و حجم به‌دست آمده از ضریب شکل واقعی تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود داشت. میانگین حجم درختان به‌دست آمده از تاريف ۷/۴۶ متر مکعب و میانگین حجم واقعی نیز ۶/۸۷ متر مکعب بود. همچنین، میانگین و انحراف معیار تفاوت‌های بین حجم درختان به‌دست آمده از جدول تاريف و حجم واقعی به ترتیب ۲/۰۶ و ۲/۲۳ متر مکعب بود. نتایج نشان داد که با افزایش قطر، تفاوت‌های حجم واقعی درختان بیشتر خواهد شد و در بعضی درختان تفاوت‌ها نیز ۱۳ متر مکعب بود.

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که ضریب شکل طبیعی کمترین تفاوت‌ها را با ضریب شکل واقعی داشت و می‌تواند در محاسبه دقیق ضریب شکل راش مورد استفاده قرار بگیرد. همچنین، تفاوت حجم واقعی و حجم تاريف بیان‌کننده اهمیت محاسبه و به‌روز کردن ضریب شکل دقیق راش می‌باشد. امید است که با اندازه‌گیری تأثیر مشخصه‌های رویشگاه مانند حاصلخیزی خاک و همچنین مشخصه‌های کمی ساختار مانند تراکم بر ضریب شکل و به‌روز کردن مقادیر ضریب شکل گونه‌های مختلف در هر سری و هر ۱۰ سال با استفاده از ضریب شکل‌های واقعی، مصنوعی، طبیعی و هوندال و مقایسه ضریب شکل‌های مختلف در توده‌های مدیریت شده و مدیریت نشده، مقدار ضریب شکل برای سایر گونه‌های صنعتی و همچنین در زمان‌های مختلف به‌روز و تعیین شود تا با داشتن اطلاعات دقیق و به‌روز بتوان به مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح جنگل‌ها کمک کرد.

References

- Adekunle, V.A.J., 2007. Non-linear regression models for timber volume estimation in natural forest ecosystem, Southwest Nigeria. Research Journal of Forestry, 1(2):40-54.
- Adekunle, V.A.J., Akindele, S.O. and Fuwape, J.A., 2004. Structure and yield models for

- Namiranian, M., 2006. Tree Measurement and Forest Biometry. University of Tehran Press, 574p (In Persian).
- Newnham, R.M., 1992. Variable-form taper functions for four Alberta tree species. Canadian Journal of Forest Research, 22: 210-223.
- Nouri, Z., Zubairi, M., Feghei, J. and Marvi Mohajer, M.R., 2013. An investigation on the forest structure and trees spatial pattern in *Fagus orientalis* stands of Hyrcanian forests of Iran (Case study: Gorazbon district of Kheyroud forest). Journal of Natural Environment (Iranian Journal of Natural Resources), 66(1): 113-125 (In Persian).
- Resaneh, Y., Moshtagh, M.H. and Salehi, P., 2000. Quantitative study of North forests. Proceedings of the National Seminar of Management and Sustainable Development of North Forests, Iran, Ramsar, Forest and Range Organization Press, 6-7 Sep. 2000: 55-79 (In Persian).
- Sadeghian, J., 2003. *Carpinus betulus* (Hornbeam) forests of Mazandaran in different ways in various form factors. M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 85p (In Persian).
- Socha, J., 2002. A taper model for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Series: Forestry, 5(2): 132-143.
- Socha, J. and Kulej, M., 2007. Variation of the tree form factor and taper in European larch of Polish provenances tested under conditions of the Beskid Sadecki mountain range (southern Poland). Journal of Forest Science, 53(12): 538-547.
- Zobeiry, M. and Najaran, Gh., 1985. Study of tree form factor of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in Vaysar forest. Iranian Journal of Natural Resources, 38: 33-37 (In Persian).
- Zobeiry, M., 2006. Forest Inventory. Fifth edition, University of Tehran Press, Tehran, 401p (In Persian).
- Figueiredo-Filho, A., Borders, B. E., & Hitch, K. L. 1996. Taper equations for *Pinus taeda* plantations in Southern Brazil. Forest Ecology and Management, 83(1): 39-46.
- Inoue, A., 2006. A model for the relationship between form-factors for stem volume and those for stem surface area in coniferous species. Journal of Forest Research, 11(4): 289-294.
- Lee, W.K., Seo, J.H., Son, Y.M., Lee, K.H. and Von Gadow, K., 2003. Modeling stem profiles for *Pinus densiflora* in Korea. Forest Ecology and Management, 172(1): 69-77.
- Lindner, M. and Karjalainen, T., 2007. Carbon inventory methods and carbon mitigation potentials of forests in Europe: a short review of recent progress. European Journal of Forest Research, 126: 149-156.
- Mirabdollahi, M., Bonyad, A.E., Torkaman, J. and Bakhshshandeh, B., 2011. Study on tree form of Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in different growth stages (Case study: Lomir forest). Iranian Journal of Forest, 3(3): 79-92 (In Persian).
- Mohammadi, J., 2015. Improving in estimation of some forest structure quantitative characteristics by combining the Lidar and digital aerial images in Shast Kalate hardwood forests of Gorgan. Ph.D. Thesis, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sand NR, Gorgan, 241p (In Persian).
- Moser, J.W. and Hall, J.B., 1969. Deriving growth and yield functions for uneven-aged forest stands. Forest Science, 15: 183-188
- Muhairwe, C.K., 1999. Taper equations for *Eucalyptus pilularis* and *Eucalyptus grandis* for the north coast in New South Wales Australia. Forest Ecology and Management, 113: 251-269.
- Namiranian, M., 2005. An investigation of the ash species inventory at Gorazbon district in the educational and research forests of Kheiroodkenar. Iranian Journal of Natural Resources, 57(4): 689-702 (In Persian).

Determination of form factor for oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in Golestan province

M.R. Kordi¹, J. Mohammadi^{*2}, M.H. Moayyeri³ and J. Sadeghian⁴

1- M.Sc. Student, Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2^{*}- Assistant Prof., Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mohamadi.jahangir@gmail.com,

3- Associate Prof., Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

4- M.Sc. Forestry, General Office of Golestan Natural Resources and Watershed Management, Gorgan, Iran

Received: 04.02.2017

Accepted: 03.04.2017

Abstract

Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) is one of the most valuable tree species that covers 17.6% of the area and make up 30% of the stand volume in the Hyrcanian forests. This study aimed to update the form factor and to improve the volume table of this species. For this purpose, we applied random sampling method to collect field data from 150 beech trees in different diameter at breast height (D.B.H) classes (30-135 cm) based on inventory and marking list of 2015-2016. The sample trees were distributed in five forest management plan area including Livan, Vatana, Kordkuy, Shamushak, and Dr. Bahramnia. In each tree, D.B.H and diameter at 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 and 0.9 of tree height, as well as diameter at two tops of 2 m long logs were measured. Finally the tree volume, true, natural, artificial and Hohnadl form factor for each tree was computed. The results showed that true, natural, artificial, and Hohnadl form factor value were 0.503, 0.464, 0.407 and 0.454, respectively. There were significant statistical differences between the true, artificial and natural with Hohnadl form factor ($\alpha = 0.05$). The difference between true and natural form factor was not significant. Also, the results showed that there was significant difference between the computed volume and the volume driven from volume table (tariff); the greatest differences between the mentioned volumes estimated was mainly in the large D.B.H classes. According to the results, we can conclude that the natural form factor can be applied to determine the beech form factor.

Keywords: Artificial form factor, Hohnadl form factor, natural form factor, tariff, true form factor, true volume.