



تعیین جدول حجم مناسب برای کاج تدا (*Pinus taeda*) در شمال ایران

• امیراسلام بنیاد، استادیار گروه جنگلداری دانشگاه گیلان
• سلیمه رحیم‌نژاد، دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۸۲ تاریخ پذیرش: مهر ماه ۱۳۸۳

Email: bonyadd@yahoo.com

چکیده

کاج تدا در شمال ایران با اهداف تولید چوب، مسایل زیست محیطی و غنی سازی گونه ای کاشته شده است. جمع آوری اطلاعات، تشکیل بانک اطلاعاتی و انجام انواع تحقیق در سنین مختلف به منظور مقایسه، قضاوت و تصمیم گیری بر روی این گونه خارجی لازم است. اکثر فعالیت های فنی و برنامه ریزی نیاز به حجم یابی توده ها با استفاده از جدول حجم دقیق دارد. در این بررسی جدول حجم یک عامله کاج تدا بر مبنای مدل پیشنهادی Hohenadl-Kernn با ضریب همبستگی $r=0.9591$ و دو عامله بر مبنای مدل پیشنهادی W. H. Meyer با ضریب همبستگی $r=0.9826$ تهیه شده است. برای این منظور تعداد ۱۵۰ اصله درخت بر اساس طبقات قطری در منطقه لاکان انتخاب و اندازه گیری شده است. جداول تهیه شده با اندازه گیری بر روی ۱۲ اصله درخت مورد ارزیابی قرار گرفت که درصد دقت آن برای جدول یک و دو عامله نسبت به حجم واقعی به ترتیب $3/53$ و $1/76$ درصد است. برای بررسی بیشتر بر روی دقت جداول تهیه شده، آزمون همگنی واریانس ها و مقایسه میانگین های مربوط به حجم برآوردی V_1 و V_2 با حجم حقیقی V_r صورت گرفته است. نتیجه این آزمون ها نشان می دهند که واریانس ها در سطح $\alpha = 0/01$ همگن و میانگین های برآوردی هر دو جدول حجم با میانگین حجم حقیقی V_r نیز در سطح $\alpha = 0/01$ اختلاف معنی داری ندارند. این نتایج نشان می دهند که جداول تهیه شده از درجه اعتبار خوبی بر خودار بوده و قابل استفاده در امور اجرایی و تحقیقی هستند.

کلمات کلیدی: کاج تدا، جدول حجم یک عامله، جدول حجم دو عامله، درخت، لاکان

Pajouhesh & Sazandegi No 66 pp: 84-88

Volume table estimation for loblolly pine (*Pinus taeda*) in the north of Iran

By: A.S.Bonyad, Assistant Professor of Guilan University., S. Rahimnejad, MSc Student of Guilan University.

The Loblolly pine (*Pinus taeda*) is one of the exotic and main species which is planted in the Gilan province. In total 150 sample units were collected from the *Pinus taeda* stands in the Lakan area. The Hohenadl-Kernn's regression model with $r = 0.9591$ is used to produce one factor volume table of the *Pinus taeda*. The W. H. Meyer's model with $r = 0.9826$ is used to produce two factors volume table of the *Pinus taeda* in the north of Iran. These tables are evaluated using 12 trees in the study area. The accuracy of these models are 3.53 and 1.53 percent. Null hypothesis are carried out to test the equality of variance and mean of estimated (V_1, V_2) and real (V_r) volumes of the measured trees. The null hypothesis are not rejected at the level of $\alpha=0.01$. It means, the estimated and real volume of the measured trees are not significantly different in this study.

Keywords: *Pinus taeda*, One factor volume table, Two factors volume table, Tree, Lakan

مقدمه

جنگل‌های شمال ایران، از نظر اقتصادی قطب تولید چوب به حساب می‌آیند. یکی از مولفه‌های اصلی در مدیریت این جنگل‌ها حفظ تنوع و غنی‌سازی گونه‌ای آن است. این مناطق از نظر عامل اکولوژیک ارتفاع به سه منطقه: پایین بند، میان بند و بالابند تقسیم می‌گردند. در مناطق پایین بند، کاج تدا (*Pinus taeda*) و الیوتی (*Pinus elliotii*) بعنوان دو گونه اصلی خارجی (Exotic species) در سطح قابل توجه‌ای جنگلکاری شده است. کاج تدا در مناطق مختلف استان گیلان از جمله: لاکان، سراوان، تالش، سیاهکل، لاهیجان، رودسر و مناطق مختلف مازندران با هدف تولید چوب، مسایل زیست محیطی و غنی‌سازی گونه‌ای کاشته شده است (۶). این گونه در مقایسه با رویشگاه اصلی (قسمت‌های جنوبی ایالت متحده آمریکا) تاکنون عملکرد خوبی نشان داده است (۸، ۹). امروزه طرح و برنامه‌ریزی مربوط به عملیات پرورشی و برداشت چوب بر روی این گونه صورت می‌گیرد. جمع‌آوری اطلاعات، تشکیل بانک اطلاعاتی و انجام انواع تحقیق به منظور مقایسه و تصمیم‌گیری در حال حاضر و آینده بر روی آن لازم بنظر می‌رسد. اکثر این فعالیتها، نیاز به حجم یابی توده‌ها با استفاده از جدول حجم دقیق دارد. هدف از این مطالعه، بررسی روابط و معادلات مربوط به حجم یابی و تعیین مناسبترین آنها برای برآورد حجم گونه تدا در شمال ایران است.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل جنگلکاری لاکان واقع در استان گیلان است. مساحت آن ۴۶۰/۳۵ هکتار و شامل ۱۰ پارسل است. جهت جغرافیایی شمال شرقی، ارتفاع متوسط از سطح دریا ۳۰ متر و شیب آن بین ۴ تا ۶ درصد متغیر است. زمینهای این منطقه از آبرفت‌های آلوویال (Aluvial) دوران چهارم زمین‌شناسی (Quaternary) تشکیل شده است (۴). زمینهای مذکور مسطح بوده و عمق خاک در آنها زیاد است. بافت خاک در سطح، لومی تا لومی رسی و در عمق شنی رسی تا رسی است. میزان نفوذ پذیری خاک ضعیف و pH آن بین ۵ تا ۶/۵ و حساس به فرسایش است. اقلیم منطقه مرطوب، معتدل و رطوبت نسبی آن بین ۷۶ تا ۸۵ درصد در نوسان است (۵).

روش مطالعه

برای محاسبه و تهیه جداول حجم، نیاز به قطع و اندازه‌گیری حجم، تعدادی از درخت برای هر گونه است. در این بررسی تعداد ۱۵۰ اصله کاج تدا بر اساس طبقات قطری از بین درختان نشانه‌گذاری شده توسط سازمان اجرایی در منطقه لاکان انتخاب و اندازه‌گیری شده است. اندازه‌گیری صحرائی در دو مرحله، قبل از قطع (درخت سرپا) و بعد از قطع درخت صورت گرفته است. متغیرها مورد اندازه‌گیری به شرح زیر است:

- قطر برابر سینه تا دقت سانتی متر
- ارتفاع کامل درخت تا دقت دسی متر
- قطر یقه تا دقت سانتی متر

- ارتفاع کنده تا دقت سانتی متر

- طول درخت

- قطر درخت در محل‌های ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۹ ارتفاع تا

دقت سانتی‌متر

- قطر قطعات در محل‌ها ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ متری در امتداد طول

تنه درخت

معادلات زیر که توسط محققین مختلف برای تشکیل جداول حجم یک عامله و دو عامله ارایه گردیده است، مورد ارزیابی و مناسب‌ترین آنها از نظر دقت انتخاب گردید (۳، ۹، ۱۰).

$$V = a_0 + a_1 d + a_2 d^2 \quad \text{Hohenadl- Kernn Eq. 1}$$

$$V = ad^a \quad \text{Berkhaut Eq. 2}$$

$$V = a(d^2 h)^b \quad \text{Eq. 3}$$

$$V = a_0 + a_1 (d^2 h) \quad \text{Loetsh Eq. 4}$$

$$V = a_0 + a_1 d^2 + a_2 d^2 h + a_3 h^2 + a_4 dh^2 \quad \text{Naeland Eq. 5}$$

$$V = b_0 + b_1 d^2 + b_2 dh + b_3 d^2 + b_4 h + b_5 d^2 h \quad \text{Spurr Eq. 6}$$

$$V = a_0 + a_1 d + a_2 dh + a_3 d^2 + a_4 d^2 h \quad \text{W. H. meyer Eq. 7}$$

$$\log V = a_1 + b_2 \log d + c \log h \quad \text{Schumacher and Hall Eq. 8}$$

نتایج

برای ارزیابی مدل‌های ارایه شده Eq. ۱، Eq. ۲، ... و Eq. ۸ و تعیین مناسب‌ترین آن‌ها از پارامتر ضریب همبستگی استفاده شده است. برای تهیه جدول حجم یک عامله از مدلها Eq. ۱ و Eq. ۲ استفاده گردید. در این دو معادله ضریب همبستگی بین متغیر قطر برابر سینه d_i و حجم v_i ۱۵۰ اصله درخت به ترتیب $r=0/9590$ و $r=0/9139$ می‌باشد. بنابراین از رابط مربوط به Eq. ۱ (Hohenadl- Kernn) بدلیل بیشتر بودن میزان ضریب همبستگی برای تهیه جدول حجم یک عامله کاج تدا به شرح زیر استفاده گردید:

$$V = -0/051244622 + 0/285105973 \times 0/25 + 6/898088624d^2 \quad \text{Eq. 1}$$

$$R^2 = 0/91973^{**}$$

واحد اجزای این رابطه به شرح زیر است:

حجم درخت بر حسب متر مکعب $V =$

قطر درخت بر حسب متر $d =$

ضریب تعیین $R^2 =$

برای استفاده از رابطه فوق یک مثال عددی می زنیم. اگر قطر درخت ۲۵ سانتی متر باشد حجم آن طبق رابطه Eq. ۱ برابر با ۰/۴۵۱ متر مکعب خواهد بود:

$$V = -0.051244622 + 0.285105973 \times 0.25 + 6/898.088624 \times (0.25)^2$$

$$V = 0.451 \text{ متر مکعب}$$

در جدول حجم یک عامله کاج تدا (جدول شماره یک) اعداد مربوط به طبقات مشخص کننده میانه طبقات هستند. برای ارزیابی و تعیین میزان دقت جدول حجم تهیه شده (مدل Eq. ۱) تعداد ۱۲ اصله کاج تدا مجدداً در منطقه مورد بررسی بطور تصادفی انتخاب و اندازه گیری گردید. انتخاب ۱۲ اصله درخت برای ارزیابی و تعیین میزان دقت جدول حجم تهیه شده به دلیل وقت و امکانات بررسی است. بعد از قطع این درختان حجم حقیقی V_r از رابطه اسمالین و همچنین حجم برآوردی V_1 این درختان از جدول حجم یک عامله محاسبه و به شرح جدول شماره ۲ مورد مقایسه گردید. برای تهیه جدول حجم دو عامله کاج تدا، رگرسیونهای چندگانه (Regressions Multiple) Eq. ۳، Eq. ۴، ... و Eq. ۸ مورد استفاده قرار گرفتند. مدل Eq. ۷ (معادله پیشنهادی W. H. Meyer) نسبت به سایر مدلها دارای بیشترین میزان ضریب همبستگی $r = 0.98269$ است. به این دلیل از این رابطه برای تهیه جدول حجم دو عامله (جدول شماره ۳) استفاده گردید.

برای تعیین میزان خطای مدل Eq. ۷ از ۱۲ اصله درخت مورد اندازه گیری استفاده گردید. سپس حجم برآوردی V_2 از جدول دو عامله محاسبه و با حجم حقیقی V_r به شرح جدول شماره ۴ مورد مقایسه گردید. برای بررسی بیشتر بر روی جداول تهیه شده، همگنی واریانس و مقایسه میانگین های حجم برآوردی V_1 و V_2 با پارامترهای یاد شده حجم حقیقی V_r به شرح زیر مورد آزمون قرار گرفت (۱، ۱۱).

جدول دو عامله

$$H_0: S_1^2 = S_r^2$$

$$H_a: S_1^2 \neq S_r^2$$

$$\alpha = 0.05 (1)$$

$$F_c = 11.04 \text{ و } F_{0.05(1),11,11} = 3.147$$

$$F_c = 11.04 \text{ و } F_{0.01(1),11,11} = 4.150$$

جدول یک عامله

$$H_0: S_2^2 = S_r^2$$

$$H_a: S_2^2 \neq S_r^2$$

$$\alpha = 0.05 (1)$$

$$F_c = 13.59 \text{ و } F_{0.05(1),11,11} = 3.147$$

$$F_c = 13.59 \text{ و } F_{0.01(1),11,11} = 4.150$$

این آزمون ها نشان می دهند که واریانس حجم برآوردی V_1 مربوط به مدل Eq. ۱ و V_2 مربوط به مدل Eq. ۷ با واریانس حجم حقیقی V_r در سطح $\alpha = 0.05$ همگن بوده و اختلاف معنی داری ندارند. این یک نتیجه مناسب برای مقایسه پارامتر میانگین ها از نظر آماری است. چون با این وضعیت نتیجه مقایسه میانگین ها قابل اعتمادتر خواهد

جدول شماره ۱- جدول حجم یک عامله برای کاج تدا

حجم (m ³)	طبقه قطری (cm)
۰/۰۶	۱۱
۰/۱	۱۳
۰/۱۵	۱۵
۰/۲	۱۷
۰/۲۵	۱۹
۰/۳۱	۲۱
۰/۳۸	۲۳
۰/۴۵	۲۵
۰/۵۳	۲۷
۰/۶۱	۲۹
۰/۷۰	۳۱
۰/۷۹	۳۳
۰/۸۹	۳۵
۱/۰۰	۳۷
۱/۱۱	۳۹
۱/۲۳	۴۱

$$V = -0.053009463 - 1/0.9805453d + 1/100835859/dh$$

$$+ 578642729/5 d^2 - 57864279 d^2 - 0.292268d^2h$$

$$R^2 = 0.96568^{**}$$

واحد اجزای این رابطه به شرح زیر است:

حجم درخت بر حسب متر مکعب $V =$

قطر درخت بر حسب متر $d =$

رتفاع درخت بر حسب متر $h =$

ضریب تعیین $R^2 =$

در جدول حجم دو عامله کاج تدا (جدول شماره سه) اعداد مربوط به طبقات مشخص کننده میانه طبقات هستند. روش استفاده از رابطه فوق یک مثال عددی می زنیم. اگر قطر درخت تدا ۲۵ سانتی متر و ارتفاع آن ۱۸ متر باشد حجم آن برابر با ۰/۴۶ متر مکعب خواهد بود:

$$V = -0.053009463 - 1/0.9805453 \times 0.25 + 1/100835859 \times 0.25 \times 18 +$$

$$578642729 \times (0.25)^2 - 57864279 \times 0.25 \times 18 = 0.46 \text{ متر مکعب}$$

جدول شماره ۲- ارزیابی جداول حجم یک عامله کاج تدا

ردیف	d_i (cm) قطر برابر سینه	V_r (m ³) حجم حقیقی	V_1 (m ³) حجم بدست آمده از جدول حجم یک عامله	$V_1 - V_r$ (m ³) اختلاف دو حجم
۱	۳۵	۰/۷	۰/۸۹	+۰/۱۹
۲	۲۴/۵	۰/۵	۰/۴۵	-۰/۰۵
۳	۲۷	۰/۶۳	۰/۵۳	-۰/۱
۴	۳۰	۰/۷۵	۰/۷	-۰/۰۵
۵	۳۳/۵	۰/۸۹	۰/۷۹	-۰/۱
۶	۲۵	۰/۴۹	۰/۴۵	-۰/۰۴
۷	۳۳/۵	۰/۷۵	۰/۷۹	+۰/۰۴
۸	۲۲/۵	۰/۲۵	۰/۳۸	+۰/۱۳
۹	۲۶/۵	۰/۶۴	۰/۵۳	-۰/۱۱
۱۰	۲۵	۰/۵۵	۰/۴۵	-۰/۱
۱۱	۲۴/۵	۰/۵	۰/۴۵	-۰/۰۵
۱۲	۳۰	۰/۷۲	۰/۷	-۰/۰۲
کل	-	۷/۳۷	۷/۱۱	۰/۲۶

بود (۱، ۷).

و ۱/۷۶ درصد است. بالا بودن درصد دقت جدول دو عامله شاید به بیشتر بودن میزان ضریب همبستگی مدل رگرسیونی چندگانه Eq.7 مربوط می شود. برای بررسی بیشتر بر روی جداول تهیه شده آزمون همگنی واریانس ها و مقایسه تفاوت ها میانگین های مربوط به حجم برآوردی V_1 و V_2 با حجم حقیقی V_r صورت گرفته است. واریانس هر دو جدول حجم با واریانس حجم حقیقی در سطح $\alpha=0/01$ همگن بوده و اختلاف معنی داری را نشان نمی دهد. نتیجه آزمون تفاوت ها میانگین ها بدلیل همگن بودن واریانس های آنها قابل اعتمادتر است. فرض صفر آزمون میانگین های برآوردی هر دو جدول حجم X_1 و X_2 با میانگین حجم حقیقی X_r در سطح $\alpha=0/01$ اختلاف معنی داری ندارند. این نتایج نشان می دهد جداول تهیه شده از درجه اعتبار بسیار خوبی برخوردار بوده و قابل استفاده برای سازمان های اجرایی، شرکت ها، و کارشناسان جنگل در امور فنی و برنامه ریزی هستند. پیشنهاد می گردد که برای سایر سوزنی برگان و سریع الرشد جدول حجم مناسب تهیه و برای استفاده عمومی در یک مجموعه انتشار یابند.

منابع مورد استفاده

- ۱- بنیاد، ا. ۱۳۷۹. جزوه درسی آمار پیشرفته، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان.
- ۲- حق وردی، ک. ۱۳۸۰؛ برآورد حجم گونه راش در منطقه ویسر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان.
- ۳- زبیری، م. ۱۳۷۳؛ آماربرداری در جنگل (اندازه گیری درخت و جنگل)، دانشگاه تهران، ۴۰۱ صفحه.

جدول یک عامله

$$H_0: \bar{X}_1 = \bar{X}_r$$

$$H_a: \bar{X}_1 \neq \bar{X}_r$$

$$\alpha = 0/05 (1)$$

$$t_c = 0/313 \text{ و } t_{0.05(1),22} = 2/074$$

$$t_c = 0/313 \text{ و } t_{0.01(1),22} = 2/831$$

جدول دو عامله

$$H_0: \bar{X}_2 = \bar{X}_r$$

$$H_a: \bar{X}_2 \neq \bar{X}_r$$

$$\alpha = 0/05 (1)$$

$$t_c = 0/054 \text{ و } t_{0.05(1),22} = 2/074$$

$$t_c = 0/054 \text{ و } t_{0.01(1),22} = 2/831$$

فرض صفر هر دو آزمون رد نشده است. بنابراین از نظر آماری برآورد حجم با استفاده از جدول یک عامله و دو عامله با حجم حقیقی آن در جمعیت اختلاف معنی داری در سطح $\alpha = 0/01$ ندارند.

بحث و نتیجه گیری

در این بررسی جدول حجم یک عامله کاج تدا بر مبنای مدل پیشنهادی Hohenadl-Kernl با ضریب همبستگی $r=0/9590$ و جدول حجم دو عامله بر مبنای مدل پیشنهادی W. H. Meyer با ضریب همبستگی $r=0/98269$ تهیه شده است. برای تهیه این جداول تعداد ۱۵۰ اصله درخت مورد اندازه گیری قرار گرفته است. جداول تهیه شده با اندازه گیری بر روی ۱۲ اصله درخت مورد ارزیابی قرار گرفت که درصد دقت آن برای جدول یک و دو عامله نسبت به حجم واقعی به ترتیب ۳/۵۳

جدول شماره ۳- جدول حجم دو عامله برای کاج تدا

hc(m) dc(cm)	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۴	۲۵
۱۱	۰/۰۳	۰/۰۵	-	-	-	-	-	-
۱۳	۰/۰۶	۰/۰۹	-	-	-	-	-	-
۱۵	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۵	-	-	-	-	-
۱۷	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۲	-	-	-	-	-
۱۹	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۲۵	-	-	-	-	-
۲۱	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۳	۰/۳۴	-	-	-	-
۲۳	۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۴	۰/۴۴	-	-	-
۲۵	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۴۶	۰/۵۱	-	-	-
۲۷	۰/۳۸	۰/۴۳	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۵۸	-	-	-
۲۹	۰/۴۴	۰/۵	۰/۵۵	۰/۶۱	۰/۶۶	۰/۷۱	-	-
۳۱	۰/۵۱	۰/۵۷	۰/۶۳	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۸	-	-
۳۳	۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۷	۰/۷۶	۰/۸۲	۰/۸۸	-	-
۳۵	۰/۶۶	۰/۷۲	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۹۱	۰/۹۷	۱/۰۴	۱/۰۷
۳۷	۰/۷۴	۰/۸۱	۰/۸۷	۰/۹۴	۱/۰۱	۱/۰۷	۱/۱۴	۱/۱۷
۳۹	۰/۸۲	۰/۸۹	۰/۹۶	۱/۰۳	۱/۱	۱/۱۷	۱/۲۴	۱/۲۷
۴۱	۰/۹۱	۰/۹۸	۱/۰۵	۱/۱۳	۱/۲	۱/۲۷	۱/۳۵	۱/۳۸

جدول شماره ۴- ارزیابی جداول حجم دو عامله کاج تدا

ردیف	(di(cm) قطر برابر سینه	(hi(m) ارتفاع	(Vr(m ^۳) حجم حقیقی	(V1(m ^۳) حجم بدست آمده از جدول حجم دو عامله	(V1-Vr(m ^۳) اختلاف دو حجم
۱	۳۵	۱۹/۱۰	۰/۷	۰/۹	+ ۰/۲۱
۲	۲۴/۵	۱۷/۱۱	۰/۵	۰/۴۶	- ۰/۰۴
۳	۲۷	۱۹/۸۰	۰/۶۳	۰/۵۸	- ۰/۰۵
۴	۳۰	۱۹/۵	۰/۷۵	۰/۷۴	- ۰/۰۱
۵	۳۳/۵	۲۰/۱۰	۰/۸۹	۰/۸۲	- ۰/۰۷
۶	۲۵	۱۶/۷	۰/۴۹	۰/۴۲	- ۰/۰۷
۷	۳۳/۵	۲۰/۱۵	۰/۷۵	۰/۸۲	+ ۰/۰۷
۸	۲۲/۵	۱۶/۱۰	۰/۲۵	۰/۳۶	+ ۰/۱۱
۹	۲۶/۵	۱۸/۹۰	۰/۶۴	۰/۵۳	- ۰/۱۱
۱۰	۲۵	۱۸/۲۰	۰/۵۵	۰/۴۶	- ۰/۰۹
۱۱	۲۴/۵	۱۸	۰/۵	۰/۴۶	- ۰/۰۴
۱۲	۳۰	۱۸/۲۰	۰/۷۲	۰/۶۸	- ۰/۰۴
کل	-	-	۷/۳۷	۷/۲۴	- ۰/۱۳



۴ - سازمان جنگل‌ها و مراتع، ۱۳۸۰؛ طرح پرورشی جنگلکاری لاکان. اداره کل منابع طبیعی استان گیلان.

۵ - شاپورزاده، م. ۱۳۸۱؛ بررسی تأثیر عملیات پرورشی بر روی متغیرهای کمی و کیفی گونه کاج تدا در گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان.

۶ - کشاورز، غ. ۱۳۶۹؛ بررسی اجمالی کاج تدا در منطقه طوالش گیلان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران.

۷ - نمیرانیان، م. ۱۳۷۴؛ جزوه درسی اندازه گیری جنگل. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

8- Bonyad, A.; 2003, Loblolly pine (*Pinus taeda*) in a short rotation Forestry in the north of Iran. IUFRO conference, University of Horticulture and Forestry of Nauni, India.

9- Brender, E. R., 1965; Growth and yield of planted loblolly pine. A guide to Loblolly and Slash pine plantation management in South Eastern USA. Georgia Forest Research Council. pp 213-220.

10- Loetsch, F., Zoehrer, F., 1973; Forest inventory, vol. II. Muenchen, Bren, Wien, BLV- Verlagsges.

11- Michael, S. P., 1994; Measuring trees and forest. CAB Internatioal, Wallingford Oxon OX10 8DE UK.