ارزیابی روش‌های مختلف تعیین ضریب شکل برای برآورد حجم درختان صنوبر و دارتالاب دست کاشت (منطقه کلوده- استان مازندران)

جمشید اسلام‌دوست[۱*]، هرمز سهرابی[۱]، سیدمحسن حسینی[۱] و زهرا مرادی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۳/۱۷)

چکیده

یکی از عوامل مهم در تعیین حجم درختان سرپا برای بهره‌برداری مطابق با اصول بوم شناختی، انتخاب و محاسبه ضریب شکل مناسب است. در تحقیق حاضر برای دو گونه تند رشد صنوبر شرقی و دارتالاب، چهار نوع ضریب شکل شامل واقعی، طبیعی، مصنوعی و هوهنادل ارزیابی گردید. به این منظور ۱۲ اصله درخت از هر توده در ۴ طبقه قطری از ۱۰ تا ۴۵ سانتی‌متر به‌صورت تصادفی انتخاب و قطر برابرسینه و ارتفاع کل درختان اندازه‌گیری گردید. سپس حجم واقعی تنه هر درخت با استفاده از رابطه‌های حجم استوانه و اسمالیان تعیین و در مرحله بعد نیز ضریب شکل‌های واقعی، طبیعی، مصنوعی و هوهنادل محاسبه شد. برای بررسی وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین روش‌های مختلف تعیین ضریب شکل، از تجزیه واریانس و برای مقایسه ضرایب با ضریب شکل واقعی از آزمون دانت استفاده شد. نتایج نشان داد در صنوبر، ضریب شکل مصنوعی (۰/۵۰) با ضریب شکل واقعی (۰/۵۱۵) و در دارتالاب، ضریب شکل هوهنادل (۰/۵۲) با ضریب شکل واقعی (۰/۴۹۸) اختلاف معنی‌داری نداشته ($p>0/05$) و نزدیک‌تر بودند. هم‌چنین ضریب شکل طبیعی و مصنوعی در طبقات مختلف قطری از نظر روند تغییرات با افزایش قطر تفاوتی نداشتند. در حالی‌که مقادیر ضریب شکل واقعی و هوهنادل با تغییرات قطر برابر سینه از روند تغییرات خاصی برخوردار نبودند. به‌طور کلی این تحقیق نشان می‌دهد که ضریب شکل مصنوعی می‌تواند به‌عنوان ضریب شکل مناسب و کارآمد برای دو گونه موردنظر در این تحقیق مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌کاری، صنوبر شرقی، حجم واقعی، گونه غیر بومی، گونه تند رشد

۱. گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
۲. گروه جنگل‌شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Jamshidmlzm@gmail.com

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.12.6.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.12.67]

مقدمه

امروزه در دنیا اهمیت جنگل‌کاری‌ها از چنان جایگاهی برخوردار شده است که میزان سطح جنگل‌کاری سالانه در هر کشور را می‌توان به‌عنوان معیاری برای ارزیابی مبنای توسعه یافتگی آن کشور درنظر گرفت (۶). جنگل‌کاری‌ها نقش بسیار مهمی در تأمین چوب صنایع دارند. کاهش سطح جنگل‌های طبیعی، افزایش جمعیت و افزایش صنایع وابسته به چوب سبب اهمیت جنگل‌کاری با گونه‌های تند رشد به‌منظور توسعه سطح جنگل و تولید چوب شده است. مدیریت جنگل برای تأمین چوب، نیازمند ارزیابی جنگل‌کاری و آگاهی از موجودی جنگل است تا بتواند برنامه‌ریزی بهتر و دقیق‌تری برای منابع جنگلی داشته باشد (۲ و ۶). آگاهی از موجودی جنگل و برآورد حجم درختان یکی از مشخصه‌های مهم در برنامه‌ریزی برای منابع جنگلی است، چرا که تعیین بهای اولیه چوب گونه‌های تند رشد در جنگل‌کاری‌ها با تخمین حجم صورت می‌گیرد. به‌طور معمول محاسبه حجم درخت با رابطه ۱ انجام می‌شود که V حجم به مترمکعب، g سطح مقطع به مترمربع، h ارتفاع درخت به متر و f ضریب شکل است (۱).

$$V = g \times h \times f \qquad [۱]$$

ضریب شکل یک نسبت از حجم واقعی درخت به حجم استوانه‌ای با سطح مقطع برابر سینه و ارتفاع درخت است که سومین مشخصه در محاسبه حجم است و به عواملی چون گونه درختی، رویشگاه، وضع قرار گرفتن در داخل توده و تراکم توده بستگی دارد (۷). استفاده از ضریب شکل دقیق در تعیین حجم موجب می‌گردد که تخمین اولیه به نتیجه نهایی بیشتر نزدیک گردد. دقیق‌ترین ضریب شکل، ضریب شکل واقعی است، اما با توجه به اینکه برای محاسبه آن باید درخت قطع گردد، روش‌های دیگری برای محاسبه آن توسط محققان دیگر پیشنهاد شده است. در تحقیقات صورت گرفته مانند رحیم‌نژاد و همکاران (۳) برای کاج تدا به این نتیجه رسیدند که تنها ضریب شکل هوهنادل قابلیت جایگزینی با ضریب شکل واقعی را دارد. بنیاد و رحیم‌نژاد (۱) در توده‌های ۲۶ ساله کاج تدا با هدف تعیین مناسب‌ترین ضریب شکل تحقیقی انجام دادند که نتایج آنها حاکی از نبود تفاوت معنی‌دار بین ضریب شکل واقعی و ضریب شکل هوهنادل بود. فدائی و همکاران (۹) در یک توده ۱۸ ساله کاج تدا مشخص نمودند که دو ضریب شکل مصنوعی و هوهنادل قابلیت جایگزینی برای ضریب شکل واقعی را دارند. با وجود اهمیت تعیین رابطه جایگزین محاسبه حجم برای گونه‌های تند رشدی که فروش حجمی آنها رایج است، تاکنون تحقیقات کافی در شمال ایران و برای گونه‌های موردنظر در این تحقیق صورت نگرفته است. این در حالی‌است که صنوبر شرقی یکی از گونه‌های بسیار مهم جنگل‌کاری در شمال و بخش‌های بسیار دیگری در کشور است و تعیین روش مناسب تعیین حجم بسیار ضروری است.

تحقیق حاضر با هدف تعیین مناسب‌ترین رابطه ضریب شکل برای جایگزینی با ضریب شکل واقعی برای برآورد حجم نزدیک به حجم واقعی درختان برای دو گونه بومی و غیر بومی تند رشد (شامل صنوبر شرقی و دارتالاب) و هم‌چنین مقایسه و بررسی روند تغییرات این ضرایب در طبقات قطری مختلف انجام گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در ۸ کیلومتری جاده آمل به محمودآباد در منطقه‌ای به‌نام کلوده یا تشبندان قرار دارد. طول جغرافیایی منطقه ۵۲ درجه و ۱۰ دقیقه و ۱۸ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه و۵۶ ثانیه شمالی است. ارتفاع از سطح دریا ۵ متر، شیب صفر تا دو درصد، متوسط بارندگی سالانه ۸۹۲ میلی‌متر، میانگین رطوبت نسبی ۵۸/۶ درصد، حداقل، حداکثر و متوسط دما به‌ترتیب ۲-، ۳۵/۲ و ۱۶/۴ درجه سانتی گراد است. منطقه مورد مطالعه بر اساس ضریب خشکی دومارتن دارای اقلیم خیلی مرطوب نوع الف است. اراضی مورد مطالعه در واحد فیزیوگرافی دشت آبرفتی رودخانه‌های با زهکشی ضعیف قرار دارد. خاک آن عمیق، بدون

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.12.6.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.12.67]

تکامل پروفیلی، قهوه‌ای تیره تا قهوه‌ای متمایل به خاکستری تیره با بافت متوسط و ساختمان فشرده و مربوط به تشکیلات دوران چهارم زمین‌شناسی است (۴).

توصیف رویشگاه

رویشگاه موردنظر در سال ۱۳۷۲ با هدف تولید چوب و به‌صورت خالص جنگل‌کاری شد. کل مساحت جنگل‌کاری شده در این منطقه ۱۱۸ هکتار است، که مساحت جنگل‌کاری با گونه‌های صنوبر شرقی (*Populus deltoides* Bartr. Ex Marsh) و دارتالاب (*Taxodium distichum* .L. Rich) به‌ترتیب ۴۷ و ۱۹ هکتار و فاصله کاشت در هر دو توده ۴ متر در ۴ متر است. سن هر دو توده جنگل‌کاری شده ۲۰ سال و در این مدت در این توده‌ها هیچ‌گونه عملیات پرورشی و اصلاحی صورت نگرفته است.

روش برداشت داده‌ها

در هر یک از توده‌های مورد بررسی به‌طور مساوی ۱۲ قطعه نمونه (در مجموع ۲۴ قطعه نمونه) مربعی شکل با ابعاد ۱۶ در ۱۶ متر به‌طور تصادفی سیستماتیک برداشت شد. فاصله قطعات نمونه ۲۰۰ × ۲۰۰ متر بوده و در هر قطعه نمونه، قطر درختان در ارتفاع برابرسینه با نوار قطر سنج، ارتفاع کل و طول تاج با Haglöf-VERTEX IV و قطر تاج با متر لیزری اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس درختان براساس قطر به ۴ طبقه قطری ۱۰ سانتی‌متری تقسیم شدند و از هر طبقه ۳ اصله درخت (در مجموع ۱۲ اصله درخت برای هر گونه) به‌صورت تصادفی انتخاب شد. درختان انتخاب شده (در مجموع ۲۴ اصله درخت برای هر دو گونه) مورد قطع و اندازه‌گیری قرار گرفت (۱۰). از هر درخت متغیرهای قطر برابر سینه، قطر در ۰/۱ ($d_{0.1}$)، ۰/۳ ($d_{0.3}$)، ۰/۵ ($d_{0.5}$)، ۰/۷ ($d_{0.7}$) و ۰/۹ ($d_{0.9}$) طول درخت و نیز ارتفاع کل درخت اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه تنه درخت یک استوانه کامل نیست، برای اندازه‌گیری دقیق حجم واقعی ابتدا تنه به قسمت‌هایی با طول ۲ متر تقسیم شد. بدین ترتیب هر یک از قطعات ۲ متری اختلاف کمی با استوانه خواهند داشت. با این وجود اندازه‌گیری قطر در هر دو سر هر یک از قطعات صورت گرفت و حجم هر قطعه با رابطه اسمالیان (رابطه ۲) محاسبه شد (۷) و از مجموع حجم قطعات حجم کامل تنه به‌دست آمد.

$$V_e = \frac{g_1 + g_2}{2} \times h \qquad [۲]$$

که در آنها v_e: حجم اسمالیان برحسب مترمکعب، g_1 و g_2 : به‌ترتیب سطح مقطع پایینی و بالایی برحسب مترمربع و h: ارتفاع کل درخت برحسب متر است (۷). هم‌چنین ضریب شکل واقعی (F_r)، (رابطه ۳)، ضریب شکل طبیعی $F_{0.1}$، (رابطه ۴)، ضریب شکل مصنوعی $F_{1.3}$، (رابطه ۵) و ضریب شکل هوهنادل (F_h)، (رابطه ۶) با استفاده از روابط زیر، برای درختان نمونه محاسبه شد (۸).

$$F_r = \frac{V}{g_{1.3} \times h} \qquad [۳]$$

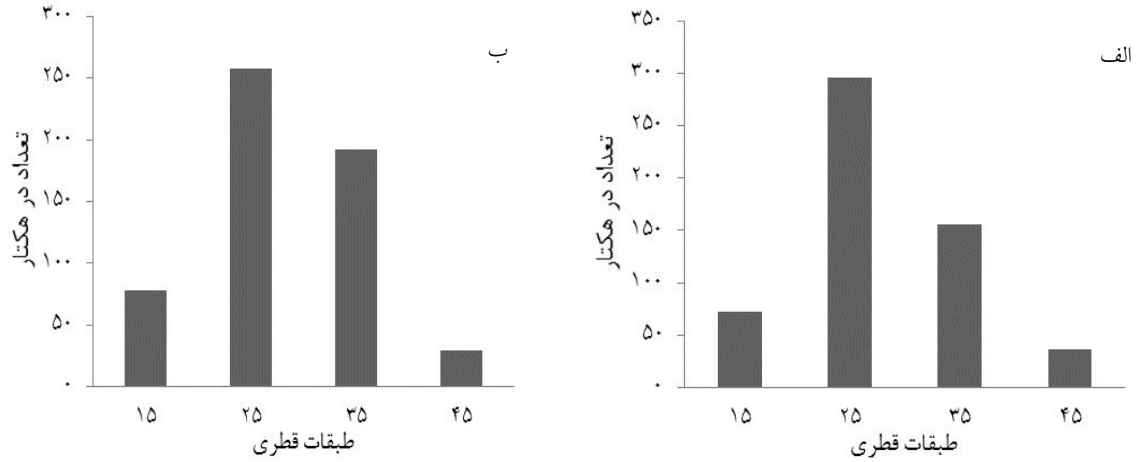
$$F_{0.1} = \frac{V}{g_{0.1} \times h} \qquad [۴]$$

$$F_{1.3} = \frac{d_m^2}{d_{1.3}^2} \qquad [۵]$$

$$F_h = 0.2\left(1 + \frac{d_{0.3}^2}{d_{0.1}^2} + \frac{d_{0.5}^2}{d_{0.1}^2} + \frac{d_{0.7}^2}{d_{0.1}^2} + \frac{d_{0.9}^2}{d_{0.1}^2}\right) \qquad [۶]$$

در این روابط F_r: ضریب شکل واقعی (Real Form Factor (RFF))، $F_{0.1}$: ضریب شکل مصنوعی (Artificial Form Factor (AFF))، $F_{1.3}$: ضریب شکل طبیعی (Natural Form Factor (NFF))، F_h: ضریب شکل هوهنادل (Hohenadel Form Factor (HFF))، h: ارتفاع کل درخت برحسب متر، $d_{1.3}$: قطر برابر سینه برحسب سانتی‌متر، $d_{0.5}$: قطر در نیمه ارتفاع درخت به سانتی‌متر، $d_{0.1}$: قطر در یک دهم ارتفاع درخت به سانتی‌متر، v: حجم واقعی تنه به مترمکعب، $g_{1.3}$: سطح مقطع برابر سینه به مترمربع، $g_{0.1}$: سطح مقطع در ۰/۱ ارتفاع درخت، d_m: قطر در نصف ارتفاع درخت و $d_{0.3}$، $d_{0.5}$، $d_{0.7}$ و $d_{0.9}$ به‌ترتیب قطر ساقه در ۰/۳، ۰/۵،

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.12.6.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.12.67]



شکل ۱. تعداد درختان در طبقات قطری در هکتار گونه صنوبر شرقی (الف) و دارتالاب (ب)

۰/۷ و ۰/۹ ارتفاع درخت از بن درخت، برحسب سانتی‌متر است.

پس از بررسی نرمال بودن و همگنی واریانس توزیع ضرایب به‌دست آمده برای هر درخت، برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین روش‌های مختلف از تحلیل واریانس یک‌طرفه در قالب طرح بلوک تصادفی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید. در این طرح برای حذف اثر تفاوت ضریب بین درختان مختلف در یک روش مشخص، طرح بلوک انتخاب گردید و هر درخت یک بلوک و روش‌های مختلف برآورد ضریب شکل به‌عنوان تیمار لحاظ شد (۵).

برای مقایسه روش‌های مختلف تعیین ضریب با ضریب واقعی از آزمون دانت استفاده گردید برای بررسی تغییرات ضرایب با افزایش قطربرابر سینه، داده‌ها به چهار طبقه قطری ۱۰ سانتی‌متری تقسیم و میانگین هر یک از این ضرایب در طبقات مختلف برای هر یک از گونه‌ها به‌دست آمد و مورد تحلیل قرار گرفت. هدف از این تحلیل آن بود که از بین روش‌های مورد بررسی، حساسیت هر یک از این روش‌ها نسبت به تغییرات شکل درخت بررسی گردد. محاسبه ضرایب در Excel و تحلیل‌های آماری با Minitab انجام گردید.

نتایج

تعداد درختان برای صنوبر شرقی و دارتالاب به‌ترتیب ۵۶۰ و ۵۵۶ اصله در هکتار بود. تعداد درختان در طبقات قطری برای دو گونه صنوبر شرقی و دارتالاب در شکل ۱ ارائه شده است. براساس نتایج بیشترین تعداد درختان در هر دو گونه مورد بررسی در طبقه قطری ۲۵ سانتی‌متر (۵۳ درصد کل از درختان صنوبر و ۴۶ درصد از کل درختان دارتالاب) بوده و پس از آن بیشترین تعداد درختان در هر دو گونه در طبقه قطری ۳۵ سانتی‌متر (۲۷ درصد کل از درختان صنوبر و ۳۴ درصد از کل درختان دارتالاب) قرار دارند. ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان قطع شده برای دو گونه صنوبر شرقی و دارتالاب در جدول ۱ ارائه شده است.

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه در قالب طرح بلوک تصادفی در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین ضرایب به‌دست آمده از روش‌های مختلف بود.

نتایج مقایسه میانگین‌ها برای ضرایب مختلف با ضریب شکل واقعی برای صنوبر (شکل ۲) و دارتالاب (شکل ۳) ارائه شده است. میانگین ضرایب شکل واقعی، طبیعی، مصنوعی و هوهنادل برای صنوبر به‌ترتیب ۰/۵۲، ۰/۵۷، ۰/۵۰ و ۰/۵۸ بود و برای دارتالاب به‌ترتیب ۰/۵۰، ۰/۵۷، ۰/۴۶ و ۰/۵۲ بود.

نتایج آزمون دانت مقایسه ضرایب مختلف با ضریب شکل

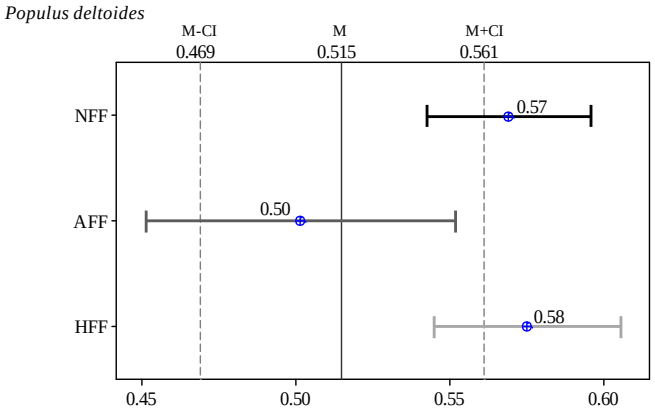
[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.12.6.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.12.67]

جدول ۱. ویژگی‌های زیست‌سنجی ۲۴ اصله درخت قطع شده برای دو گونه صنوبر شرقی و دارتالاب

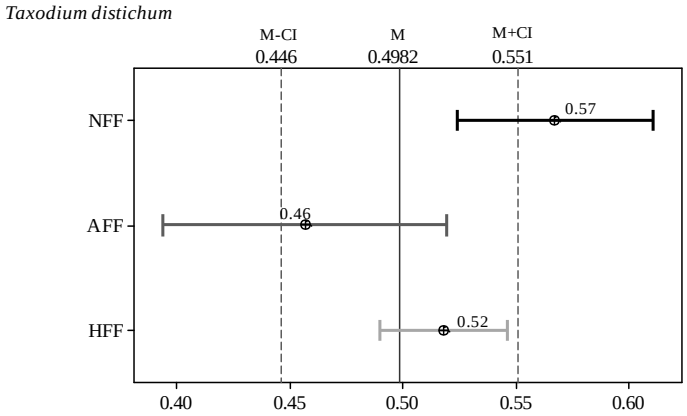
گونه	طبقه قطری	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	ارتفاع (متر)	طول تاج (متر)	قطر تاج (متر)
صنوبر شرقی	۱۵	۱۲/۴۲	۱۷/۹	۶/۵	۱/۵
	۱۵	۱۵/۶۱	۲۲/۵	۶/۳	۱
	۱۵	۱۸/۷۹	۲۳/۹	۷/۷	۲/۰۵
	۲۵	۲۳/۵۷	۲۹/۹	۱۱	۲/۳
	۲۵	۲۶/۴۳	۳۲/۹	۱۰/۴	۲/۸۵
	۲۵	۲۹/۳۰	۲۸/۶	۱۱/۹	۲
	۳۵	۳۰/۹۴	۲۶/۷	۸/۸	۳/۲
	۳۵	۳۲/۴۸	۳۴/۶	۱۲/۱	۳/۹
	۳۵	۳۴/۳۹	۳۲/۶	۱۱/۹	۳/۴
	۳۵	۳۶/۶۲	۳۶/۲	۱۵/۸	۵/۲
	۴۵	۴۰/۱۷	۳۱/۷	۱۱/۳	۵
	۴۵	۴۳/۶۳	۴۴/۲	۲۰/۹	۵/۱
دارتالاب	۱۵	۱۱/۲۶	۱۲/۱	۱/۱	۲/۲
	۱۵	۱۵/۹۲	۱۷/۷	۶/۱	۳/۸۵
	۱۵	۱۸/۷۹	۱۶/۴	۵/۵	۴/۱۸
	۲۵	۲۱/۶۶	۱۹/۲	۷/۱	۳/۱۷
	۲۵	۲۵/۴۸	۲۰/۷	۶/۱	۴/۲۶
	۲۵	۲۸/۶۶	۱۵/۲	۶/۱	۴/۴۳
	۳۵	۳۰/۱۰	۱۹/۴	۸/۵	۴/۳۲
	۳۵	۳۴/۰۸	۲۱/۵	۵/۳	۵/۲۷
	۳۵	۳۷/۵۸	۲۳/۸	۷/۶	۴/۰۵
	۴۵	۳۹/۹۷	۱۷/۶	۶/۷	۵/۹۵
	۴۵	۴۱/۰۸	۲۱/۲	۸/۵	۵/۴۵
	۴۵	۴۷/۰۴	۲۴/۳	۸/۴	۵/۹۵

واقعی برای دو گونه نشان داد هیچ‌یک از ضریب شکل‌های طبیعی، مصنوعی و هوهنادل با ضریب شکل واقعی اختلاف معنی‌داری ندارند. تغییرات ضریب شکل‌های محاسبه شده در طبقات قطری برای صنوبر (شکل ۴) و دارتالاب (شکل ۵) ارائه شده است. نتایج نشان داد در گونه صنوبر دو ضریب شکل واقعی و مصنوعی با افزایش قطر و طبقات قطری کاهش می‌یابند در حالی‌که دو ضریب شکل طبیعی و هوهنادل با افزایش قطر و طبقات قطری کاهش نداشته و روند ثابتی دارند. تغییرات در دارتالاب کاهش بیشتری در ضریب شکل واقعی و مصنوعی با افزایش قطر را نشان داد. ضریب شکل طبیعی و

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.12.6.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.12.67]



شکل ۲. نتایج مقایسه میانگین ضرایب محاسبه شده به‌روش‌های طبیعی (NFF)، مصنوعی (AFF) و هوهنادل (HFF) با ضریب شکل واقعی (RFF)، برای صنوبر شرقی (M: میانگین، M+CI، M-CI به‌ترتیب کران بالا و کران پایین در سطح اعتماد ۰/۹۵ برای ضریب شکل واقعی و اعداد ذکرشده در شکل میانگین ضرایب است)



شکل ۳. نتایج مقایسه میانگین ضرایب محاسبه شده به‌روش‌های طبیعی (NFF)، مصنوعی (AFF) و هوهنادل (HFF) با ضریب شکل واقعی (RFF)، برای دارتالاب (M: میانگین، M+CI، M-CI به‌ترتیب کران بالا و کران پایین در سطح اعتماد ۰/۹۵ برای ضریب شکل واقعی و اعداد ذکرشده در شکل میانگین ضرایب است)

هوهنادل دارای تغییرات کمتری در طبقات قطری هستند.

بحث

برآورد صحیح حجم چوب تولید شده یکی از عوامل مهم در حفظ شرایط بوم شناختی جنگل و برنامه‌زیری اصولی می‌شود. انتخاب ضریب شکل مناسب اهمیت بسیار زیادی در برآورد حجم درختان دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که ضرایب شکل محاسبه شده دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در هر دو گونه مورد بررسی بوده اما مقایسه میانگین‌ها برای هر دو گونه حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار ضرایب شکل طبیعی، مصنوعی و هوهنادل با ضریب شکل واقعی است. به‌عبارت دیگر ضرایب شکل طبیعی، مصنوعی و هوهنادل قابلیت جایگزینی با ضریب شکل واقعی را در صنوبر و دارتالاب دارند. در صنوبر، ضریب شکل مصنوعی (۰/۵۰) به ضریب شکل واقعی (۰/۵۱۵) نسبت به دو ضریب شکل دیگر نزدیکتر است و در دارتالاب، ضریب شکل هوهنادل (۰/۵۲) به ضریب

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.12.6.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.12.67]

جدول ۲. خلاصه نتایج مشخصات آماری ضریب شکل‌های به‌دست آمده به روش‌های مختلف برای ۲۴ اصله درخت قطع شده از دو گونه صنوبر شرقی و دارتالاب

گونه	ضریب شکل	میانگین	انحراف معیار	بیشینه	کمینه
صنوبر شرقی	RFF	۰/۵۲	۰/۰۷	۰/۶۹	۰/۴۱
	NFF	۰/۵۷	۰/۰۴	۰/۶۶	۰/۵۰
	AFF	۰/۵۰	۰/۰۸	۰/۶۷	۰/۳۶
	HFF	۰/۵۸	۰/۰۵	۰/۷۰	۰/۵۳
دارتالاب	RFF	۰/۵۰	۰/۰۸	۰/۶۴	۰/۳۵
	NFF	۰/۵۶	۰/۰۶	۰/۶۶	۰/۴۵
	AFF	۰/۴۶	۰/۱۰	۰/۶۱	۰/۲۸
	HFF	۰/۵۲	۰/۰۴	۰/۶۰	۰/۴۵

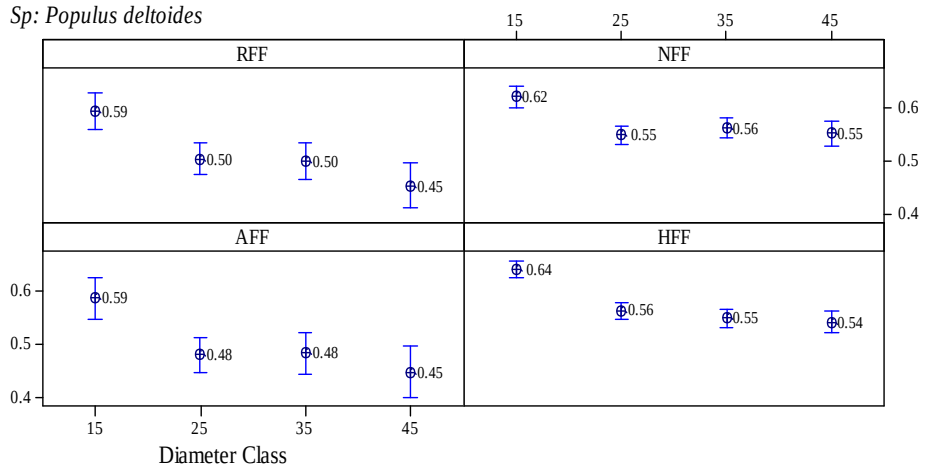
جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه در قالب طرح بلوک تصادفی برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین روش‌های مختلف محاسبه ضریب شکل

گونه	درجه آزادی	میانگین مربعات خطا	F	مقدار p
صنوبر شرقی	۳۲	۰/۰۰۲	۱۲/۸	۰/۰۰۱ >
دارتالاب	۳۲	۰/۰۰۳	۱۵/۴	۰/۰۰۱ >

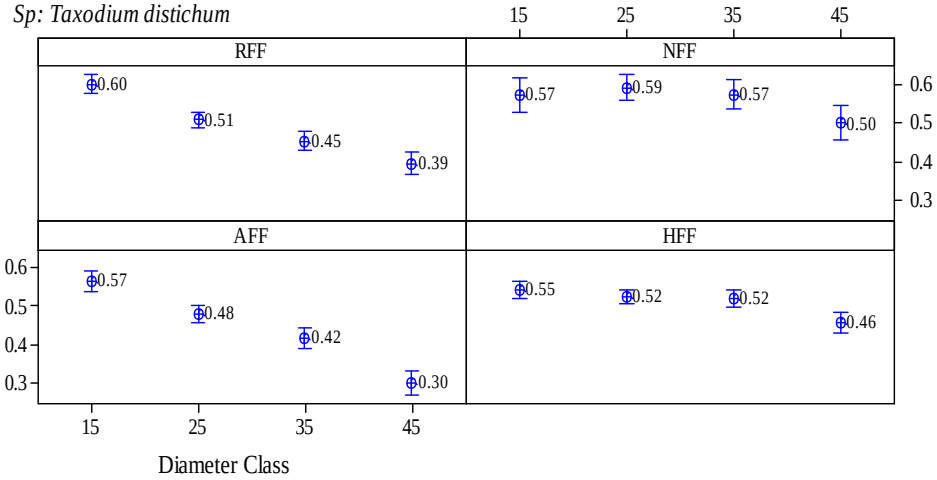
شکل واقعی (۰/۴۹۸) نسبت به دو ضریب شکل دیگر نزدیکتر است که پیشنهاد می‌گردد این ضرایب به‌عنوان جایگزین برای ضریب شکل واقعی در صنوبر و دارتالاب مورد استفاده قرار گیرند. بنیاد و رحیم‌نژاد (۱) در تحقیقی مشابه برای کاج تدا (*Pinus taeda* L.) به این نتیجه رسیدند که اختلاف معنی‌دار بین ضریب شکل هوهنادل با ضریب شکل واقعی وجود ندارد. هم‌چنین فدائی و همکاران (۹) نیز به‌منظور تعین بهترین ضریب شکل برای کاج تدا در یک جنگل‌کاری در غرب استان گیلان به این نتیجه رسیدند که ضریب شکل هوهنادل قابلیت جایگزینی با ضریب شکل واقعی را دارد.

میانگین ضرایب شکل محاسبه شده برای صنوبر شرقی و دارتالاب متفاوت بود. این امر نشان می‌دهد که ضرایب شکل به‌صورت اختصاصی برای هر گونه باید محاسبه گردد و استفاده از ضرایب سایر گونه‌ها برای محاسبه حجم سبب خطا در محاسبات خواهد شد. صنوبر شرقی تحت شرایط جنگلی، رویش ارتفاعی زیاد، تنه مستقیم و تاج کروی و کوچک دارد اما دارتالاب دارای تنه مخروطی با شکل سینوسی در پایه است. در صنوبر ضرایب شکل در طبقه قطری ۱۵ مقدار بیشتری نسبت به طبقات ۲۵، ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متری داشته و علت آن رشد ارتفاعی سریع و داشتن تنه صاف است. ضرایب شکل در طبقات قطری ۲۵، ۳۵ و ۴۵ تغیرات زیادی نداشته حفظ شکل استوانه‌ای صنوبر در طبقات قطری بالاتر است. ضرایب شکل محاسبه شده در طبقات قطری ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ برای دارتالاب روند کاهشی شدید با افزایش قطر داشت. علت این امر مخروطی شدن تنه و ایجاد گورچه در دارتالاب است. بنابراین هر گونه تغییر کوچک در شکل درختان، می‌تواند روی ضریب شکل آنها تاثیر عمده‌ای داشته باشد (۱۲). شکل درختان در مراحل رویشی مختلف متفاوت است و باید این

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.12.6.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.12.67]



شکل ۴. تغییرات در طبقات قطری روش‌های واقعی (RFF)، طبیعی (NFF)، مصنوعی (AFF) و هوهنادل (HFF) برای صنوبر شرقی (اعداد ذکرشده در پانل‌ها میانگین ضرایب در طبقات قطری است)



شکل ۵. تغییرات در طبقات قطری روش‌های واقعی (RFF)، طبیعی (NFF)، مصنوعی (AFF) و هوهنادل (HFF) برای دارتالاب (اعداد ذکرشده در پانل‌ها میانگین ضرایب در طبقات قطری است)

نکته را درنظر داشت که قابلیت جایگزینی انواع ضریب شکل به‌جای ضریب شکل واقعی به نوع گونه، مراحل رویشی، سن و شرایط رویشگاهی بستگی دارد (۱۱). تحقیق حاضر ضرایب شکل واقعی، طبیعی، مصنوعی و هوهنادل با امکان جایگزینی آنها با ضریب شکل واقعی در اقلیم رویشگاهی جلگه‌های شمال کشور در سن ۲۰ سالگی برای گونه‌های صنوبر شرقی و دارتالاب را ارائه می‌دهد. در این میان ضریب شکل مصنوعی به‌عنوان یک ضریب شکل مناسب و کارآمد برای دو گونه موردنظر پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری و مساعدت کلیه پرسنل محترم مرکز بذر جنگلی خزر در کلوده که امکانات لازم برای این پژوهش را فراهم آوردند، سپاسگزاری می‌نماییم.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.12.6.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.12.67]

منابع مورد استفاده

۱. بنیاد، ا. و س. رحیم‌نژاد. ۱۳۸۳. تعیین جدول حجم مناسب برای کاج تدا (*Pinus Taeda*) در شمال ایران. *مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی*، ۶۶(۱): ۸۸-۸۴.

۲. پورشکوری اله‌ده، ف. و ا. حسن‌زاد ناورودی. ۱۳۸۶. مناسب‌ترین روش برآورد حجم برای جنگل‌های استان گیلان (مطالعه موردی: سری ۱ ناو اسالم). *مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی*، ۷۷(۱): ۲۹-۲۴.

۳. رحیم‌نژاد، س.، ا. بنیاد و خ. فدایی. ۱۳۸۵. تعیین معادله ضریب شکل مناسب برای گونه کاج تدا (*Pinus taeda* L.) در استان گیلان، (مطالعه موردی: منطقه لاکان رشت). *پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۴(۱): ۷۴-۶۷.

۴. رستم‌آبادی، ع.، م. طبری، ع. صالحی، ا. صیاد و آ. صالحی. ۱۳۸۹. مقایسه تغذیه، بازگشت و بازجذب عناصر غذایی در رویشگاه‌های توسکای ییلاقی و دارتالاب در منطقه تشبندان آمل- مازندران. *مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*،۱۷(۱): ۷۸-۶۵.

۵. سهرابی، هـ. ۱۳۹۰. آمار و احتمال مقدماتی برای علوم طبیعی، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران، ۲۳۶ ص.

۶. مسیب‌نژاد، ا.، ت. رستمی شاهراجی، ا. کهنه و ح. پوربابایی. ۱۳۸۶. ارزیابی وضعیت موجود جنگل‌کاری‌های پهن‌برگ بومی در شرق گیلان، *فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر*، ۱۵(۴): ۳۱۹-۳۱۱.

۷. زبیری، م.۱۳۸۴. آماربرداری در جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۴ ص.

۸. نمیرانیان، م.۱۳۸۵. اندازه‌گیری درخت و زیست سنجی جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۷۴ ص.

9. Fadaei, F., A. Fallah and H. Mohammadi. 2008. Determining the best form factor formula for loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantations at the age of 18 year, in Guilan-northern Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences* 6(1): 19-24.

10. He, Y., L. Qin, Z. Li, X. Liang, M. Shao and L. Tan. 2013. Carbon storage capacity of monoculture and mixed-species plantations in subtropical China. *Forest Ecology and Management* 295(1): 193-198.

11. Kohl, M., S. Magnussen and M. Marchetti. 2006. Sampling methods, remote sensing and GIS multiresource forest inventory. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 442p: 225-250.

12. Van Laar, A. and A. Akca. 2007. Forest Mensuration, Springer- Dordrecht, the Netherlands, 389 p.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.12.6.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.12.67]