



## ارزیابی جنگلکاری‌های بیست‌وپنج‌ساله کاج تدا، توسکای قشلاقی، افرا پلت و بلندمازو در منطقه رادارپشته استان گیلان

آدینه ابراهیمی اشبلا<sup>۱</sup>، میرمظفر فلاح‌چای<sup>۲\*</sup>، علی صالحی<sup>۳</sup> و علی‌اشرف سلطانی طولارود<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری علوم جنگل، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار گروه جنگلداری، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

<sup>۳</sup> دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

<sup>۴</sup> دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۸)

### چکیده

جنگلکاری از مهم‌ترین اقدام‌ها در ایجاد پوشش سبز و تأمین چوب به‌شمار می‌رود. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی عملکرد جنگلکاری‌های بیست‌وپنج‌ساله منطقه رادارپشته استان گیلان به انجام رسید. در این پژوهش هشت قطعه نمونه ۴۰۰ متر مربعی در چهار توده سه‌ونیم‌هکتاری افرا پلت، توسکا، بلندمازو و کاج تدا (در مجموع ۳۲ قطعه نمونه) با روش منظم تصادفی اجرا و در آنها قطر، ارتفاع، طول تنه بدون شاخه، قطر بزرگ و کوچک تاج برداشت شد. عمق لاشبرگ نیز در ده نقطه از قطعات نمونه با خط‌کش اندازه‌گیری شد. همچنین کیفیت تنه درختان به سه دسته درجه یک، دو و سه تقسیم شد. با استفاده از داده‌های برداشت‌شده مهم‌ترین شاخص‌های کمی و کیفی چهار توده استخراج و مقایسه آماری شد. همچنین با استفاده از معادلات آلومتریک موجود برای گونه‌های تحت بررسی، زی‌توده درختان برآورد شد. براساس نتایج به‌دست‌آمده بیشترین میانگین قطر (۳۳/۴۲ سانتی‌متر)، رویش قطری (۱/۲۳ سانتی‌متر)، سطح مقطع (۷۸/۴۳ متر مربع در هکتار)، حجم (۷۶۳/۹۸ متر مکعب در هکتار)، زی‌توده (۹۷۱/۵ تن در هکتار)، تنه درجه ۱ (۹۲ درصد)، ضخامت لاشبرگ (۸/۶ سانتی‌متر) و کمترین ضریب قدکشیدگی (۰/۷۸) مربوط به توده کاج تدا بود. در میان گونه‌های پهن‌برگ، بیشترین حجم و زی‌توده به‌ترتیب با ۴۵۸ متر مکعب و ۵۲۰/۷۵ تن در هکتار مربوط به گونه توسکا بود. بنابراین گونه تدا با توجه به تولید زیاد (به‌صورت کنترل‌شده در اراضی غیرجنگلی) و گونه بلندمازو با توجه به عملکرد مطلوب در کنار تولید پایه‌های باکیفیت برای جنگلکاری در استان توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: افرا، بلندمازو، توسکا، حجم، زی‌توده.

### مقدمه

اقتصادی و روحی نسل‌های فعلی و آینده را پاسخ دهند (Rahmati et al., 2020). از طرفی کاهش سطح جنگل‌های طبیعی در چند دهه اخیر، اهمیت جنگلکاری را به‌مثابه ابزاری برای توسعه سطح پوشش درختی و تولید چوب نمایان‌تر کرده است. موفقیت هر پروژه جنگلکاری نیز به‌طور مستقیم تحت تأثیر دو

در قرن بیست‌ویکم برنامه‌ریزی برای مدیریت جنگل با نگاهی جدی به مفهوم مدیریت پایدار انجام می‌گیرد، به این معنا که منابع و اراضی جنگلی باید طوری مدیریت شوند که از دید بوم‌شناختی همیشه زنده، شاداب و پایدار باشند و نیازهای اجتماعی،

زی توده است از وزن خشک پیکر موجودات زنده اعم از گیاهان و جانوران. این موضوع امروزه در علوم مختلف به ویژه منابع طبیعی و محیط زیست اهمیت زیادی یافته است (Iranmanesh et al., 2019; Khalili et al., 2021). برآورد زی توده برای تشخیص وضعیت و ساختار پوشش گیاهی حائز اهمیت است و شاخصی مهم برای ارزیابی رویشگاه از نظر زیست‌شناختی و اقتصادی محسوب می‌شود (Hassangholipour et al., 2017; Bragg, 2011). دستیابی به مقدار ترسیب کربن در تیپ‌های مختلف گیاهی نیز بر مبنای اندازه‌گیری زی توده است. این کار با روش‌های مخربی چون قطع کامل یا روش‌هایی مانند نمونه‌برداری و یا کاربرد معادلات آلومتریک انجام می‌گیرد (Heidari Safari Kouchi et al., 2017; Ochal, 2013).

با توجه به اهمیت انکارناپذیر توده‌های دست‌کاشت از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی، بررسی رشد و عملکرد جنگلکاری‌ها در پژوهش‌های مختلف مورد توجه پژوهشگران بوده است. از جمله (Bragg, 2011) با بررسی زی توده کاج تدا در آرکانزاس ایالات متحده آمریکا با استفاده از معادلات آلومتریک، میانگین زی توده این گونه در طبقات مختلف قطری را محاسبه کرد. براساس نتایج این پژوهش، میانگین زی توده درختان در طبقه قطری ۱۵ سانتی‌متر بین ۵۰ تا ۷۲ کیلوگرم، در طبقه قطری ۲۵ سانتی‌متر بین ۱۶۷ تا ۲۵۷ کیلوگرم و در طبقه قطری ۳۵ سانتی‌متر بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم برای هر درخت توسط مدل‌های مختلف محاسبه شد. همچنین (Pandey et al., 2017) با مقایسه رشد و عملکرد دو گونه جنگلکاری شده صنوبر (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) و اکالیپتوس (*Eucalyptus treticornis* Sm.) با عملکرد چهار گونه جنگلی طبیعی دریافتند که گونه جنگلکاری شده اکالیپتوس و یک گونه طبیعی (*Shorea robusta* Gaertn. f.) بهترین عملکرد را در بین گونه‌های تحت بررسی داشته‌اند. در ایران (Mohammadnejad Kiasari et al., 2010) در پژوهش

مرحله اساسی است: ۱. انتخاب گونه مناسب مطابق با شرایط خاک و اقلیم منطقه مورد نظر؛ ۲. رها نکردن طرح و پایش مداوم رشد و عملکرد جنگلکاری (Niknejad et al., 2018). در مورد انتخاب گونه، سال‌هاست که اختلاف دیدگاه بین متخصصان و صاحب‌نظران جنگل در خصوص استفاده از گونه‌های بومی و غیربومی، درصد و نوع ترکیب کاشت وجود داشته است. این اختلاف‌ها بیشتر از ماهیت درختان غیربومی وارد شده به کشور ناشی می‌شود که اغلب سوزنی‌برگ و تندرشدند و اثرهای متفاوتی بر گیاهان، خاک، موجودات زنده و در مجموع بوم‌سازگان مناطق جنگلکاری شده دارند (Rafiei Jahed et al., 2017). با این حال، رشد سریع و بازده اقتصادی زیاد و تولید الوار مناسب و باکیفیت سبب گسترش جنگلکاری با گونه‌های سوزنی‌برگ (اغلب با گونه‌های کاج) در ایران و به ویژه در شمال کشور شده است (Gorji Bahri Taheri Abkenar et al., 2018).

در زمینه پایش رشد و عملکرد جنگلکاری نیز برداشت داده‌های کمی و کیفی مرتبط با درختان و ثبت زمان‌بندی شده آنها ضرورت دارد (Rahmati et al., 2020). در مرحله بعد با بررسی روند تغییرات رویش درختان و مقایسه عملکرد گونه‌های درختی مختلف، تصمیم‌های مدیریتی مهمی چون تنک کردن یا حتی قطع یکسره درختان در زمان مناسب اخذ خواهد شد (Bragg, 2011). از جمله مهم‌ترین شاخص‌های کمی در بررسی عملکرد جنگلکاری‌ها می‌توان به رویش قطری و ارتفاعی، میانگین قطری، میانگین سطح مقطع و میانگین حجم در هکتار اشاره کرد که در کنار برخی خصوصیات کیفی درختان از جمله کیفیت تنه درخت، در بیشتر تحقیقات علوم جنگل به منظور ایجاد ذهنیتی دقیق از وضعیت رویشگاه جنگلی یا توده دست‌کاشت گزارش می‌شود (Zobeiri, 2002). از دیگر شاخص‌های مهم توصیف وضعیت پوشش گیاهی می‌توان به زی توده<sup>۱</sup> اشاره کرد (Heidari Safari Kouchi et al., 2016).

مختصات جغرافیایی  $49^{\circ} 44' 02''$  تا  $49^{\circ} 44' 08''$  طول جغرافیایی شرقی و  $37^{\circ} 04' 01''$  تا  $37^{\circ} 04' 09''$  عرض جغرافیایی شمالی از توابع استان گیلان در شمال ایران به انجام رسید (شکل ۱). میانگین بارندگی سالیانه منطقه پژوهش  $1264/5$  میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه آن  $16$  درجه سانتی‌گراد است. توده‌های تحت بررسی شامل گونه‌های توسکای قشلاقی (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn)، افرا پلت (*Acer velutinum* Boiss)، بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey) و کاج تدا (*Pinus taeda* L) بود. سطح هر یک از توده‌های جنگلکاری شده  $3/5$  هکتار، سن توده‌ها  $25$  سال و فاصله کاشت آنها  $3 \times 3$  متر بود. شیب مناطق تحت بررسی با توجه به قرار داشتن در دامنه مشابه، از  $0$  تا  $30$  درصد متغیر است. میانگین ارتفاع از سطح دریا در توده تدا  $175$  متر، در توده توسکا  $156$  متر، در توده افرا  $167$  متر و در توده بلندمازو  $171$  متر است. جهت عمومی چهار توده تحت بررسی غربی است (Fallahchai & Marvie Mohadjer, 2005). بافت خاک توده‌های تدا، افرا و بلندمازو لومی و بافت خاک توده توسکا لومی-سیلتی است. تا کنون عملیات پرورشی در این توده‌ها انجام نگرفته است. براساس اظهارات روستاییان رادارپشته و قرقبان منطقه، وجود پایه‌های کم‌قطر در توده‌های تحت بررسی به واکاری صورت‌گرفته در اوایل دهه ۹۰ توسط مردم بومی مرتبط می‌شود.

خود با مقایسه عملکرد برخی گونه‌های پهن‌برگ بومی در استان مازندران دریافتند که جنگلکاری توسکا ییلاقی از لحاظ متغیرهای کمی بهترین وضعیت را دارد و پس از آن جنگلکاری‌های پلت و بلندمازو قرار گرفتند. در پژوهشی دیگر Rezaei Taleshi & Ekhlasi (2011) رشد و عملکرد جنگلکاری‌های پانزده‌ساله توسکا را در فاصله کاشت  $3 \times 2$  متر حداکثر گزارش کردند. همچنین Rahmati et al. (2020) با مقایسه رشد و عملکرد جنگلکاری‌های بلندمازو و کاج تدا در استان گیلان دریافتند که رشد گونه کاج به شکل معنی‌داری بیشتر از گونه بلندمازو بوده است؛ درحالی که اثرهای منفی گونه کاج تدا بر خصوصیات خاک بیشتر بوده است.

با توجه به ثبت جهانی جنگل‌های شمال کشور در یونسکو و توقف بهره‌برداری از جنگل‌های شمال کشور در قالب طرح استراحت جنگل‌ها، معطوف کردن توجه پژوهش‌های علوم جنگل به موضوعات کاربردی، به‌ویژه مقوله جنگلکاری به درک صحیح‌تر پتانسیل‌های موجود در زمینه گسترش سطوح دست‌کاشت منجر خواهد شد. از این‌رو پژوهش حاضر به بررسی رشد و عملکرد چهار توده جنگلکاری‌شده در استان گیلان شامل سه گونه بومی پهن‌برگ بومی و یک گونه وارداتی کاج تدا می‌پردازد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه پژوهش

این تحقیق در جنگلکاری‌های منطقه رادارپشته به



شکل ۱- موقعیت مکانی توده‌های تحت بررسی (a: افرا پلت، b: بلندمازو، c: کاج؛ d: توسکا)

شیوه اجرای پژوهش

آماربرداری و برداشت داده

برای اجرای این پژوهش با توجه به همگن بودن توده‌های تحت بررسی، با حذف حاشیه‌ها، هشت قطعه نمونه ۴۰۰ متر مربعی (۲۰×۲۰ متر) در هر یک از توده‌ها (۳۲ قطعه نمونه برای چهار توده) با روش سیستماتیک تصادفی با توجه به سطح منطقه و تعداد قطعات نمونه، با ابعاد شبکه ۶۵×۶۵ متر اجرا و قطر، ارتفاع، قطر کوچک و بزرگ تاج همه درختان در قطعات نمونه اندازه‌گیری و ثبت شد (Attar Roshan, 2017; Rahmati et al., 2020). عمق لاشبرگ نیز با استفاده از خط‌کش در ده نقطه از قطعات نمونه با فواصل منظم اندازه‌گیری شد. همچنین کیفیت تنه درختان براساس درجه‌بندی استفاده‌شده در تحقیق

Forouzesh-Sotgavaberi et al. (2009) به سه دسته درجه ۱ (قائم و بدون دوشاخگی)، درجه ۲ (کمی خمیده و دارای دوشاخگی) و درجه ۳ (تنه پیچیده و چند شاخه) تقسیم و ثبت شد.

محاسبه شاخص‌های کمی توده

در ادامه با استفاده از روابط مندرج در جدول ۱ برخی از مهم‌ترین شاخص‌های کمی توده‌ها شامل میانگین قطر و میانگین رویش قطر و ارتفاع، سطح مقطع، حجم، سطح تاج و ضریب قدکشیدگی درختان در سطح قطعات نمونه محاسبه و به هکتار تعمیم داده شد.

در ادامه با استفاده از روابط مندرج در جدول ۲ زی‌توده روی زمینی گونه‌ها در سطح قطعات نمونه برآورد و به هکتار تعمیم داده شد.

جدول ۱- روابط به‌کاررفته در محاسبه شاخص‌های کمی درختان در توده‌ها (Zobeiri, 2002)

مشخصه	رابطه	مؤلفه‌های رابطه
میانگین ارتفاع (متر)	$\bar{h} = \sum \frac{hi}{n}$	$\bar{h}$ : میانگین ارتفاع توده، $hi$ : ارتفاع هر درخت برحسب متر، $n$ : تعداد درختان
میانگین قطر (سانتی‌متر)	$\bar{d} = \sum \frac{di}{n}$	$\bar{d}$ : میانگین قطر توده، $di$ : قطر هر درخت برحسب سانتی‌متر، $n$ : تعداد درختان
میانگین رویش قطری (سانتی‌متر)	$\bar{di} = \sum \frac{\bar{d}}{A}$	$\bar{di}$ : متوسط رویش قطری توده، $\bar{d}$ : متوسط قطر و $A$ : سن توده
میانگین رویش ارتفاعی (سانتی‌متر)	$\bar{hi} = \sum \frac{\bar{h}}{A}$	$\bar{hi}$ : متوسط رویش ارتفاعی توده، $\bar{d}$ : متوسط ارتفاع و $A$ : سن توده
میانگین سطح مقطع (متر مربع)	$G = \sum fi gi = \pi/4 \sum fi di^2$	$G$ : سطح مقطع توده به متر مربع، $gi$ : سطح مقطع هر درخت به سانتی‌متر مربع، $di$ : قطر برابر سینه هر درخت به سانتی‌متر، عدد $\pi$ برابر با ۳/۱۴
میانگین حجم (متر مکعب)	$V = \sum g * h * f$	$V$ : حجم درختان در توده $g$ : سطح مقطع، $h$ : ارتفاع درخت و $f$ ضریب شکل تنه درخت و برابر با ۰/۵
سطح تاج	$CCi = \sum \frac{\pi}{4} (CD_{1i} * CD_{2i})$	$CCi$ : سطح تاج درخت به مترمربع، $CD_{1i}$ و $CD_{2i}$ : قطرهای کوچک و بزرگ تاج درخت $i$
ضریب قدکشیدگی	$Slc = H \times 100 / dbh$	$Slc$ : ضریب قدکشیدگی، $H$ : ارتفاع کل درخت به متر و $dbh$ : قطر برابر سینه درخت به سانتی‌متر

جدول ۲- معادلات آلومتریک استفاده‌شده به منظور برآورد زی‌توده درختان

منبع	توضیحات	معادله آلومتریک	گونه درختی
(Vahedi & Jafari, 2016)	AGB: زی‌توده روی زمینی	$ABG = \text{Exp} [-2.09 + 0.86 \ln (DBH^2 \times H)]$	افرا
(Vahedi et al., 2014)	DBH: قطر برابر سینه	$ABG = 0.08 DBH^{2.52}$	بلندمازو
(Ochał, 2013)	H: ارتفاع درخت	$ABG = -3.09 + 1.32 \ln dbh$	توسکا
(Taheri Abkenar et al., 2018)	Ln: لگاریتم	$AGB = 0.413 + 0.056 (DBH^{2.43})$	تدا

## روش تحلیل

به منظور مقایسه مشخصه‌های کمی توده، بررسی نرمالیتت داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و بررسی همگنی واریانس‌ها با آزمون لون انجام گرفت. با توجه به نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها، معنی‌داری اختلاف خصوصیات مختلف توده‌های مورد بررسی با آزمون تجزیه واریانس یکطرفه بررسی شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام پذیرفت. برای مقایسه خصوصیات کیفی درختان از آزمون کروسکال-والیس و برای آنالیزهای آماری از نرم‌افزار SPSS-21 بهره گرفته شد.

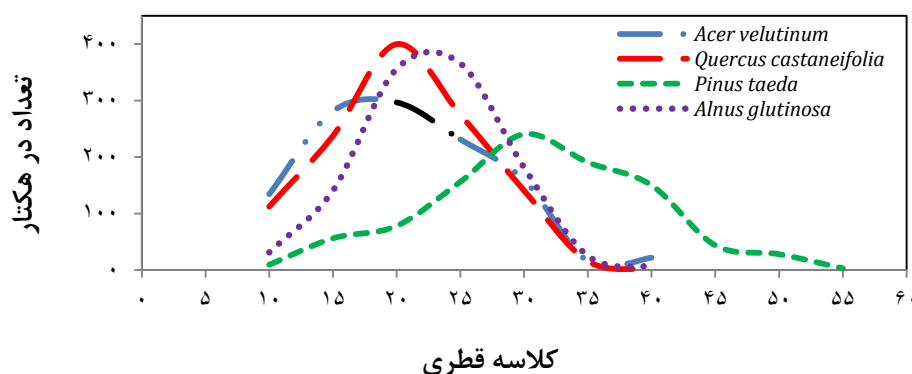
## نتایج

منحنی تعداد در هکتار درختان به تفکیک طبقات قطری در توده‌های تحت بررسی در شکل ۲ خلاصه شده است. با توجه به این نمودار، جنگلکاری‌های صورت گرفته با سه گونه پهن‌برگ افرا، بلندمازو و توسکا رشد قطری مشابهی داشته‌اند (۱۰ تا ۳۵

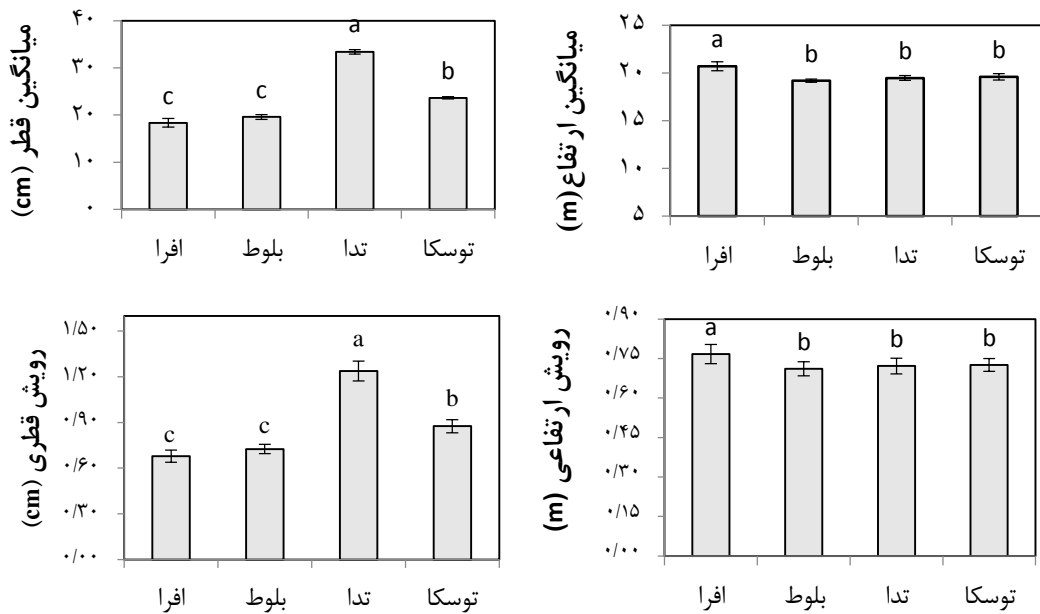
سانتی‌متر)؛ درحالی که گونه سوزنی‌برگ کاج تدا رشد بیشتری نسبت به گونه‌های پهن‌برگ داشته و قطر درختان در این توده به ۵۵ سانتی‌متر نیز رسیده است.

نتایج آزمون تجزیه واریانس، اختلاف میانگین‌های قطر (\*\*/0.001 sig=)، ارتفاع (\*0.041 sig=)، رویش قطری (\*\*/0.000 sig=)، رویش ارتفاعی (\*0.039 sig=)، تنه بدون شاخه (\*0.02 sig=)، ضریب قد کشیدگی (\*\*/0.000 sig=)، سطح مقطع (\*\*/0.000 sig=)، حجم (\*\*/0.000 sig=)، درصد تاج‌پوشش (\*0.13 sig=)، ضخامت لاشبرگ (\*\*/0.000 sig=) و زی‌توده (\*\*/0.000 sig=) را معنی‌دار نشان داد (\* معنی‌داری در سطح 0.05 و \*\* معنی‌داری در سطح 0.01).

براساس نتایج آزمون دانکن، بیشترین میانگین و رویش قطری مربوط به گونه کاج تدا و سپس توسکا و بیشترین میانگین و رشد ارتفاعی نیز به توده افرا مربوط است، درحالی که سه گونه دیگر از نظر ارتفاع اختلاف معنی‌داری ندارند (شکل ۳).



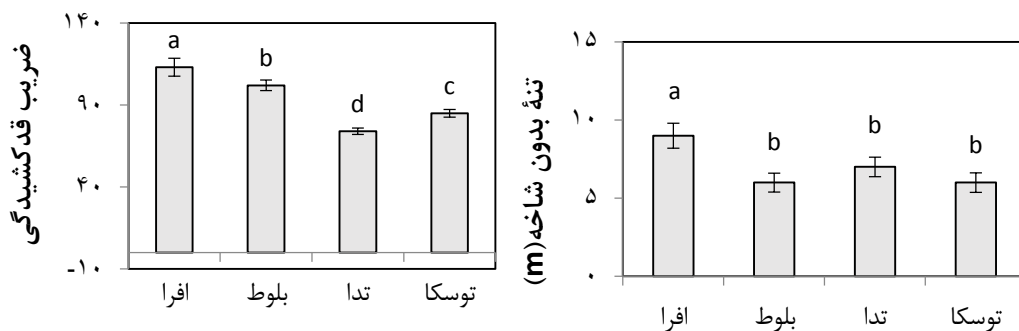
شکل ۲- منحنی پراکنش در طبقات قطری توده‌ها



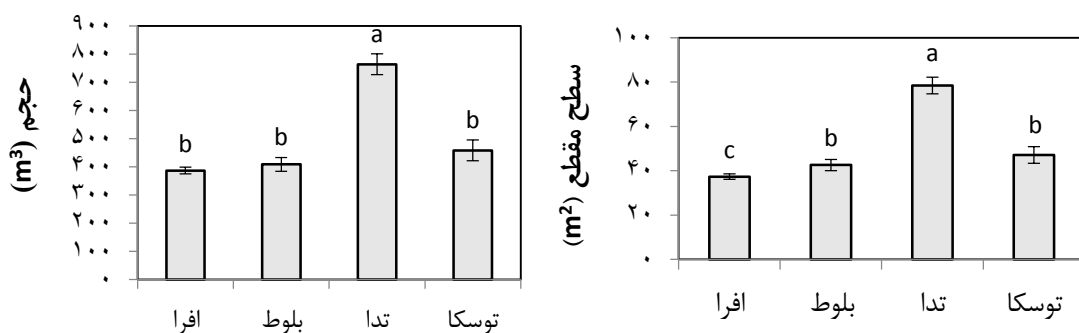
شکل ۳- میانگین قطر، میانگین ارتفاع، رویش قطری و رویش ارتفاعی درختان در توده‌ها

گونه کاج تدا و کمترین سطح مقطع به گونه افرا تعلق دارد. در مورد حجم نیز بیشترین حجم معادل ۷۶۳/۹۸ متر مکعب در هکتار مربوط به توده کاج تدا است. بقیه توده‌ها از نظر تولید حجمی اختلاف معنی داری ندارند (شکل ۵).

براساس یافته‌ها، بیشترین مقدار طول تنه بدون شاخه به ترتیب مربوط به گونه افرا و کاج تدا و بیشترین ضریب قدکشیدگی مربوط به درختان افرا و بلندمازو است (شکل ۴).  
بیشترین سطح مقطع با ۸۰ متر مربع در هکتار به



شکل ۴- ضریب قدکشیدگی و طول تنه بدون شاخه درختان در چهار توده بررسی شده



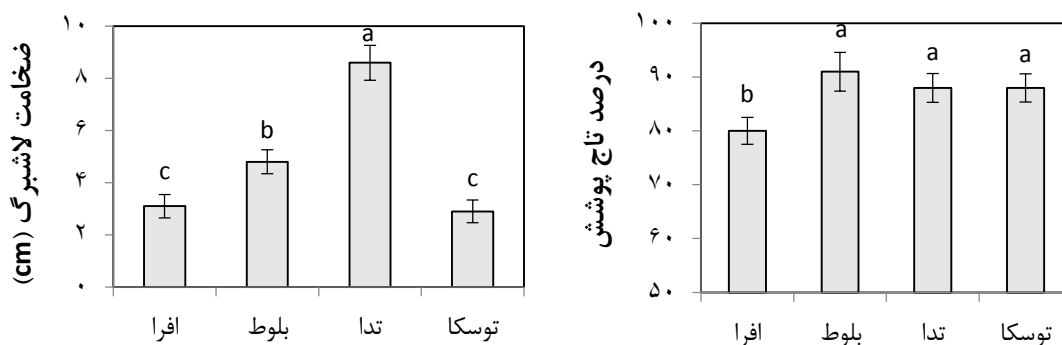
شکل ۵- میانگین سطح مقطع و حجم در هکتار در چهار توده بررسی شده

توده کاج تدا و سپس گونه‌های توسکا و بلندمازو متعلق است و توده افرا با حدود ۴۰۰ تن در هکتار کمترین مقدار زی توده را دارد (شکل ۷).

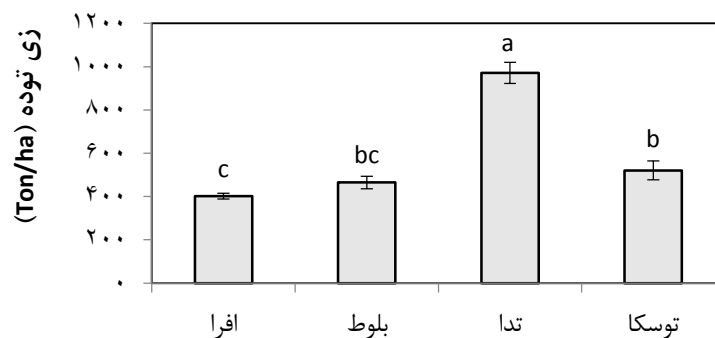
دسته‌بندی درختان به تفکیک درجات کیفی تنه در چهار توده بررسی شده نشان داد که گونه کاج تدا بیشترین درصد درختان درجه یک را دارد و درختان توسکا از نظر کیفیت تنه نسبت به سه توده دیگر وضعیت نامناسب‌تری دارند (جدول ۳).

میانگین درصد تاج‌پوشش و ضخامت لاشبرگ درختان در چهار توده یادشده در شکل ۶ خلاصه شده است. بر این اساس، کمترین درصد تاج‌پوشش درختان به توده افرا تعلق دارد و سه توده دیگر از این نظر اختلاف معنی‌داری ندارند. بیشترین ضخامت لاشبرگ نیز در توده کاج تدا و کمترین آن در توده توسکا مشاهده شد.

براساس نتایج، بیشترین زی توده روی زمینی در بین گونه‌های مورد بررسی با ۹۷۱/۵ تن در هکتار به



شکل ۶- میانگین درصد تاج‌پوشش و ضخامت لاشبرگ درختان در چهار توده بررسی شده



شکل ۷- میانگین زی توده درختان در چهار توده بررسی شده

جدول ۳- دسته‌بندی درختان در توده‌های مختلف براساس درجات کیفی تنه با آزمون کروسکال- والیس

گونه	کیفیت تنه		
	درجه ۱ (%)	درجه ۲ (%)	درجه ۳ (%)
افرا	۷۷ <sup>b</sup>	۱۷ <sup>a</sup>	۶ <sup>b</sup>
بلندمازو	۷۶ <sup>b</sup>	۱۵ <sup>ab</sup>	۹ <sup>b</sup>
توسکا	۶۹ <sup>c</sup>	۱۷ <sup>ab</sup>	۱۴ <sup>a</sup>
تدا	۹۲ <sup>a</sup>	۵ <sup>b</sup>	۳ <sup>c</sup>

حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌هاست.

## بحث

2008). دلیل رشد ارتفاعی بیشتر گونه افرا نیز تندرشدی این گونه و تلاش آن برای دسترسی به نور کافی است. همین موضوع موجب افزایش طول تنه بدون شاخه گونه افرا نیز شده است. ارتفاع بیشتر در کنار محدود بودن رشد قطر، موجب کاهش ضریب قدکشیدگی گونه افرا شده است. این گونه با توجه به اینکه ضریب قدکشیدگی بیشتر از ۱۰۰ دارد، در محدوده ناپایدار قرار می‌گیرد و امکان آسیب‌دیدگی این توده در بادهای شدید و برف وجود دارد (Mohammadi Limaei et al., 2013). همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بیشترین سطح مقطع و حجم درختان در بین توده‌های بررسی‌شده مربوط به توده کاج تدا است. با توجه به اثرپذیری مستقیم سطح مقطع و حجم درختان از رویش قطری و نیز اختلاف ارتفاعی محدود چهار گونه، بیشتر بودن حجم درختان کاج در اثر رشد قطری بیشتر این گونه حاصل شده است که با پژوهش (Rahmati et al., 2020) نیز مطابقت دارد. در مورد درصد تاج‌پوشش، به‌جز توده افرا سه توده دیگر اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و هر چهار توده در مجموع تاج‌پوشش انبوهی دارند. با این حال ضخامت لاشبرگ گونه کاج تدا به شکل معنی‌داری بیشتر از توده‌های پهن‌برگ است که دلیل اصلی آن اسیدیتته زیاد و وجود ترکیبات پیچیده در لاشبرگ این گونه و سخت‌تجزیه‌پذیر بودن آن است (Mohammadnejad Kiasari et al., 2007). گونه بلندمازو نیز در بین پهن‌برگان بررسی‌شده دارای کمترین نرخ تجزیه‌پذیری است و بیشترین ضخامت لاشبرگ نیز به این گونه اختصاص یافته است (Marvie Mohadjer, 2011).

بیشترین مقدار زی‌توده روی زمینی در بین درختان بررسی‌شده به گونه تندرشد کاج تدا مربوط است. این درختان با جذب بیشتر دی‌اکسید کربن در مقایسه با توده‌های پهن‌برگ زی‌توده بیشتری را نسبت به این گونه‌ها ایجاد می‌کنند و در ارزش‌گذاری از نظر کنترل آلاینده‌گی هوا بالاتر از سه گونه دیگر قرار

براساس نتایج پژوهش حاضر، بیشترین میانگین قطر و رویش قطری به توده کاج تدا تعلق دارد. براساس پژوهش‌های مختلف در مورد رشد گونه‌های درختی، اغلب گونه‌های سوزنی‌برگ رویش سالانه و رشد بیشتری نسبت به گونه‌های پهن‌برگ دارند (et al., 2020; Khorankeh et al., 2013). پس از گونه کاج، بیشترین رشد قطری در گونه توسکا دیده شد. گونه نورپسند توسکا در سال‌های نخست رشد، ضمن بهره‌گیری از همه پتانسیل موجود در خاک و نیز امکان همزیستی با جدایه‌های فرانکیا، به‌خوبی رشد می‌کند و قطر می‌گیرد (Motaghikhah et al., 2021). با توجه به رویش قطری بیشتر گونه‌های تدا و توسکا، حضور پایه‌های کم‌قطر در توده بلندمازو و افرا را می‌توان به رویش کمتر و نیز واکاری صورت‌گرفته توسط بومیان که در بخش مواد و روش‌ها به آن اشاره شده است مربوط دانست. همچنین رویش قطری افرا و بلندمازو نسبت به گونه‌های توسکا و تدا کمتر برآورد شد. با توجه به نتایج پژوهش‌های مشابه رشد گونه بلندمازو متعادل بوده است (Rahmati et al., 2020). در پژوهش (Rouhi Moghaddam et al., 2009) ویژگی‌های رویشی بلندمازو در جنگلکاری‌های شانزده‌ساله خالص و آمیخته چمستان مازندران بررسی شد. آنها رویش قطری و روی زمینی این گونه را در حدود یک‌سوم پژوهش حاضر برآورد کردند. دلیل این اختلاف، جوان‌تر بودن توده تحت بررسی و تراکم کاشت بیشتر درختان در پژوهش آنها بوده است. با این حال محدود بودن رشد قطری افرا پلت را می‌توان به شرایط نامناسب خاک از نظر عمق و حاصلخیزی آن مرتبط دانست. در پژوهش (Moshki et al., 2019) نیز برآورد حجم توده‌های جنگلکاری هجده‌ساله افرا پلت نشان داد که این گونه در مقایسه با گونه گیلاس وحشی رشد حجمی کمتری (۱۲ متر مکعب در هکتار) در مدت زمان مشابه داشته است که دلیل آن را ضعف حاصلخیزی خاک دانستند. (Yosef-zadeh et al., )



این درختان دارای تنه‌های مرغوب و با درجه کیفی یک هستند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. درحالی که وضعیت کیفی تنه درختان پهن‌برگ اغلب تحت تأثیر شرایط فیزیوگرافی و اقلیمی از جمله شیب، جهت و شدت نور قرار داشته و در مناطق مختلف شرایط متفاوتی دارد (Mosayeb Neghad, 2007).

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش از میان چهار گونه بررسی‌شده، گونه کاج تدا بیشترین رشد و عملکرد و کیفیت تنه را دارد که از نظر اغلب استانداردهای مدنظر برای جنگلکاری دارای وضعیت قابل قبولی است. این رشد مطلوب و زی‌توده زیاد از نظر زیست‌محیطی نیز به‌منظور تلطیف هوا حائز اهمیت است. با توجه به استقرار مناسب کاج تدا در منطقه پژوهش و مقاومت آن به آفات و بیماری‌ها، تنها ضعف این گونه ضخامت زیاد لاشبرگ و تأثیر آن بر اسیدیت خاک است که با کاشت این گونه به‌صورت کنترل‌شده در اراضی غیرجنگلی می‌توان از اثرگذاری منفی این گونه بر بوم‌سازگان هیرکانی پیشگیری کرد. همچنین با کاشت آمیخته کاج تدا با برخی گونه‌های پهن‌برگ بومی، می‌توان افزایش تجزیه لاشبرگ این گونه را افزایش داد که به پژوهش جداگانه نیاز دارد. پس از کاج تدا گونه‌های پهن‌برگ و بومی بلندمازو و توسکا از نظر عملکرد وضعیت مشابهی را نشان دادند، اما با توجه به کیفیت بهتر تنه، گونه بلندمازو برای جنگلکاری در دوره‌های بلندمدت اولویت خواهد داشت؛ چراکه گونه بلندمازو در سال‌های نخستین رشد دارای اعوجاج واضحی در تنه است که به مرور زمان و با افزایش سال‌های کاشت اصلاح خواهد شد.

### سپاسگزاری

نگارندگان مقاله نهایت تشکر خود را از آقای دکتر ابوذر حیدری صفری کوچی بابت همکاری دلسوزانه و زحمات ارزنده در مراحل مختلف این پژوهش ابراز می‌دارند و برای ایشان آرزوی توفیق دارند.

می‌گیرند. از این‌رو گونه‌های سوزنی‌برگ در کنار رویش حجمی زیاد، اثرهای زیست‌محیطی مطلوبی نیز از نظر کاهش آلاینده‌گی هوا بر جای می‌گذارند (Taheri Abkenar et al., 2018). البته این جنبه‌های مطلوب اغلب توسط ایراداتی چون اثر نامطلوب بر کیفیت خاک کم‌رنگ می‌شود که باید در کشت وسیع این گونه مدنظر قرار گیرد (Marvie Mohadjer, 2011). پس از گونه کاج تدا، گونه‌های پهن‌برگ توسکا و بلندمازو و در نهایت افرا به‌ترتیب بیشترین زی‌توده را در بین گونه‌های بررسی‌شده داشته‌اند. Mohammadnejad Kiasari et al. (2010) نیز در پژوهش خود با مقایسه عملکرد برخی گونه‌های پهن‌برگ بومی در استان مازندران دریافتند که جنگلکاری توسکای بیلاقی از لحاظ متغیرهای کمی بهترین وضعیت را دارد و پس از آن جنگلکاری‌های بلندمازو و پلت قرار گرفتند که این یافته با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

دسته‌بندی درختان به تفکیک درجات کیفی تنه در چهار توده یادشده نشان داد که گونه کاج تدا بیشترین درصد درختان درجه یک را دارد و درختان توسکا از نظر کیفیت تنه از سه توده دیگر وضعیت نامناسب‌تری دارند. هرچند کیفیت تنه درختان توسکا در مجموع خوب ارزیابی می‌شود (Azaryan et al., 2015). با توجه به نورپسند بودن درختان توسکا و بلندمازو دوشاخگی و چندشاخگی و اعوجاج تنه در این درختان در پلات‌های کم‌تراکم محتمل است (Azaryan et al., 2015). با وجود این، با توجه به تراکم مناسب در جنگلکاری این بدشکلی در تنه این درختان محدود است. اما در مورد درختان کاج تدا که در توده‌های پرتراکم، تنه‌ای قائم و صاف را تشکیل می‌دهند و احتمال دوشاخگی و چنگالی شدن آنان اندک است، بیشترین درختان درجه یک مشاهده می‌شود (Mohammadnejad Kiasari et al., 2007; Taheri abkenar et al., 2018). در پژوهش Charkazi et al. (2017) نیز بررسی کیفیت تنه درختان کاج بروسیا نشان داد که نزدیک به ۹۰ درصد

## References

- Attar Roshan, S. (2017). Evaluation of exclosure effect on ecological groups and plant species diversity in Tang-e-pol *Ziziphus spina-christii* forest reserve in the Masjed Solieman. *Plant Ecosystem Conversation*, 5(10), 197-211.
- Azaryan, M., Marvie Mohadjer, M.R., Etemaad, V., Shirvany A., & Sadeghi, S.M.M. (2015). Morphological characteristics of old trees in Hyrcanian forest (Case study: Pattom and Namkhaneh districts, Kheyroud). *Forest and Wood Products*, 68(1), 48-59.
- Bragg, D.C. (2011). Modeling Loblolly Pine Aboveground Live Biomass in a Mature Pine-hardwood Stand: A Cautionary Tale. *Journal of the Arkansas Academy of Science*, 65, 31-38.
- Charkazi, A., amiri, M., Ravanbakhsh, H., & Moghadasi, D. (2017). Examination of Quantitative and Qualitative Characteristics of *Cupressus Sempervirens* Var. *horizontalis* and *Pinus brutia* in Plantation Forests in the Ramian, Golestan Province. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 23(1), 11-20.
- Fallahchai, M.M., & Marvie Mohadjer., M.R. (2005). Ecological Role of Altitude in Diversity of Tree Species in Siahkal Forests, North of IRAN. *Iranian Journal of Natural Resources*, 58(1), 89-100.
- Forouzesh-Sotgavaberi, R., Ahmadi, M., Etemad, V., & Saeidi, H. (2009). Investigation on quantitative and qualitative characteristics of 19-years old plantation of Caucasian alder (*Alnus subcordata*) in Siahkal region. *Iranian Journal of Forest*, 1(2), 137-150.
- Gorji Bahri, Y., Hemati, A., & Mahdavi, R. (2007). Effects of thinning intensities on Loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation in Guilan province (Iran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(3), 232-217.
- Hassangholipour, H., Bonyad, A., Torkman, J., & Amanzadeh, B. (2017). Estimating biomass of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) using allometric equations (Case study: plantations of Chobar-Shaft, Guilan). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(4), 646-655.
- Heidari Safari Kouchi, A., Rostami Shahraji, T., Iranmanesh, Y., & Moradianfard, F. (2016). Comparison of product, biomass and kinds of wood consumption of white poplar (*Populus alba* L.) in four plant spacing, *Iranian Journal of Forest*, 8(2), 141-152.
- Heidari Safari Kouchi, A., Moradian Fard, F., Rostami Shahraji, T., & Iran manesh, Y. (2017). Biomass and carbon allocation of 10-years-old poplar (*Populous alba* L.) plantations of west Iran. *Forest Research*, 6(2), 1-13.
- Iranmanesh, Y., Sohrabi, H., Sagheb-Talebi, KH., Hosseini., S.M., & Heidari Safari Kouchi, A. (2019). Biomass, Biomass Expansion Factor (BEF) and Carbon Stock for Brant's Oak (*Quercus brantii* Lindl.) Forests in West-Iran. *Annals of Silvicultural Research* 43(1), 15-22.
- Khalili, A., Mataji, A., Sagheb Talebi, K., & Hodjati, S. (2021). Changes in wood density, biomass, and carbon and nitrogen storage of Beech and Hornbeam CWD based on different decay grade in Khairud forest of Nowshahr, *Iranian Journal of Forest*, 12(4), 557-575.
- Khorankeh, S., Sardabi, H., & Espahbodi, K. (2013). Investigation on growth and performance of three exotic softwood species on eastern Caspian Sea littoral of Iran (case study: Zaghmarz Experimental Station, Mazandaran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(3), 542-556.
- Marvie Mohadjer, M.R. (2011). *Silviculture*, Tehran, University of Tehran Press. 400 p.
- Mohammadi Limaiei, S., Bahramabadi, Z., Rostami Shahraje, T., Adibnegad, M., & Mosavi Koupar, S.A. (2013). Determination of economically optimal rotation age of *Populus deltoides* in Guilan Province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(1), 63-75.
- Mohammadnejad Kiasari, S., Sagheb-Talebi, K., Rahmani, R., Adeli, E., Jafari, B., & Jafarzadeh, H. (2010). Quantitative and qualitative evaluation of plantations and natural forest at Darabkola, east of Mazandaran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(3), 351-337.

- Mohammadnejad Kiasari, Sh., Sardabi, H., Mousavi, S.A., Dehbandi, A., Borhani A., & Ghasemi, S. (2007). Seedling production of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) in eastern Mazandaran (Passand Research Station-northern Iran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(1), 65-75.
- Mosayeb Neghad, I., Rostami Shahraji, T., Kahneh, E., & Porbabaii, H. (2007). Evaluation of native broadleaved forest plantations in east of Guilan province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(4), 319-311.
- Moshki, A., amiri, M., Mollashahi, M., Hooshmand, A., & Kianian, M. (2019). Soil and silvicultural characteristics in plantations of *Prunus avium* L. and *Acer velutinum* Boiss. in the west forest of Mazandaran. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 26(1), 37-48.
- Motaghikhah, K., Salehi, A., Kahneh, E., & Heidari Safari Kouchi, A. (2021). Comparing the effect of *Frankia nodules* and urea fertilizer on biomass and amount of nutrients of alder saplings. *Forest and Wood Products*, 73(4), 417-425.
- Niknejad, M., Fallah, A., & Mohammadi Limaiei, S. (2018). Sustainable development of reforestation using goal programing and fuzzy- AHP. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 26(2), 256-263.
- Ochał, W. (2013). *The above-ground biomass of trees in young black alder (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) stands*. Acta Agrar. Silvestria Ser. Silvestris 2013, 51, 75-89, (In Polish, English Summary).
- Pandey, R., Kumar, S., Harrison, S., & Yadav, V. (2017). Mitigation potential of important farm and forest trees: a potentiality for clean development mechanism, Afforestation reforestation (CDMA R) project and reducing emissions from reforestation and degradation, along with conservation and enhancement of carbon stocks (REDD+). *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 21, 225-232.
- Rafiei Jahed, R., Fakhari, M.A., Eslamdoust, J., Fashat, M., Kooch, Y., & Hosseini, S.M. (2017). Restoration of degraded forest using native and exotic species: Investigation on soil productivity and stand quality (Case study: Chamestan, Mazandaran province). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(3), 483-494.
- Rahmati, H., Rostami Shahraji, T., Salehi, A., & Heidari Safari Kouchi A. (2020). Comparison of Quantitative, Qualitative and Soil of Chestnut-leaved Oak and Loblolly Pine plantations of Shen-Rood Watershed No: 25 of Guilan Province. *Iranian Journal of Forest Ecology*, 8(15), 104-114.
- Rezaei Taleshi, S., & Ekhlasi, G. (2011). Evaluation of spacing impact on quantitative and qualitative characteristics of Alder (*Alnus subcordata* C. A. Meyer) plantation. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(3), 420-408.
- Rouhi Moghaddam, E., Ebrahimi, E., Hosseini, S., Rahmani, A., & Tabari, M. (2009). Comparison of growth characteristics of oak in pure and mixed plantations. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(2), 224-210.
- Taheri Abkenar, K., Heidari Safari Kouchi, A., Dehghanzad, S., Mostahsanpour, S., & Moradianfard, F. (2018). Estimation of carbon emissions from loblolly pine (*Pinus taeda* L.) forest plantations using Allometric equations. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 16(1), 88-101.
- Vahedi, A., & Jafari, M. (2016). Comparison of artificial neural network and allometric equations associated with modeling bole biomass of maple trees (*Acer velutinum* Bioss.) in the Hyrcanian forests. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 23(4), 111-132.
- Vahedi, A.A., Mataji, A., Babayi-Kafaki1, S., Eshaghi-Rad, J., Hodjati, S.M., & Djomo, A. (2014). Allometric equations for predicting aboveground biomass of beech-hornbeam stands in the Hyrcanian forests of Iran. *Journal of Forest Science*, 60, 236-247.
- Yosef-zadeh, H., Tabari, M., Spahbodi, K., & Jalali, G. (2008). Anticipation of Caucasian Maple (*Acer velutinum* Boiss) Seedling Growth Based on Leaf Characteristics. *Water and Soil Science*, 12(44), 291-298.
- Zobeiri, M. (2002). *Forest Biometry*. Tehran: Tehran University Pres, 424 p.



*Research Article*

## **Evaluation of 25-year-old afforestation's of loblolly pine, black alder, velvet maple and chestnut leaved oak in Radar Poshteh area of Guilan province**

**A. Ebrahimi Ashbella<sup>1</sup>, M.M. Fallahchai<sup>2\*</sup>, A. Salehi<sup>3</sup>, and A.A. Soltani Tolarood<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Ph.D. Student of Forestry, Dept. of Forestry, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, I. R. Iran

<sup>2</sup> Associate Prof., Dept. of Forestry, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, I. R. Iran

<sup>3</sup> Associate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, I. R. Iran

<sup>4</sup> Associate Prof., Dept. of Soil Science Engineering Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardebili, Ardebili, I. R. Iran

(Received: 25 April 2021; Accepted: 29 June 2021)

### **Abstract**

Afforestation is one of the most important tools in creating green cover and providing wood supply. The aim of current study was to investigate the growth and performance of 25-year-old afforestation's in the Radar-Poshteh region of Guilan province. In this study, eight sample plots of 400 square meters in four 3.5-hectare stands of maple, black alder, chestnut leaved oak and loblolly pine were executed by randomized systematic method and within each sample plot, diameter, height, trunk length without branches, large and small diameter of the crown were measured. Litter depth was also measured at ten points in the sample plots with a ruler. Also, the quality of tree trunks was divided into three categories: grade 1, 2 and 3. Using the collected data, the most important quantitative and qualitative indicators of the four stands were extracted and statistically compared. Also, the biomass of the trees was estimated using the reported allometric equations for the studied species. Based on the results, the highest average diameter (33.42 cm), diameter growth (1.23 cm), highest basal area (78.43 m<sup>2</sup>/ha), volume (763.98 m<sup>3</sup>/ha), biomass (971.5 ton/ha), grade 1 trunks (92%), litter thickness (8.6 cm) and the lowest height form factor (0.78) were obtained for loblolly pine stand. Among the native broadleaf species, the highest volume and biomass were calculated with 458 m<sup>3</sup> and 520.75 ton/ha for alder species, respectively. Therefore, loblolly pine due to its high production (Controlled in non-forest lands) and chestnut leaved oak due to its high yield along with the production of high quality timbers are recommended for afforestation in Guilan province.

**Keywords:** Maple, Chestnut-leaved oak, Alder, Volume, Biomass.