

## مناسب‌ترین روش بر آورد حجم برای جنگل‌های استان گیلان (مطالعه موردی: سری ۱ ناو اسالم)

• فرخ پورشکوری اله‌ده

کارشناس ارشد سنجش از دور سازمان فضایی ایران

• ایرج حسن زاد ناورودی

استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: مهرماه ۱۳۸۵

E mail: farokhpورشakori@yahoo.com

### چکیده

به منظور بررسی روش‌های بر آورد حجم و تعیین روش مناسب بر آورد حجم در استان گیلان، تعداد شصت اصله درخت به طور تصادفی در سه پارسل از سری یک ناو اسالم انتخاب و قطر در فواصل دو متری، یقه، میانه، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۹ و کنده در محل قطع درختان نمونه در طول درختان نمونه اندازه گیری شد. همچنین طول درخت، کنده و فاصله بین محل ارتفاع برابر سینه تا محلی که قطر آن برابر نصف قطر برابر سینه بود ( $h_1$ ) اندازه گیری شد. بر اساس این اندازه گیری‌ها حجم‌های صنعتی، هیزمی و کنده درختان نمونه به ترتیب از فرمول‌های اسمالین، هوبر و استوانه محاسبه شد. از مجموع حجم‌های صنعتی، هیزمی و کنده حجم کل درخت (واقعی) به دست آمد. حجم درختان نمونه از طریق فرمول‌های ساده، پرسلرو ضریب شکل و همچنین با استفاده از جداول حجم محلی (چوکا) و فرم کلاس دار سازمان جنگل‌ها به دست آمد. تست نرمالیت روی داده‌ها (حجم‌های به دست آمده از روش‌های مختلف) غیر نرمال بودن داده‌ها را نشان داد. بنابر این برای نرمال سازی داده‌ها از آنها Ln گرفته شد. داده‌ها پس از محاسبه Ln آنها نرمال گشتند. آزمون t جفتی برای مقایسه حجم واقعی با حجم‌های به دست آمده از روش‌های دیگر نشان داد که تفاوت بین حجم واقعی و حجم‌های به دست آمده از فرمول ساده و جدول حجم محلی اختلاف معنی داری ندارند، اما تفاوت حجم‌های به دست آمده از فرمول‌های پرسلر، ضریب شکل و جدول حجم فرم کلاس دار در مقایسه با حجم واقعی اختلاف معنی داری داشتند. در این مطالعه بر آورد حجم از طریق جدول حجم محلی دقیق‌تر از بر آورد حجم به روش‌های دیگر بود.

کلمات کلیدی: بر آورد حجم، حجم واقعی، جداول حجم، فرمول‌های بر آورد حجم، سری یک ناو اسالم

Pajouhesh and Sazandegi: No 77 pp: 24-31

**Investigation of the best method of volume estimation for Guilan forests (Case study: District one of NAV Asalem).**

By: F. Pourshakouri Allahdeh. Remote Sensing Senior Expert, Iranian Space Agency I. Hasanzad Navroudi. Member of Scientific Board. University of Guilan, Rasht, Iran.

Investigation of the methods of volume estimation and determination of appropriate method in Guilan forests in order to investigate a appropriate method for estimation of volume, 60 trees were randomly selected in 3 parcels of NAV Asalem district. The industrial, cordwood and stump volumes were calculated by Smalian's, Huber and sylander formulas respectively and real volume was calculated from the sum of them. Volumes of the sample trees were been obtained from the simple formula, Pressler's formula, using the form factor, the local volume tables (Chuca) and form class tables too. The normality test showed that data were not normal, so data get normal using Ln calculation on data. t-test paired is done on real volume with other five volumes and results showed that difference between the real volume with both simple formula and local table volumes were not significant, but it had significant difference with the three other volumes (Pressler, form factor and form class tables). Total results showed that volume obtained by local volume tables estimates volume with more correction than other methods.

**Keywords:** Volume estimation, Real Volume, Tables Volume, Volume estimation formulas, District one of NAV Asalem

**مقدمه و هدف**

و تعیین حجم واقعی در قطعات ۲ متری، جدول حجم محلی برای گونه راش تهیه کردند (۲).

سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور با مشاورت زبیری در سال ۱۳۶۳ با قطع ۱۲۱۸ اصله درخت راش و اندازه‌گیری قطعات ۲ و ۱ متری در طبقات قطری ۱۵ تا ۱۲۰ سانتی متر در ۲ منطقه ارتفاعی، جدول حجم محلی برای این گونه تهیه کردند (۷).

دفتر فنی جنگلداری سازمان جنگل‌ها و مراتع (۶) با مطالعه بر روی ۱۸۹ اصله درخت راش از قطرهای ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر نتیجه‌گیری کرده است که استفاده از فرمول پرسلر برای حجم بای درختانی که دارای فرم تنه مناسبی باشند، قابل استفاده می باشد. همچنین کاربرد این فرمول فقط در مورد درختان دارای پائین که فاقد شاخه‌های انشعابی زیاد بوده و شکل تنه آن‌ها شبیه سوزنی برگان باشد مناسب می باشد. برآورد حجم درختانی با قطر برابر سینه بالا که تحت تاثیر عوامل مختلف از فرم شبیه سوزنی برگان خارج می شوند، با استفاده از فرمول پرسلر و حجم واقعی اختلاف معنی داری دارند (۶).

اخلاصی در سال ۱۳۶۵ به بررسی جداول حجم محلی گیلان و مقایسه آن با جداول حجم سازمان جنگل‌ها پرداخت و نتیجه گرفت که استفاده از جداول حجم موجود در سازمان جنگل‌ها نمی تواند دقت کافی برای استفاده در ارزیابی مناطق کوچک (جنگل‌های استان) از دقت کافی داشته باشد. ایشان در این تحقیق استفاده از جدول حجم چوکا را در کارهای جنگلداری که نیازمند استفاده از جدول حجم می باشند پیشنهاد دادند (۱).

حق وردی در سال ۱۳۸۰ به وسیله داده‌های ۴۲۴ اصله درخت راش بهترین معادله برآورد حجم گونه راش را تعیین کرد. او فرمول ضریب شکل طبیعی را مناسبتر و ارزانتر از بقیه فرمول‌ها تعیین کرد (۵).

یکی از مشخصه‌های مهم در برنامه ریزی برای منابع جنگلی برآورد حجم درختان می باشد. آگاهی از موجودی جنگل برنامه ریزی بهتر و دقیق‌تر برای منابع جنگلی را ممکن می سازد. با توجه به وسعت واحدهای برنامه ریزی در جنگل محاسبه دقیق حجم درختان جنگلی مستلزم صرف هزینه و وقت زیاد می باشد. از طرف دیگر محاسبه دقیق حجم درختان سرپا مشکل بوده و دقت محاسبه حجم درختان افتاده را ندارند. بنابراین ضرورت برآورد حجم سرپای درختان جنگلی ایجاد می‌شود و در همین راستا روش‌های متعددی برای برآورد حجم درختان جنگلی توسط محققان مختلف در مناطق جنگلی جهان به کار گرفته شده است. دقت این روش‌ها می‌تواند بسته به نوع جنگل از هم متفاوت باشد.

پارسل‌های مورد مطالعه دارای تیپ خاک قهوه‌ای اسیدی و جنگلی با خاکی نیمه عمیق می‌باشند. تیپ جنگلی راش همراه با گونه‌های افرا، ممرز، نمدار و توسکا و تاج پوشش بین ۷۰ تا ۹۰ درصد می‌باشد. در این سه پارسل جنگل دارای ساختار ناهمسال، پایه‌های مسن و میانسال و دو اشکوبه می‌باشد. تجدید حیات هم با اکثریت گونه راش به طور تقریباً گسترده در این پارسل‌ها مستقر گردیده است. برای سهمیه برداشت سالیانه سری یک ناو اسالم در سال ۸۱-۸۲ در این سه پارسل جمعاً ۹۷۵ اصله درخت قطع گردیده بود (۸).

هدف از این تحقیق بررسی روش‌های مهم برآورد حجم برای یافتن بهترین روش برآورد حجم در این منطقه جنگلی و مناطق جنگلی مشابه آن در شمال ایران می باشد.

در زمینه حجم‌بایی و برآورد حجم درختان در ایران مطالعاتی صورت گرفته است که نشان دهنده اهمیت موضوع می‌باشد:

زبیری، برگل و اصلی در سال ۱۳۵۵، با قطع ۲۲۰ اصله درخت راش

معصومیان در سال ۱۳۷۶ جدول حجمی به نام جدول حجم انتگرالی ساقه درخت در پایان نامه فوق لیسانس خود آورده است که با اندازه گیری ۴ شعاع و فاصله شعاع در روی ساقه می‌توان حجم ساقه را از روی این جدول تعیین کرد (۹).

### مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

حوزه جنگلداری ناو اسالم در غرب گیلان یکی از پرباران‌ترین مناطق کشور محسوب می‌شود و رویشگاهی مناسب برای گونه‌های پهن برگ هیرکانی مخصوصاً راش شرقی می‌باشد. این تحقیق در ۳ پارسل با مساحت ۱۷۱ هکتار در سری یک طرح جنگلداری ناو در بخش اسالم شهرستان تالش با مساحت ۲۲۵۲ هکتار انجام شده است. این سری از غرب با طرح جنگلداری گیله سرا، از شرق با طرح جنگلداری سری دو ناو، از جنوب با حوزه آبخیز لومر و از شمال با طرح جنگلداری سیاه بیل هم مرز است. مساحت قابل بهره برداری در این سری ۱۵۲۸ هکتار، روش و شیوه مورد استفاده دانه زاد نا همسال تک‌گزینه و میزان جاده ۳۶/۹ متر در هکتار می‌باشد. این سری دارای ۴۸ پارسل است. سه پارسل این سری به شماره‌های ۱۴۰، ۱۴۱ و ۱۴۶ با مساحت ۷۲، ۵۳ و ۴۶ هکتار به دلیل قرار داشتن سهمیه برداشت سالیانه ۸۱-۸۲ در آن‌ها برای این مطالعه انتخاب گردیدند. کمترین ارتفاع قطعات سری ۳۰۰ و بیشترین ارتفاع سری ۱۳۵۰ متر بالاتر از سطح دریا است (۸).

### روش انتخاب نمونه‌ها

بدلیل اینکه برای انجام این مطالعه لازم بود حجم دقیق درختان قطع شده برآورد گردد بنابراین نمونه‌ها باید از ۹۵۷ درخت قطع شده برای سهمیه برداشت سالیانه ۸۱-۸۲ انتخاب می‌گردید. در برخی از طبقات قطری مخصوصاً طبقات قطری پایین‌تر به اندازه کافی درخت قطع نشده بود تا برای نمونه‌گیری از طبقات قطری استفاده گردد. بنابراین برای انتخاب نمونه‌ها به جای استفاده از طبقات قطری و ارتفاعی از روش کاملاً تصادفی استفاده گردید. در آماربرداری دو عامل حداقل اشتباه و هزینه آماربرداری تعیین‌کننده تعداد قطعات نمونه‌ها است (۳). با احتساب هزینه کل آماربرداری تعداد نمونه‌ها ۶۰ عدد بدست آمد. تعداد ۶۰ اصله درخت به عنوان نمونه از سهمیه برداشت سال ۸۱-۸۲ در بهمن ماه ۱۳۸۱ به صورت کاملاً تصادفی انتخاب شد و با استفاده از شماره‌های درخت، این درختان در طبیعت بازیابی شده و مشخصه‌های مورد نظر برای انجام این مطالعه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

اندازه‌گیری مشخصه‌های مورد لزوم: پس از بازیابی درختان در طبیعت مشخصه‌های زیر اندازه‌گیری گردیدند.

- ۱ - اندازه‌گیری قطر یقه با نوار قطر سنج
- ۲ - اندازه‌گیری قطر کنده در محل قطع با نوار قطر سنج
- ۳ - اندازه‌گیری قطر در ارتفاع برابر سینه با خط کش دوبازو
- ۴ - اندازه‌گیری قطر در محل‌های ۱/۰، ۳/۰، ۵/۰، ۷/۰ و ۹/۰ از طول درخت
- ۵ - اندازه‌گیری قطر میانه درخت با خط کش دوبازو
- ۶ - فاصله بین محل ارتفاع برابر سینه تا محلی که قطر آن برابر نصف

- ۷ - اندازه‌گیری قطر در فواصل ۲ متری از طول درخت تا قطر ۵ سانتیمتر با خط کش دوبازو
- ۸ - اندازه‌گیری طول کنده از بن درخت با متر
- ۹ - اندازه‌گیری طول درخت با متر

۱۰ - اندازه‌گیری سرشاخه‌های بالای ۵ سانتیمتر به وسیله نوار قطرسنج (به دلیل قطر کم سرشاخه‌ها و سهولت و دقت بیشتر اندازه‌گیری سرشاخه‌ها با نوار قطر سنج اندازه‌گیری شد)، سرشاخه‌ها در قطعات یک متری اندازه‌گیری شدند.

لازم به ذکر است که برای به دست آوردن قطرهای در قطعات دو متری، از میانگین قطر در دو جهت عمود برهم استفاده شد.

محاسبه حجم واقعی: حجم قسمتهای صنعتی، هیزمی و کنده درختان به طور جداگانه محاسبه، و از مجموع حجم‌های فوق حجم کل (واقعی) درخت به دست آمد. قطعات دو متری و سر شاخه‌هایی با قطر بیشتر از ۲۰ سانتی متر جزء قسمت صنعتی درخت محاسبه شدند.

حجم قسمت صنعتی درختان با استفاده از فرمول اسمالیان (شماره ۱)  $(V = (G_1 + G_2) / 2 * H)$  (۱) در قطعات دو متری به دست آمد، در این فرمول:

$$V = \text{حجم به مترمکعب (m}^3\text{)}$$

$$G_1 = \text{سطح مقطع ابتدای قطعه دو متری به متر مربع (m}^2\text{)}$$

$$G_2 = \text{سطح مقطع انتهایی قطعه دو متری به متر مربع (m}^2\text{)}$$

$$H = \text{طول قطعه به متر (m)}$$

در محل‌هایی که درخت دو یا چند شاخه می‌شد، برای محاسبه حجم درست درخت از قطعات دو متری استفاده نشد. مثلاً اگر درخت در ارتفاع ۱۰/۶ متر دو شاخه می‌شد تا ارتفاع ۱۰ متری، حجم در قطعات دو متری و از ۱۰ تا ۱۰/۶ متری جداگانه محاسبه شد و سپس قطر دو شاخه درخت، به طور جداگانه اندازه‌گیری و حجم محاسبه شد. از ۱۰/۶ تا ۱۲ برای شاخه‌ها در طول ۱/۴ متر به طور جداگانه و بقیه طول شاخه‌ها در قطعات دو متری محاسبه شد. در انتها حجم صنعتی درخت از مجموع حجم صنعتی تنه و سرشاخه‌های صنعتی حاصل شد. برای خنثی نمودن اثر امتداد ریشه‌ها حجم قطعه اول از فرمول استوانه محاسبه شد. برای این کار سطح مقطع انتهایی قطعه در طول آن ضرب شد.

سرشاخه‌های هیزمی به قطعات یک متری تقسیم و قطر میانی آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس حجم هر شاخه از فرمول هوبر (شماره ۲)  $(V = G_m * H)$  (۲) محاسبه شد که در این فرمول:

$$V = \text{حجم به متر مکعب (m}^3\text{)}$$

$$G_m = \text{سطح مقطع وسط سر شاخه به متر مربع (m}^2\text{)}$$

$$H = \text{طول قطعه به متر (m)}$$

حجم سرشاخه‌های با کمتر از یک متر طول نیز با همین فرمول محاسبه گردید. از مجموع حجم سرشاخه‌های با قطر کمتر از ۲۰ سانتیمتر و تا قطر ۵ سانتیمتر حجم کل سرشاخه‌ها حاصل شد. حجم هیزمی سرشاخه‌ها با حجم هیزمی تنه درخت جمع و حجم کل هیزمی درخت بدست آمد.

برای محاسبه حجم کنده می‌شد از طریق قطر یقه و قطر محل قطع به وسیله فرمول اسمالیان (۱۱) اقدام نمود. ولی بخاطر امتداد ریشه‌ها، کنده

ارتفاع درخت بر حسب متر و  $V$  حجم درخت بر حسب متر مکعب است.

### بر آورد حجم به وسیله جدول حجم

برای این مطالعه دو جدول حجم انتخاب گردید.

۱) جدول حجم محلی (جدول حجم شرکت چوکا) که برای نشانه گذاری در حوزه ناو اسالم از این جدول استفاده می شود. از جداول شماره های ۱۰۷ و ۱۰۸ چوکا برای بر آورد حجم استفاده گردید. این جدول حجم یک عامله (قطر) بوده و واحد حجم در آن به متر مکعب می باشد.

۲) جدول حجم فرم کلاسدار شماره های ۸۴ و ۷۸ سازمان جنگلها نیز برای بر آورد حجم در این منطقه استفاده گردید. این جداول دو عامله (قطر و ارتفاع) بوده و واحد حجم در آن متر مکعب می باشد. بدلیل اینکه این جداول از کلاسه قطری ۳۰ سانتیمتر آغاز می شوند. در بر آورد حجم با این روش و همچنین مقایسه حجمهای بر آوردی از این روش با حجم واقعی ۴ اصله درخت نمونه بدلیل اینکه در کلاسه قطری پایین تر از ۳۰ سانتیمتر قرار داشتند، حذف گشتند.

### محاسبه مجموع حجمها با روشهای مختلف

پس از محاسبه حجم برای تک تک درختان مجموع حجمها در هر روش برای ۵۶ درخت نمونه محاسبه گردید که نتایج آن در نمودار شماره ۱ آمده است. بدلیل اینکه حجم از جدول فرم کلاسدار برای ۵۶ درخت نمونه بدست آمده بود و برای اینکه بتوان اندازه تمامی حجمها را با هم مقایسه نمود در تمام روشها مجموع برای ۵۶ درخت نمونه بدست آمد.

### آزمون های آماری

تست نرمال بودن داده ها، برای اینکه بتوانیم آزمون پارامتری روی داده هایمان انجام دهیم، ابتدا باید آزمون نرمال بودن روی دادهها انجام گیرد. با استفاده از نرم افزار Minitab و با استفاده از روش کولموگروف اسمیرنف بر روی دادهها (حجم های بدست آمده از روشهای مختلف) تست نرمالیتته انجام گردید. در این تست اگر p-value بدست آمده کمتر از ۰/۰۵ باشد، دادهها غیر نرمال و اگر p-value بیشتر از ۰/۰۵ باشد، دادهها نرمال می باشند. این آزمون برای ۳ گروه از دادههای کل گونهها، گونه راش و گونه های دیگر غیر از راش انجام گرفت.

آزمون مقایسه دو نمونه برداری وابسته (غیر مستقل) با توزیع نرمال یا نزدیک به نرمال وقتی دادهها به صورت جفتی باشند (t جفتی).

اگر از یک جامعه آماری دو نمونه برداری انجام شده و دادهها به صورت تفاوتهای جفتی باشند این آزمون کاربرد دارد. موضوع اصلی این آزمون بررسی معنی دار بودن یا معنی دار نبودن تفاوتها می باشد.

آماره این آزمون با استفاده از فرمول شماره ۹ محاسبه می گردد.

$$\hat{t} = \frac{\bar{d}}{s_d} \times \sqrt{n} \quad \text{فرمول - ۹}$$

$\hat{t}$ : میانگین تفاوت های بین اندازه گیری با دو روش می باشد، که از طریق فرمول شماره ۱۰ محاسبه می گردد.

به صورت استوانه ای در نظر گرفته شد و حجم کندهها به این صورت بدست آمدند که سطح مقطع محل قطع در طول کنده ضرب شد  $(V = G \times H)$  (۳).  
Ga = سطح مقطع در محل قطع به متر مربع ( $m^2$ )  
H = طول کنده به متر (m)

در انتها از مجموع حجمهای صنعتی، هیزمی و کنده حجم واقعی درخت بدست آمد.

### بر آورد حجم درخت بوسیله فرمول پرسلر:

پرسلر برای محاسبه حجم حجم تنه درخت از محل ارتفاع برابر سینه به بعد یعنی تا نوک درخت فرمول زیر (۴) را پیشنهاد داد:

$V = \frac{2}{3} \times g \times h_p$  (۴) که در این فرمول  $V$  حجم ساقه درخت از محل ارتفاع برابر سینه تا نوک درخت،  $g$  سطح مقطع در ارتفاع برابر سینه و  $h_p$  فاصله بین محل ارتفاع برابر سینه تا محلی که قطر آن برابر با نصف قطر برابر سینه است. حجم کل درخت بوسیله این روش با استفاده از مجموع حجم محاسبه شده با فرمول بالا و حجم قسمتی از تنه که از محل ارتفاع برابر سینه تا بن درخت را شامل می گردد، بدست می آید. پرسلر شکل بن درخت تا محل ارتفاع برابر سینه را استوانه فرض کرده و حجم آنرا با استفاده از فرمول استوانه بدست آورده است. در نهایت حجم کل درخت از فرمول

$V_s = \frac{2}{3} \times g \times (h_1 + 0.65h_2)$  بدست می آید. در این فرمول  $h_1$  ارتفاع محلی است که قطر آن برابر با نصف قطر برابر سینه تا سطح زمین می باشد.

### بر آورد حجم درخت با استفاده از ضریب شکل درخت

قطر درخت در محل های ۱/، ۳/، ۵/، ۷/، ۹/ برای تمام درختان اندازه گیری شد بنابراین ضریب شکل درخت بوسیله فرمول HOHENADL فرمول ۶:

$$f = 0.1 = 0.1/2(1 + \frac{d^2 \cdot 0/3 + d^2 \cdot 0/5 + d^2 \cdot 0/7 + d^2 \cdot 0/9}{d^2 \cdot 0/1} + \frac{d^2 \cdot 0/1}{d^2 \cdot 0/1})$$

محاسبه گردید. در این فرمول،  $f$  ضریب شکل و  $d_1 - d_3 - d_5 - d_7 - d_9$  به ترتیب قطر در محل های ۱/، ۳/، ۵/، ۷/، ۹/ از طول درخت هستند. بعد از محاسبه ضریب شکل حجم تمام درختان از فرمول ۷-

$V = F \cdot 1/3 \times G_{(1/3)} \times H$  و با استفاده از ضریب شکل محاسبه گردید. در این فرمول

$H =$  طول درخت

$V =$  حجم درخت

$F = 1/3$  ضریب شکل

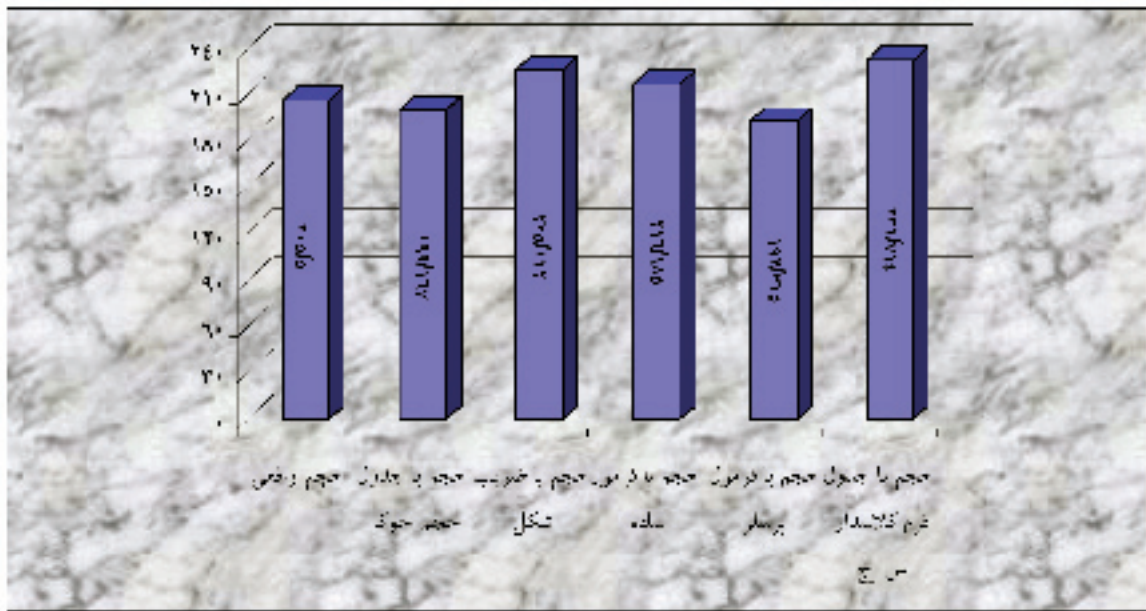
$G = (1/3)$  سطح مقطع در ارتفاع برابر سینه.

بر آورد حجم درخت به روش ساده:

در این روش برای تعیین حجم درخت از فرمول ۸:

$$V = 0.4 \times d^2 \cdot 1/3 \times h$$

استفاده می شود که در این فرمول  $d_{1/3}$  و  $h$  به ترتیب قطر برابر سینه و



نمودار شماره ۱: مجموع حجم‌ها برای درختان نمونه برای روش‌های حجم‌یابی

اینکه برای انجام آزمون پارامتری داده‌ها باید نرمال باشند، ابتدا برای نرمال سازی داده‌ها لگاریتم پایه ۱۰ برای تمام داده‌ها (حجمهای محاسبه شده از روشهای مختلف (جدول ۱) محاسبه گردید. در تست نرمالیتیه داده‌های جدید با لگاریتم پایه ۱۰ دوباره برخی از سری داده‌ها غیر نرمال بودند. Ln (لگاریتم طبیعی داده‌ها) به عنوان روش بعدی برای نرمال سازی داده‌ها آزمایش گردید. با اعمال لگاریتم طبیعی بر روی داده‌ها تمامی داده‌ها نرمال گشته و قابلیت تست شدن به روش پارامتری را پیدا کردند. P-value برای تمامی سری داده‌ها با استفاده از اعمال لگاریتم طبیعی بیشتر از ۰/۰۵ بود.

نتایج مربوط به آزمون مقایسه دو نمونه برداری وابسته (غیر مستقل) با توزیع نرمال یا نزدیک به نرمال بر روی داده‌های جفتی (t جفتی): نتایج این آزمون برای سه دسته از داده‌ها و برای پنج روش حجم‌یابی در مقایسه با حجم واقعی در جداول ۲ (کل گونه‌ها)، ۳ (گونه راش) و ۴ (تمام گونه‌ها غیر از راش) آمده است.

### بحث

منطقه ناو اسالم یکی از مناطقی است که با وجود بهره‌برداری از این منطقه در سالیان اخیر به دلیل رطوبت بالا و بارندگی خوب دارای زادآوری قابل توجهی بوده و بنابراین شرایط طبیعی این منطقه حفظ شده است. بنابراین این منطقه قابلیت انجام چنین مطالعه‌ای با وجود این شرایط طبیعی را دارا می‌باشد. بنابراین نتایج این تحقیق میتواند به سایر مناطق جنگلی طبیعی و ناهمسال استان گیلان قابل تأمین باشد. محاسبه مجموع حجمهای درختان نمونه با روش‌های مختلف (نمودار شماره ۱) نشان داد که حجم‌های بدست آمده از طریق‌های جدول حجم‌چوکا (جدول حجم محلی) (۱۹۹/۱۶۷) و فرمول پرسلر (۱۹۲/۳۱۵) مقداری کمتر از حجم واقعی (۲۰۵/۵) در مجموع برای ۵۶ گونه هستند. مقدار حجم‌های برآوردی از روشهای فرمول ساده (۲۱۶/۱۸۵)،

فرمول - ۱۰

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

$d_i$ : تفاوت اندازه‌ها با دو روش مختلف را نشان می‌دهد.

تعداد = n

Sd = انحراف از معیار تفاوت‌ها که از فرمول شماره ۱۱ محاسبه می‌گردد.

فرمول - ۱۱

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n d)^2}{n}}{n-1}}$$

این آزمون دو طرفه می‌باشد.

فرض صفر:  $H_0: \bar{d} = 0$ فرض جایگزین:  $H_A: d \neq 0$  (۴)

### نتایج

**نتایج مربوط به برآورد حجم‌ها:** نتایج مربوط به برآورد حجم‌های مختلف از روش‌های مختلف در جدول شماره ۱ آمده است. در این جدول حجم واقعی، حجم برآوردی با استفاده از فرمول‌های ضریب شکل، ساده و پرسلر و همچنین حجم‌های برآوردی از دو جدول حجم‌چوکا و فرم کلاسدار سازمان جنگل‌ها برای تک تک درختان آمده است.

**نتایج مربوط به تست نرمالیتیه:** پس از انجام تست نرمالیتیه با استفاده از روش کولموگروف اسمیرنوف بر روی داده‌ها مشاهده گردید که p-value در تمام داده‌ها کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد و داده‌ها غیر نرمال هستند. بدلیل



اختلاف معنی داری با حجم واقعی دارند. به عبارت دیگر به احتمال ۹۵ درصد تفاوت بین حجمهای بدست آمده از فرمول ساده و حجم محلی با حجم واقعی معنی دار نیست. آزمون t جفتی برای گونه راش و سایر گونه‌ها به غیر از راش به صورت جداگانه نیز انجام گرفت. نتایج آزمون t جفتی برای گونه راش و سایر گونه‌ها کاملاً مشابه نتایج آزمون t جفتی برای کل گونه‌ها را نشان داد. در ابتدا این فرضیه که حجم بدست آمده از طریق ضریب شکل دقیق تر از سایر روش‌ها است وجود داشت. اما نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از ضریب شکل اختلاف معنی داری با حجم واقعی دارد. دلیل این اختلاف می تواند پهن برگ بودن گونه‌ها، نداشتن شکل کامل و درست پهن برگان و همچنین چند شاخه شدن گونه های پهن برگ در ارتفاعات بالا باشد. یافته های این تحقیق در مورد اختلاف حجم بدست آمده از جدول حجم فرم کلاسدار با حجم واقعی و نداشتن اختلاف بین حجم بدست آمده از جدول حجم چوکا با حجم واقعی با مطالعه اخلاصی در سال ۱۳۶۵ در مناطق جنگلی گیلان مطابقت دارد. نتیجه تحقیق ایشان نشان داد که استفاده از جداول حجم سازمان جنگل‌ها برای جنگلهای گیلان نمی تواند مناسب باشد و جداول حجم محلی (چوکا) برای

استفاده از ضریب شکل (۲۲۵/۱۱۲) و جدول حجم فرم کلاسدار سازمان جنگل‌ها (۲۳۱/۷۱۴) در مجموع برای ۵۶ گونه مقدار بیشتری از حجم واقعی داشتند. هر چند این مقادیر نشان میدهد که حجم های برآوردی از روش های فرمول ساده و جدول حجم محلی (چوکا) با حجم واقعی محاسبه شده نسبت به سه روش دیگر دارای کمترین اختلاف هستند. ولی تنها این اختلاف کم نمی تواند از لحاظ آماری بیان کننده مناسب بودن این دو روش و یا نامناسب بودن روش های دیگر باشد. بنابراین ضرورت یک آزمون آماری متناسب با داده های موجود ایجاد گردید. پس از نرمال سازی داده‌ها (بدلیل نرمال نبودن داده ها) آزمون t جفتی بین حجم واقعی و روشهای دیگر برآورد حجم مورد استفاده در این مطالعه انجام گردید. این آزمون بدلیل اینکه تک تک حجم‌های بدست آمده با روشهای مختلف را با یکدیگر مقایسه می کند برای تست داده های مطالعه حاضر مد نظر قرار گرفت. نتایج آزمون برای کل ۶۰ گونه نشان داد که حجم‌های بدست آمده بوسیله جدول حجم محلی و فرمول ساده اختلاف معنی داری با حجم واقعی نداشته و حجم‌های بدست آمده به سه روش دیگر ( فرمول پرسلر، استفاده از ضریب شکل و جدول فرم کلاس دار سازمان جنگل‌ها )

جدول ۱: نتایج محاسبه حجم به روشهای مختلف

ردیف	شمار درخت	گونه	شماره یارسل	ارتفاع (m)	قطر برابر سینه (cm)	حجم واقعی $M^3$	حجم از جدول محلی $M^3$	حجم با ضریب شکل	حجم از فرمول ساده $M^3$	حجم از فرمول پرسلر $M^3$	حجم از جدول فرم کلاسدار $M^3$
۱	۹۴	ملج	۱۴۱	۱۸	۲۲	۰/۳۲۹	۰/۳۲۳	۰/۳۲۳	۰/۳۴۸	۰/۳۷۱	۰/۳۷۱
۲	۳۵۱	ملج	۱۴۰	۱۴	۲۲	۰/۲۹۶	۰/۲۲۳	۰/۲۸۹	۰/۲۷۱	۰/۲۶۵	۰/۲۶۵
۳	۳۵۳	راش	۱۴۰	۱۸	۲۲	۰/۳۱۱	۰/۲۸۸	۰/۳۱	۰/۳۴۸	۰/۲۶	۰/۲۶
۴	۳۱۸	توسکا	۱۴۶	۲۱	۲۲	۰/۴۷۷	۰/۲۴۸	۰/۳۲۸	۰/۴۰۷	۰/۳۴۶	۰/۳۴۶
۵	۲۷	راش	۱۴۰	۱۷	۲۷	۰/۵۵۵	۰/۴۳۲	۰/۶۰۲	۰/۴۹۶	۰/۴۱	۰/۷۹۸
۶	۷۲	توسکا	۱۴۶	۱۶/۵	۲۸	۰/۴۵۸	۰/۶۳۴	۰/۵۰۱	۰/۵۱۷	۰/۳۹۶	۰/۷۰۶
۷	۱۵۰	راش	۱۴۶	۲۲/۵	۳۰	۱/۰۶۲	۰/۶۶۴	۱/۱۲۳	۰/۸۱	۰/۴۵۹	۰/۹۱۹
۸	۱۳۴	توسکا	۱۴۶	۱۵	۳۱	۰/۵۷	۰/۶۳۴	۰/۶۷	۰/۵۷۷	۰/۴۸۵	۰/۷۰۶
۹	۳۸۲	راش	۱۴۰	۱۵	۳۲	۰/۵۶۳	۰/۷۴۸	۰/۵۵	۰/۶۱۴	۰/۵۴۴	۰/۷۹۸
۱۰	۲۷	راش	۱۴۰	۲۲/۵	۳۳	۱/۳۹۱	۱/۰۷۵	۱/۵۴۳	۰/۹۸	۰/۸۲۴	۱/۲۴۹
۱۱	۲۶	راش	۱۴۶	۲۲	۳۳	۰/۶۹	۱/۰۷۵	۰/۹۱۷	۰/۹۵۸	۰/۸۰۶	۱/۲۴۹
۱۲	۱۳۲	راش	۱۴۶	۱۹	۳۵	۰/۸۲۶	۰/۹۵۴	۰/۹۰۵	۰/۹۳۱	۰/۷۴۷	۱/۲۴۹
۱۳	۱	ممرز	۱۴۱	۲۱	۳۶	۱/۱۹۷	۰/۸۴۳	۱/۳۲	۱/۰۸۹	۱/۰۶۱	۱/۹۰۲
۱۴	۴۳۱	ممرز	۱۴۰	۱۸	۳۷	۰/۶۶۹	۰/۸۴۳	۰/۹۰۱	۰/۹۸۶	۰/۷۴۹	۱/۹۰۲
۱۵	۱۳۷	راش	۱۴۶	۱۶	۳۹	۱/۱۶۷	۱/۳۰۶	۱/۲۵۶	۰/۹۷۳	۰/۹۹۱	۱/۳۸۳
۱۶	۱۴۹	راش	۱۴۰	۲۲	۴۰	۱/۱۳۵	۱/۳۰۶	۱/۱۹۶	۱/۴۰۸	۱/۰۵۹	۱/۶۴
۱۷	۱۴۷	راش	۱۴۱	۱۸	۴۲	۱/۴۳۴	۱/۳۰۶	۱/۶۴۲	۱/۲۷	۱/۳۱۶	۱/۶۴
۱۸	۵۵	راش	۱۴۱	۲۱	۴۲	۱/۲	۱/۴۷۲	۱/۴۸۳	۱/۴۸۲	۱/۲۹۷	۱/۶۴
۱۹	۵۶	ممرز	۱۴۰	۲۴	۴۳	۲/۴۸۲	۱/۴۹۵	۲/۵۱۲	۱/۷۷۵	۱/۳۲۱	۱/۸۰۲
۲۰	۲۰۳	راش	۱۴۶	۲۷	۴۴	۲/۰۵۹	۱/۹۴۲	۲/۲۵۳	۲/۰۹۱	۲/۰۵۲	۲/۰۷
۲۱	۳	ممرز	۱۴۱	۱۸	۴۴	۱/۶۳۲	۱/۴۹۵	۱/۹۵۴	۱/۳۹۴	۰/۹۷۸	۱/۸۰۲
۲۲	۸۵	توسکا	۱۴۱	۲۰	۴۵	۱/۲۸۹	۱/۶۲۱	۱/۶۲۷	۱/۶۲	۱/۳۱۹	۱/۸۰۲
۲۳	۲۰	توسکا	۱۴۰	۲۴	۴۶	۲/۰۵۷	۱/۶۲۱	۲/۳۲۱	۲/۰۳۱	۱/۵۱۲	۱/۸۰۲
۲۴	۱۲۱	ممرز	۱۴۱	۲۶	۴۷	۲/۴۴۸	۱/۴۹۵	۲/۱۴۱	۲/۲۹۷	۱/۹۲۵	۱/۸۰۲
۲۵	۴	توسکا	۱۴۱	۲۲	۵۰	۱/۹۵	۲/۰۶۹	۲/۳۲۲	۲/۲	۱/۵۹	۲/۲۱۵
۲۶	۵۴	ممرز	۱۴۶	۲۰	۵۰	۲/۱۲۲	۱/۹۰۲	۲/۶۰۵	۲	۱/۷۸۶	۲/۲۱۵
۲۷	۱۷	ممرز	۱۴۰	۱۵	۵۰	۱/۰۴۱	۱/۹۰۲	۱/۲۱۵	۱/۵	۱/۰۰۱	۱/۸۷۹
۲۸	۱۴۹	راش	۱۴۱	۲۶	۵۲	۲/۲۲۳	۲/۴۸۸	۲/۵۷۹	۲/۸۱۲	۱/۹۳۲	۲/۸۹۸

ادامه جدول ۱-

۳/۵۴۲	۲/۳۳	۳/۳۷۱	۳/۰۱	۳/۱۱۴	۲/۹۹۵	۵۳	۳۰	۱۴۶	راش	۲۳۹	۲۹
۳/۵۴۲	۲/۸	۳/۰۳۳	۳/۰۴۱	۳/۱۱۴	۲/۸۵۶	۵۴	۲۶	۱۴۰	راش	۱۵۳	۳۰
۳/۵۴۲	۳/۳۴	۳/۶۳۸	۳/۸۴۵	۳/۱۱۴	۳/۳۷۲	۵۶	۲۹	۱۴۶	راش	۱۸۹	۳۱
۳/۰۶۲	۲/۰۶۶	۲/۹۸۹	۴/۱۱	۲/۳۶۳	۳/۲۳	۵۷	۲۳	۱۴۶	ممرز	۳۱۵	۳۲
۲/۵۷۶	۲/۸۳۱	۲/۰۷۹	۳/۰۷۶	۳/۱۱۴	۲/۸۸	۵۷	۱۶	۱۴۶	راش	۱۴۶	۳۳
۴/۲۵۱	۳/۶۷۱	۴/۰۳۷	۴/۱۶۵	۳/۸۲۲	۴/۰۱۴	۵۸	۳۰	۱۴۶	راش	۱۹۲	۳۴
۴/۲۵۱	۳/۳۰۱	۴/۰۳۷	۳/۷۶۳	۳/۸۲۲	۴/۴۳۱	۵۸	۳۰	۱۴۶	راش	۲۱۳	۳۵
۴/۲۵۱	۳/۸۱۱	۳/۵۶۶	۳/۸۰۵	۳/۳۹۱	۳/۵۶۵	۵۸	۲۶/۵	۱۴۶	راش	۱۲۹	۳۶
۳/۶۷۶	۳/۰۳۳	۳/۸۲۹	۳/۳۲۱	۲/۸۸۲	۳/۴۱۸	۵۹	۲۷/۵	۱۴۰	توسکا	۳۳	۳۷
۴/۲۵۱	۳/۵۹۳	۴/۱۶۸	۳/۸۳۳	۳/۸۲۲	۳/۹۱۹	۶۱	۲۸	۱۴۶	راش	۱۷۵	۳۸
۴/۲۵۱	۳/۸۶۶	۴/۴۶۵	۴/۶۶۱	۳/۸۲۲	۴/۰۸	۶۱	۳۰	۱۴۱	راش	۳۷	۳۹
۴/۲۵۱	۳/۴۷۶	۴/۰۱۹	۴/۰۱۴	۳/۸۲۲	۴/۱۵۱	۶۱	۲۷	۱۴۱	راش	۴۷	۴۰
۳/۶۷۶	۳/۲۶۹	۳/۹۲۱	۳/۵۹۹	۳/۰۶۳	۳/۷۸۳	۶۲	۲۵/۵	۱۴۱	ملج	۲۳	۴۱
۳/۶۸	۲/۴۲۴	۳/۰۷۵	۳/۰۴	۳/۸۲۲	۳/۵۶۲	۶۲	۲۰	۱۴۱	راش	۳	۴۲
۴/۲۵۱	۳/۹۹۳	۳/۹۹۸	۴/۷۲۵	۳/۸۲۲	۳/۹۳۹	۶۲	۲۶	۱۴۶	راش	۳۵	۴۳
۵/۶۰۲	۴/۵۶۶	۵/۴۰۸	۵/۳۴۸	۴/۶۱۳	۵/۵۴۸	۶۵	۳۲	۱۴۱	راش	۱۲۵	۴۴
۴/۳۶۸	۵/۰۴۹	۴/۸۷۹	۴/۹۲۸	۳/۷۹۷	۴/۰۰۶	۶۶	۲۸	۱۴۰	توسکا	۸	۴۵
۵/۶۰۲	۴/۴۹۹	۵/۳۸۷	۵/۶۱۷	۴/۶۱۳	۵/۲۰۹	۶۷	۳۰	۱۴۱	راش	۲	۴۶
۵/۰۸۸	۳/۵۹۴	۴/۲۵۴	۳/۰۳۴	۳/۷۹۸	۳/۰۲۹	۶۸	۳۳	۱۴۶	توسکا	۲۹	۴۷
۶/۶۱۸	۶/۰۳۸	۶/۱۰۴	۶/۰۶۸	۵/۴۹۲	۵/۸۶۴	۶۸	۳۳	۱۴۱	راش	۱۳۵	۴۸
۶/۶۱۸	۵/۶۴۳	۵/۲۳۷	۵/۹۰۸	۵/۴۹۲	۵/۴۸	۶۹	۲۷/۵	۱۴۶	راش	۱۸۴	۴۹
۶/۶۱۸	۵/۷۱۲	۶/۴۵۲	۶/۵۴۷	۵/۴۹۲	۵/۹۲۶	۷۱	۳۲	۱۴۶	راش	۱۶۲	۵۰
۶/۶۱۸	۵/۸۷۴	۶/۲۲۱	۵/۸۲۲	۵/۴۹۲	۵/۴۶۲	۷۲	۳۰	۱۴۰	راش	۱۴۱	۵۱
۷/۷۱۳	۶/۰۳۸	۶/۸۲۱	۶/۷۰۱	۶/۴۶	۶/۳۹۴	۷۳	۳۲	۱۴۶	راش	۱۶۶	۵۲
۷/۷۱۳	۶/۵۴۴	۷/۲۹۳	۷/۳۷۹	۶/۴۶	۶/۳۸۷	۷۶	۳۲	۱۴۱	راش	۱۰۶	۵۳
۶/۷۸	۴/۷۳۱	۶/۲۳۸	۶/۱۰۳	۶/۴۶	۵/۴۶۹	۷۶	۲۷	۱۴۶	راش	۱۷۴	۵۴
۸/۸۶۱	۸/۴۶۴	۸/۹۷	۹/۴۵	۷/۵۲	۸/۱۲۴	۸۱	۳۳/۹	۱۴۶	راش	۱۷۶	۵۵
۱۰/۰۷۹	۹/۵۰۹	۸/۶۷	۱۰/۴۱	۸/۶۷۳	۹/۹۹۹	۸۵	۳۰	۱۴۰	راش	۳۲۷	۵۶
۱۰/۰۷۹	۹/۹۶۲	۱۰/۵۹۷	۱۳/۳۸	۸/۶۷۳	۱۰/۳۷۳	۸۷	۳۵	۱۴۱	راش	۱۰۰	۵۷
۱۱/۳۳۳	۹/۵۹	۱۰/۸۳۴	۹/۲	۹/۹۲۱	۹/۲۷۳	۹۲	۳۲	۱۴۶	راش	۲۱۹	۵۸
۱۲/۷۲۴	۹/۲۸۱	۱۱/۱۹۱	۱۱/۲۸۱	۱۱/۲۷	۷/۸۱۳	۹۵	۳۱	۱۴۶	راش	۳۱	۵۹
۱۴/۱۷۹	۱۲/۸۷۷	۱۴/۵۶۶	۱۵/۷۹	۱۲/۷۱	۱۴/۷۲۹	۱۰۲	۳۵	۱۴۱	راش	۸۴	۶۰

جفتی برای کل گونه‌ها t

جدول ۲: نتایج آزمون t جفتی برای کل گونه‌ها

حجم واقعی M۳					پارامترهای آماری
n	t محاسبه شده	t جدول	$\bar{d}$	SD (انحراف معیار)	
۶۰	* ۱/۳۶۷	۲/۰۰۱	۰/۰۴۱	۰/۲۳۲	حجم با استفاده از جدول حجم چوکا M <sup>۳</sup>
۶۰	ns ۴/۹۷۷	۲/۰۰۱	۰/۰۷۸	۰/۱۲۱	حجم با استفاده از ضریب شکل M <sup>۳</sup>
۶۰	* ۱/۶۳	۲/۰۰۱	۰/۰۳۵	۰/۱۶۵	حجم با استفاده از فرمول ساده M <sup>۳</sup>
۶۰	ns ۴/۵۳	۲/۰۰۱	۰/۱۱۶	۰/۱۹۸	حجم با استفاده از فرمول پرسلر M <sup>۳</sup>
۵۶	ns ۴/۹۷	۲/۰۰۵	۰/۱۵۵	۰/۲۳۳	حجم با استفاده از جدول حجم فرم کلاسدار

※: اختلاف بین دو حجم در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار نیست. NS: اختلاف بین دو حجم در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار است.

جدول ۳: نتایج آزمون t جفتی برای گونه راش

حجم واقعی M <sup>3</sup>					پارامترهای آماری
n	t محاسبه شده	جدول t	$\bar{x}$	SD (انحراف معیار)	
۴۰	* ۰/۳۵۴	۲/۰۲۲	۰/۰۰۹	۰/۱۶۸	حجم با استفاده از جدول حجم چوکا M <sup>3</sup>
۴۰	ns ۴/۸۳	۲/۰۲۲	۰/۰۷۷	۰/۱۰۱	حجم با استفاده از ضریب شکل M <sup>3</sup>
۴۰	* ۱/۱۸۰	۲/۰۲۲	۰/۰۲۹	۰/۱۵۵	حجم با استفاده از فرمول ساده M <sup>3</sup>
۴۰	ns ۳/۳۷	۲/۰۲۲	۰/۰۹۷	۰/۱۸۳	حجم با استفاده از فرمول پرسلر M <sup>3</sup>
۳۹	ns ۵/۳۱	۲/۰۲۳	۰/۱۴۰	۰/۱۶۵	حجم با استفاده از جدول حجم فرم کلاسداری M <sup>3</sup>

\*: اختلاف بین دو حجم در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار نیست. NS: اختلاف بین دو حجم در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار است.

جدول ۴: نتایج آزمون t جفتی برای کل گونه‌ها غیر از راش

حجم واقعی M <sup>3</sup>					پارامترهای آماری
n	t محاسبه شده	جدول t	$\bar{x}$	SD (انحراف معیار)	
۲۰	* ۱/۴۵	۲/۰۹۳	۰/۱۰۴	۰/۳۲۱	حجم با استفاده از جدول حجم چوکا M <sup>3</sup>
۲۰	ns ۲/۲۴	۲/۰۹۳	۰/۰۷۹	۰/۱۵۷	حجم با استفاده از ضریب شکل M <sup>3</sup>
۲۰	* ۱/۰۹	۲/۰۹۳	۰/۰۴۷	۰/۱۹۰	حجم با استفاده از فرمول ساده M <sup>3</sup>
۲۰	ns ۳/۰۱	۲/۰۹۳	۰/۱۵۱	۰/۲۲۴	حجم با استفاده از فرمول پرسلر M <sup>3</sup>
۱۷	ns ۲/۲۲	۲/۱۱۰	۰/۱۸۷	۰/۳۴۷	حجم با استفاده از جدول حجم فرم کلاسداری

\*: اختلاف بین دو حجم در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار نیست. NS: اختلاف بین دو حجم در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار است.

### منابع مورد استفاده

- ۱- اخلاصی، غضنفر، ۱۳۶۵؛ بررسی جداول حجم محلی گیلان و مقایسه آن با جداول حجم سازمان جنگل‌ها، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲۰۹ صفحه.
- ۲- اصلی، ع، برگل، دو زبیری، م، ۱۳۵۳؛ جدول حجم گونه راش در سری پانوم جنگل خیرودکنار، نشریه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، شماره ۳۴: ص ۲۰-۱.
- ۳- زبیری، م، ۱۳۷۳؛ آمار برداری در جنگل (اندازه‌گیری درخت و جنگل). انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۴۰۱ صفحه.
- ۴- زبیری، م، ۱۳۸۱؛ زیست‌سنجی (بیومتری) جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۴۱۱ صفحه.
- ۵- حق وردی، کتابون، ۱۳۸۰؛ برآورد حجم گونه راش در منطقه ویسر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، ۹۶ صفحه.
- ۶- رسانه، یداله، ۱۳۶۴؛ بررسی دقت فرمول پرسلر در حجم یابی درختان سرپا (راش) منطقه گرگان، نشریه دفتر فنی جنگلداری، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور.
- ۷- سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۳۶۴؛ جدول حجم گونه راش برای جنگلهای مازندران، دفتر فنی جنگلداری، ۳۵۵ صفحه.
- ۸- سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۳۷۹؛ طرح جنگلداری سری ۱ ناو، تهیه شده توسط شرکت تاک سبز، ۳۱۴ صفحه.
- ۹- معصومیان، علی، ۱۳۷۶؛ بررسی شکل درخت جهت برآورد حجم آن در گونه راش در توده جنگلی ویسر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، ۸۸ صفحه.

برآورد حجم در گیلان مناسب می‌باشد. یافته‌های زیری، برگل و اصلی در سال ۱۳۵۵ در خیرودکنار نوشهر نیز اختلاف بین حجم بدست آمده از جدول حجم فرم کلاس دار و جدول حجم محلی تهیه شده برای منطقه را نشان می‌دهد. دفتر فنی جنگلداری سازمان جنگل‌ها و مراتع (توسط رسانه) در سال ۱۳۶۴ نشان داد که برآورد حجم از طریق فرمول پرسلر در صورت داشتن فرم مشخص درخت قابل استفاده می‌باشد و برای درختان مناطق شمال با قطر برابر سینه بالا این فرمول دقت لازم را ندارد. در این تحقیق نیز بین حجم‌های بدست آمده از روش پرسلر با حجم واقعی اختلاف معنی داری وجود داشته و با دقت بالایی حجم درختان شمال را برآورد نمی‌کند. برای برآورد حجم در موقع نشانه گذاری در منطقه مورد مطالعه از جدول حجم محلی (چوکا) استفاده می‌گردد. مطالعه حاضر نشان داد که در این مناطق با استفاده از جدول حجم چوکا حجم با دقت خوبی برآورد می‌گردد. برآورد دقیق حجم از طریق فرمول ساده و همچنین جدول یک عامله چوکا که بر اساس قطر می‌باشد، و از طرف دیگر دقیق نبودن برآورد حجم از روشهای پرسلر، ضریب شکل درخت که بیشتر در ارتباط با شکل درخت می‌باشند، نشان دهنده نامناسب بودن شکل درخت در جنگل‌های شمال می‌باشد. پیشنهاد می‌گردد که برای تمام جنگل‌های شمال برای برآورد حجم جداول حجم محلی تهیه گردد. برآورد حجم به وسیله فرمول پرسلر برای جنگل‌های کشور ایران دقیق نمی‌باشد. بنابراین پیشنهاد می‌گردد از این فرمول در ایران برای برآورد حجم درختان جنگل‌های طبیعی استفاده نگردد.