

جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۷، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۰۶

ص ۳۸۳-۳۹۵

ارائه روشی کارآمد در محاسبه قطر یقه درختان شاخه‌زاد

بلوط ایرانی در جنگل‌های خشک و نیمه‌خشک زاگرس

❖ سید یوسف عرفانی‌فرد*؛ استادیار، بخش مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
❖ حمید سلیمانی؛ دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

چکیده

قطر از مشخصه‌های مهم در آمار جنگل است که ارائه روشی مناسب برای اندازه‌گیری آن، به‌ویژه در درختان شاخه‌زاد، اهمیت زیادی دارد. به این موضوع در جنگل‌های زاگرس - که بخش بیشتر آن‌ها را درختان شاخه‌زاد تشکیل می‌دهند - باید بیشتر توجه شود. بنابراین، این پژوهش با هدف دستیابی به روشی کارآمد در محاسبه قطر یقه درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی - از مهم‌ترین گونه‌های جنگل‌های زاگرس - انجام شده است. بدین‌منظور، در ۲۳۵ درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی در دشت برم استان فارس، قطر یقه به دو روش، و مساحت و ارتفاع تاج و ارتفاع درختان اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد میانگین قطر یقه با روش اول ($12/69 \pm 24/06$ سانتی‌متر) با روش دوم ($13/03 \pm 7/22$ سانتی‌متر) از نظر آماری متفاوت بوده و همبستگی معنی‌دار بیشتری با سایر ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان دارد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت روش اول استفاده‌شده در این پژوهش، روشی کارآمد در محاسبه قطر درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی در منطقه مورد تحقیق است. همچنین، توصیه می‌شود این روش در سایر درختان شاخه‌زاد جنگل‌های زاگرس ارزیابی شود تا در صورت تأیید، برای کل جنگل‌های زاگرس به‌صورت یک دستورالعمل واحد استفاده شود.

واژگان کلیدی: بلوط ایرانی، زاگرس، شاخه‌زاد، قطر یقه، همبستگی

مقدمه

ویژگی زیست‌سنجی قطر برابر سینه^۱ مهم‌ترین عامل قابل اندازه‌گیری یک درخت در آماربرداری جنگل است [۱، ۲]. بین تمام ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری یک درخت، قطر برابر سینه به‌عنوان ساده‌ترین صفت شناخته شده که همبستگی معنی‌داری با عواملی چون ارتفاع، حجم، تاج، ضریب شکل، و دیگر مشخصه‌های یک درخت دارد. بنابراین، بررسی و پایش تغییرات آن در مدیریت توده‌های جنگلی اهمیت ویژه‌ای دارد [۳، ۴]. در کشورهای مانند ایران که از سامانه متریک استفاده می‌کنند، قطر برابر سینه در ارتفاع ۱/۳ متر از سطح زمین اندازه‌گیری می‌شود [۱، ۵]. این کار در توده‌های جنگلی دانه‌زاد به‌سادگی انجام می‌شود. در حالی که در توده‌های شاخه‌زاد که بیش از ۹۰ درصد ناحیه رویشی زاگرس را تشکیل می‌دهند [۶]، دستورالعمل مشخصی برای اندازه‌گیری این ویژگی مهم زیست‌سنجی در دسترس نیست. اگرچه قطر درختان شاخه‌زاد در بسیاری از تحقیقات انجام‌گرفته در ناحیه رویشی زاگرس با موضوعات گوناگون مورد توجه محققان بوده است [۶، ۷]. بنابراین، ارائه روشی مناسب و کارآمد در اندازه‌گیری این ویژگی زیست‌سنجی مهم در جنگل‌های زاگرس ضروری به‌نظر می‌رسد. جنگل‌های زاگرس از مناطق مهم و باارزش منابع طبیعی کشور ایران است که بخش وسیعی از سلسله‌جبال زاگرس را شامل می‌شود که با عنوان جنگل‌های نیمه‌خشک طبقه‌بندی شده‌اند و ۴۰ درصد کل جنگل‌های ایران را به خود اختصاص داده‌اند. این جنگل‌ها بیشترین تأثیر را در تأمین آب، خاک، تعدیل آب و هوا، و تعادل اقتصادی و اجتماعی در کل کشور دارند [۸، ۹]. این جنگل‌ها از نظر وسعت، پراکنش، نوع گونه، و محصولات جنگلی نقش بسیار مهمی در معیشت بخش عظیمی

از ساکنان خود بر عهده دارند و در عین حال از مهم‌ترین منابع اکولوژیک و ذخایر ژنتیک ایران به حساب می‌آیند. بنابراین، مدیریت این منطقه در چهارچوب یک سیاست جنگل‌داری منسجم کاملاً ضروری به‌نظر می‌رسد [۱۰، ۱۱]. بدین‌منظور، در اختیار داشتن داده‌هایی از ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان در این جنگل‌ها با صحت و دقت مناسب که با استفاده از روش‌های مقبول تهیه شده‌اند اجتناب‌ناپذیر است. در زمینه اندازه‌گیری قطر برابر سینه و استفاده از آن در مطالعات کمی و کیفی توده‌های جنگلی دانه‌زاد مطالعات بسیاری تاکنون در داخل [۲، ۴] و خارج [۱۲، ۱۳] از ایران انجام شده است. اندازه‌گیری قطر در درختان علاوه بر ارتفاع برابر سینه، در محل خروج تنه از خاک نیز صورت می‌گیرد که به آن قطر یقه^۲ می‌گویند. این اندازه‌گیری علاوه بر نهالستان‌های جنگلی، در درختانی انجام می‌شود که در درخت‌زارها و جنگل‌های شاخه‌زاد رشد کرده‌اند و قطر برابر سینه در آن‌ها کارایی لازم را ندارد [۱۴، ۱۵]. بدین‌ترتیب، می‌توان این مشخصه مهم را اندازه‌گیری کرد و از آن نیز در مدیریت جنگل‌های شاخه‌زاد و مطالعات بوم‌شناختی و جنگل‌شناسی آن‌ها کمک گرفت. این موضوع در جنگل‌های زاگرس اهمیت بیشتری می‌یابد، زیرا بر اساس تحقیقات قبلی [۱۶] فقط از مشخصه تاج‌پوشش برای مدیریت این جنگل‌ها و انجام مطالعات گوناگون استفاده می‌شود. در برخی از مطالعات انجام‌گرفته در جنگل‌های زاگرس، برای اندازه‌گیری قطر در درختان شاخه‌زاد بلوط و بنه از ارتفاع برابر سینه استفاده شده است [۷، ۱۷]، ولی در هیچ‌یک از مطالعات مذکور به نحوه اندازه‌گیری و روش محاسبه قطر برابر سینه در درختان شاخه‌زاد که از مجموعه‌ای از جست‌گروه‌ها تشکیل شده‌اند اشاره

1. Diameter at Breast Height [DBH]

2. Diameter at Root Collar [DRC]

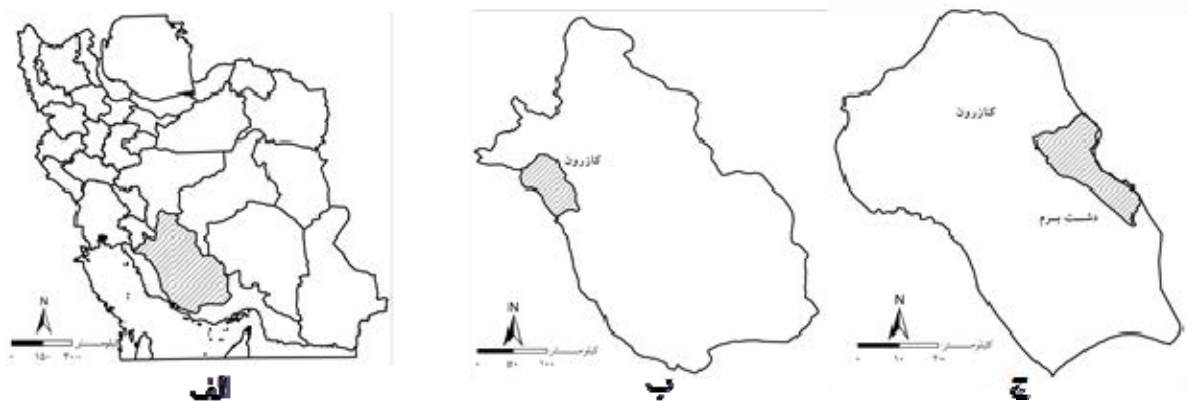
توسعه این رویشگاه مهم ضروری به‌نظر می‌رسد. بنابراین، این پژوهش با هدف ارائه روشی مناسب برای محاسبه قطر یقه در درختان شاخه‌زاد جنگل‌های زاگرس انجام گرفت. سنجش قطر یقه با دو روش اشاره‌شده در درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گونه‌های جنگل‌های زاگرس به‌کار رفته و همبستگی آن با سایر ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان مقایسه شد تا روش مناسب انتخاب و معرفی شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

برای انجام این پژوهش، بخشی از توده‌های بلوط ایرانی جنگل‌های زاگرس واقع در استان فارس انتخاب شد. محدوده مورد بررسی از لحاظ تقسیمات کشوری در استان فارس، شهرستان کازرون، بخش کوهمره و دهستان دشت برم واقع شده است. از لحاظ جغرافیایی نیز در محدوده $15^{\circ} 46' 51''$ و $23^{\circ} 2' 52''$ طول شرقی و $29^{\circ} 25' 59''$ و $29^{\circ} 41'$ عرض شمالی واقع شده است. این محدوده که با نام دشت برم شناخته می‌شود (شکل ۱) پوشیده از درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی به‌طور خالص است.

نشده است. در حالی که در سایر پژوهش‌های مورد بررسی، برای اندازه‌گیری قطر در درختان شاخه‌زاد میانگین مجموع قطرهای هریک از جست‌ها در هر جست‌گروه در محل‌کنده مبنای محاسبه قطر در درختان شاخه‌زاد است [۱۵، ۱۸]. با توجه به مطالعاتی که تاکنون انجام شده و همچنین ضرورت دسترسی به یک دستورالعمل کارآمد در اندازه‌گیری قطر در درختان شاخه‌زاد جنگل‌های زاگرس، علاوه بر امکان استفاده از میانگین مجموع قطر یقه جست‌گروه‌ها در این جنگل‌ها، کاربرد یک روش جدید نیز در این پژوهش بررسی شد. از آنجا که این روش جدید برای درختان شاخه‌زاد ارائه شده، کاربرد آن در مورد بلوط ایرانی (*Quercus branti Lindl.*)، از مهم‌ترین گونه‌های جنگل‌های زاگرس، ضروری به‌نظر می‌رسد تا در صورت تأیید کارایی آن، برای مطالعات بعدی پیشنهاد شود. با توجه به اهمیت فراوان توده‌های شاخه‌زاد جنگل‌های زاگرس در حفظ آب و خاک از طرفی و همچنین در اختیار نداشتن روشی کارآمد در اندازه‌گیری قطر در این توده‌ها برای مطالعات بوم‌شناختی از طرف دیگر، دستیابی به راه‌کاری قابل اطمینان برای به‌دست آوردن اطلاعات کمی مقبول در مورد این ویژگی مهم زیست‌سنجی برای ارائه راه‌کارهایی مفید جهت حفظ، احیا، و



شکل ۱. موقعیت دشت برم (منطقه مورد مطالعه) در ایران (الف)، استان فارس (ب)، و شهرستان کازرون (ج)

(رابطه ۵) محاسبه شد [۵].

$$S_{SD} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n SD_i^2 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n SD_i}{n}\right)^2}{n(n-1)}} \quad (۳)$$

$$E = t \times S_{SD} \quad (۴)$$

$$E\% = \frac{E \times 100}{SD} \quad (۵)$$

در این رابطه‌ها، \overline{SD} میانگین قطر یقه، S_{SD} اشتباه معیار، n تعداد نمونه‌ها، E اشتباه آماربرداری، و $E\%$ درصد اشتباه آماربرداری است.

تحلیل‌های آماری

برای ارزیابی روش‌های مورد استفاده و بررسی رابطه بین متغیرهای درختان شاخه‌زاد، همبستگی بین قطر یقه درختان شاخه‌زاد که از دو روش اشاره‌شده به‌دست آمده با سه مشخصه مساحت تاج (CA)، ارتفاع تاج (CH)، و ارتفاع جست‌گروه (TH) نیز بررسی شد. پس از بررسی نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. معنی‌داری همبستگی بین مشخصه‌های اشاره‌شده نیز از نظر آماری ارزیابی شد. همچنین، معنی‌داری اختلاف بین ضرایب همبستگی پیرسون نیز با آزمون Z بررسی شد (رابطه ۶). در صورتی که عدد به‌دست آمده خارج از دامنه $\pm 1/96$ باشد، معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب همبستگی به لحاظ آماری در سطح ۵ درصد تأیید می‌شود [۲۰].

$$Z = \frac{Z_1 - Z_2}{\sqrt{\frac{1}{n-3}}} \quad (۶)$$

معنی‌داری رابطه بین قطر یقه با متغیرهای زیست‌سنجی ذکرشده با استفاده از برقراری رگرسیون بین آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 15.0 بررسی شد. این بررسی فقط برای ارزیابی ارتباط متغیرهای زیست‌سنجی از یک جنبه دیگر، علاوه بر مطالعه

متوسط درجه حرارت این محدوده ۱۳/۶۹ درجه سلسیوس، متوسط بارندگی ۸۳۸ میلی‌متر، و ارتفاع آن بین ۱۱۵۸ تا ۳۰۲۰ متر است [۱۹]. با بررسی میدانی در بخشی از این منطقه به مساحت حدود ۳۰۰ هکتار و مشاهده تصاویر ماهواره‌ای IKONOS آن، تعداد ۲۳۵ پایه درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی که هر کدام به‌صورت یک جست‌گروه و دارای تاج مستقل بودند، برای این تحقیق انتخاب شدند که قطر جست‌گروه‌ها در یقه، مساحت و ارتفاع تاج، و ارتفاع جست‌گروه در آن‌ها اندازه‌گیری شد.

روش‌های محاسبه قطر یقه

در اندازه‌گیری مشخصه قطر یقه برای هر جست‌گروه در درختان شاخه‌زاد - که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است - کلیه جست‌هایی که حداقل ۳۰/۵ سانتی‌متر ارتفاع و ۲/۵ سانتی‌متر قطر در محل خروج از کنده دارند لحاظ شدند. پس از اندازه‌گیری قطر یقه کل جست‌های هر جست‌گروه با نوار قطرسنج، با استفاده از رابطه ۱ برای هر جست‌گروه یک قطر متوسط محاسبه شد [۱۴].

$$DRC = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n SD_i^2}{n}} \quad (۱)$$

در رابطه ۱، SD بیانگر قطر یقه هر جست و n تعداد جست در هر جست‌گروه است. برای ارزیابی کارایی روش اول با روش متداول در سایر مطالعات برای اندازه‌گیری قطر یقه در درختان شاخه‌زاد، روش مذکور (رابطه ۲) نیز استفاده شد و نتایج هر دو روش از نظر آماری با استفاده از آزمون t جفتی مقایسه شد [۱۵، ۱۸].

$$DRC = \frac{\sum_{i=1}^n SD_i}{n} \quad (۲)$$

پس از محاسبه میانگین قطر یقه، اشتباه معیار (رابطه ۳)، اشتباه آماربرداری (رابطه ۴)، و درصد آن

محاسبه آن در درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی که به صورت جست گروه‌های متشکل از چندین جست هستند انجام گرفت. در تنها تحقیق انجام شده در مورد بلوط ایرانی [۶] برای اندازه‌گیری قطر در درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی زاگرس مرکزی از ارتفاع برابر سینه استفاده شده است. همچنین، در تحقیقی بر روی درختان شاخه‌زاد وی‌ول در جنگل‌های زاگرس شمالی [۷] از قطر در ارتفاع برابر سینه استفاده کرده‌اند. برای بررسی درختان شاخه‌زاد بنه در جنگل‌های زاگرس [۱۷] نیز از قطر در ارتفاع برابر سینه استفاده کرده‌اند. چنانکه اشاره شد، در مطالعاتی که تاکنون در منطقه رویشی زاگرس بر روی درختان شاخه‌زاد بلوط و بنه انجام گرفته از قطر برابر سینه استفاده شده است. این در حالی است که با توجه به تحقیقات انجام گرفته، قطر در ارتفاع برابر سینه برای درختان شاخه‌زاد کارایی لازم را ندارد [۱۴] و سایر پژوهش‌ها نیز این موضوع را تأیید کرده‌اند [۱۵، ۱۸]. بنابراین، باید از روش‌های مناسب طراحی شده برای درختان شاخه‌زاد، یعنی اندازه‌گیری قطر یقه، استفاده کرد و ارزیابی کارایی این روش‌ها برای درختان بلوط ایرانی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گونه‌های منطقه رویشی زاگرس [۶] اجتناب‌ناپذیر است.

برای دستیابی به اهداف این پژوهش، ویژگی‌های زیست‌سنجی ۲۳۵ درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی اندازه‌گیری شد. میانگین قطر یقه به روش اول (رابطه ۱) $24/06$ سانتی‌متر ($\pm 12/69$)، و به روش دوم (رابطه ۲) $13/03$ سانتی‌متر ($\pm 7/22$) به دست آمد. آزمون آماری t جفتی نشان داد که در سطح ۵ درصد، اختلاف بین این دو میانگین معنی‌دار است و دو روش از نظر آماری متفاوت‌اند (جدول ۱). چنانکه در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، درصد اشتباه آماربرداری (دقت نمونه‌برداری) در هر دو روش

ضریب همبستگی پیرسون متغیرها، انجام شد. هدف از این بررسی، تعیین میزان وابستگی قطر یقه به ویژگی‌های زیست‌سنجی اشاره‌شد بود تا روشی انتخاب شود که قطر یقه حاصل از آن وابستگی بیشتری دارد. این مدل‌سازی با استفاده از ۱۵۰ درخت از ۲۳۵ درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی آماربرداری شده انجام گرفت. برای بررسی آماری رگرسیون‌ها نیز از تجزیه واریانس (ANOVA) استفاده شد. برای این کار تعداد ۱۵۰ درخت از کل درختان شاخه‌زاد اندازه‌گیری شده به‌طور تصادفی انتخاب شدند. مدل‌های گوناگون رگرسیون (خطی، لگاریتمی، معکوس، درجه دوم و سوم، مرکب، توانی، منحنی S، منحنی رشد، نمایی، و لجستیک) بین متغیر قطر در یقه و سه ویژگی زیست‌سنجی اشاره‌شده به‌کار رفتند. سپس، مدلی که بیشترین مقدار ضریب تبیین (R^2) را برای هر یک از متغیرها داشت انتخاب شد. برای بررسی صحت و کارایی مدل‌های به‌دست آمده، که با استفاده از داده‌های ۱۵۰ درخت بین متغیرها برقرار شده بود، قطر یقه برای ۸۵ درخت باقی‌مانده برآورد شد و یک به یک با مقدار واقعی آن‌ها مقایسه گردید. مقدار مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) نیز با استفاده از رابطه ۷ محاسبه شد [۲۰].

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (SD_i - \widehat{SD}_i)^2}{n-2}} \quad (7)$$

در این رابطه، n تعداد نمونه‌ها، SD_i قطر یقه واقعی، و \widehat{SD}_i قطر یقه برآوردشده است.

نتایج و بحث

با توجه به اهمیت قطر از طرفی و ضرورت دستیابی به روشی کارآمد در محاسبه این مشخصه در درختان شاخه‌زاد منطقه رویشی زاگرس از طرف دیگر، این تحقیق با هدف ارائه یک روش مناسب در

یقه با هر دو روش به لحاظ آماری همبستگی معنی داری (در سطح ۱ درصد) با سایر ویژگی‌های زیست‌سنجی دارد، مقدار ضرایب همبستگی در روش اول به لحاظ آماری به‌طور معنی داری (در سطح ۵ درصد) بیشتر از روش دوم است، یعنی قطر یقه حاصل از روش اول به سایر ویژگی‌ها همبسته‌تر است. آزمون ضرایب همبستگی پیرسون این موضوع را نشان داد. نتایج نشان داد قطر یقه محاسبه‌شده با روش اول همبستگی معنی دار بیشتری با سایر مشخصه‌های مورد مطالعه دارد. همچنین این بیشتر بودن نسبت به روش دوم به لحاظ آماری نیز معنی دار است (جدول ۴).

مطلوب است (کمتر از ۲۰ درصد در جنگل‌های خشک و نیمه‌خشک [۲۱]) و در روش اول کمتر از روش دوم است. جدول ۲ نیز میانگین ویژگی‌های زیست‌سنجی اندازه‌گیری‌شده در درختان مورد بررسی را نشان داده، و چنانکه ملاحظه می‌شود، درصد اشتباه آماربرداری آن‌ها مطلوب است. آزمون کولموگروف - اسمیرنوف نیز نشان داد که داده‌های اندازه‌گیری‌شده در سطح ۵ درصد از توزیع نرمال پیروی می‌کنند (جدول ۳). برای انتخاب روش مناسب‌تر، از همبستگی بین قطر یقه با سه ویژگی مساحت و ارتفاع تاج و ارتفاع درخت (جدول ۲) استفاده شد. جدول ۴ نشان می‌دهد که اگرچه قطر

جدول ۱. نتایج حاصل از اندازه‌گیری قطر یقه درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی و آزمون آماری اختلاف آن‌ها (n=۲۳۵)

روش‌ها	میانگین (سانتی‌متر)	اشتباه آماربرداری	درصد اشتباه آماربرداری (دقت نمونه‌برداری)	آماره آزمون t (df=۲۳۴)	معنی داری (Sig.)
روش اول	۲۴/۰۶	۱/۶۲	۶/۷	۱۳/۷۴۴*	۰/۰۰۰
روش دوم	۱۳/۰۳	۰/۹۲	۷/۱		

* معنی دار در سطح ۵ درصد

جدول ۲. نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی (n=۲۳۵)

متغیرها	میانگین	اشتباه آماربرداری	درصد اشتباه آماربرداری (دقت نمونه‌برداری)
مساحت تاج (متر مربع)	۳۶/۵۵	۴/۱۱	۱۱/۲
ارتفاع تاج (متر)	۴/۵۲	۰/۲۲	۴/۸
ارتفاع درخت (متر)	۶/۷۸	۰/۲۶	۳/۸

جدول ۳. نتایج آزمون کولموگروف - اسمیرنوف ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی (n=۲۳۵)

متغیرها	قطر یقه (روش اول)	قطر یقه (روش دوم)	مساحت تاج	ارتفاع تاج	ارتفاع درخت
آماره آزمون	۱/۴۵۵*	۲/۸۷۵*	۲/۰۴۰*	۰/۷۱۹*	۰/۷۵۴*
معنی داری (Sig.)	۰/۰۵۹	۰/۰۹۲	۰/۱۰۲	۰/۶۸۰	۰/۶۲۱

* نرمال بودن در سطح ۵ درصد

جدول ۴. ضریب همبستگی پیرسون بین قطر یقه به دو روش مورد استفاده و ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی و آزمون آماری اختلاف آن‌ها ($n=235$)

متغیرها	قطر یقه (روش اول)	معناداری (Sig.)	قطر یقه (روش دوم)	معناداری (Sig.)	آماره z
مساحت تاج	۰/۸۸۷**	۰/۰۰۰	۰/۶۸۳**	۰/۰۰۰	۸/۷۳*
ارتفاع تاج	۰/۸۲۰**	۰/۰۰۰	۰/۶۰۸**	۰/۰۰۰	۶/۸۷*
ارتفاع درخت	۰/۸۳۷**	۰/۰۰۰	۰/۶۵۱**	۰/۰۰۰	۶/۶۱*

* معنادار در سطح ۵ درصد

** معنادار در سطح ۱ درصد

جدول ۵. روابط رگرسیون بین قطر یقه با استفاده از روش اول و ویژگی‌های زیست‌سنجی ۱۵۰ درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی

متغیرها	قطر یقه	ضریب تبیین	میانگین مربعات	آماره F	معناداری (Sig.)
مساحت تاج	$SD=3/199 CA^{0.58}$	۰/۸۹	۴۵/۵۸۰	۱۲۴۰/۳۶*	۰/۰۰۰
ارتفاع تاج	$SD=0/61 CH^2+0/301 CH+8/436$	۰/۷۷	۷۹۹۵/۹۵۱	۵۹۷/۷۶*	۰/۰۰۰
ارتفاع درخت	$SD=0/384 TH^2-0/271 TH+6/824$	۰/۷۸	۸۱۱۷/۰۹۴	۶۰۱/۲۸*	۰/۰۰۰

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۶. روابط رگرسیون بین قطر یقه با استفاده از روش دوم و ویژگی‌های زیست‌سنجی ۱۵۰ درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی.

متغیرها	قطر یقه	ضریب تبیین	میانگین مربعات	آماره F	معناداری (Sig.)
مساحت تاج	$SD=2/983 CA^{0.412}$	۰/۵۶	۲۳/۰۴۴	۱۸۷/۲۹*	۰/۰۰۰
ارتفاع تاج	$SD=0/396 CH^2-0/544 CH+6/127$	۰/۶۰	۲۲۴۱/۷۲۱	۱۱۰/۲۴*	۰/۰۰۰
ارتفاع درخت	$SD=0/289 TH^2-1/285 TH+7/221$	۰/۶۵	۲۴۳۸/۰۸۲	۱۳۸/۰۳*	۰/۰۰۰

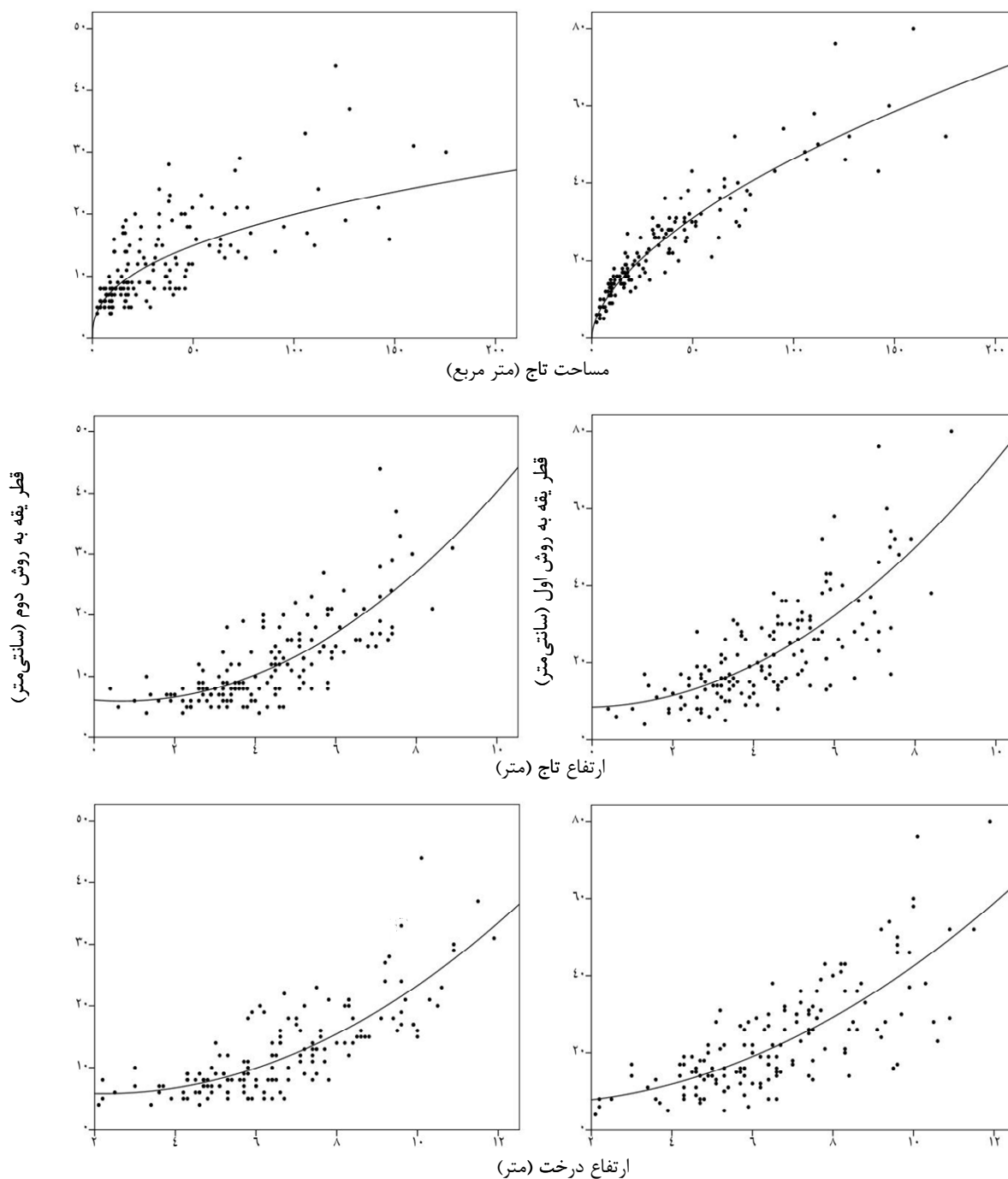
* معنادار در سطح ۵ درصد

محاسبه‌شده با هر دو روش و مساحت تاج و رابطه درجه دو بین قطر یقه محاسبه‌شده با هر دو روش با ارتفاع تاج و ارتفاع درخت با توجه به حداکثر مقدار ضریب تبیین عملکرد بهتری داشت (جدول‌های ۵ و ۶، شکل ۲). چنانکه در جدول ۷ ملاحظه می‌شود، ضریب تبیین روابط جدول ۵ به‌طور معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) بیشتر از جدول ۶ است. به عبارت دیگر، تغییرات قطر یقه حاصل از روش اول ۸۹ درصد توسط مساحت تاج، ۷۷ درصد توسط ارتفاع

در ارزیابی روش‌های محاسبه قطر یقه (روابط ۱ و ۲) به این موضوع بسنده نشد و رابطه بین قطر یقه با دو روش اشاره‌شده و ویژگی‌های زیست‌سنجی برای ۱۵۰ درخت از کل درختان با استفاده از رگرسیون نیز بررسی شد. یکی از اهداف مطالعه رگرسیون، تعیین شکل ارتباط بین متغیرهای مورد بررسی است که در این مطالعه صرفاً برای ارزیابی وجود رابطه بین ویژگی‌های زیست‌سنجی و قطر یقه انجام شد. نتایج نشان داد که رابطه توانی بین قطر یقه

با سایر ویژگی‌های زیست‌سنجی نیز نشان داد که قطر یقه‌روش اول همبستگی بیشتری با ویژگی‌های زیست‌سنجی مورد بررسی دارد که به لحاظ آماری (در سطح ۵ درصد) نیز معنی‌دار است.

تاج، و ۷۸ درصد توسط ارتفاع درخت تبیین می‌شود که این وابستگی به‌طور معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) بیشتر از قطر یقه‌به‌دست آمده از روش دوم است (جدول ۷). بنابراین، بررسی نوع رابطه قطر یقه

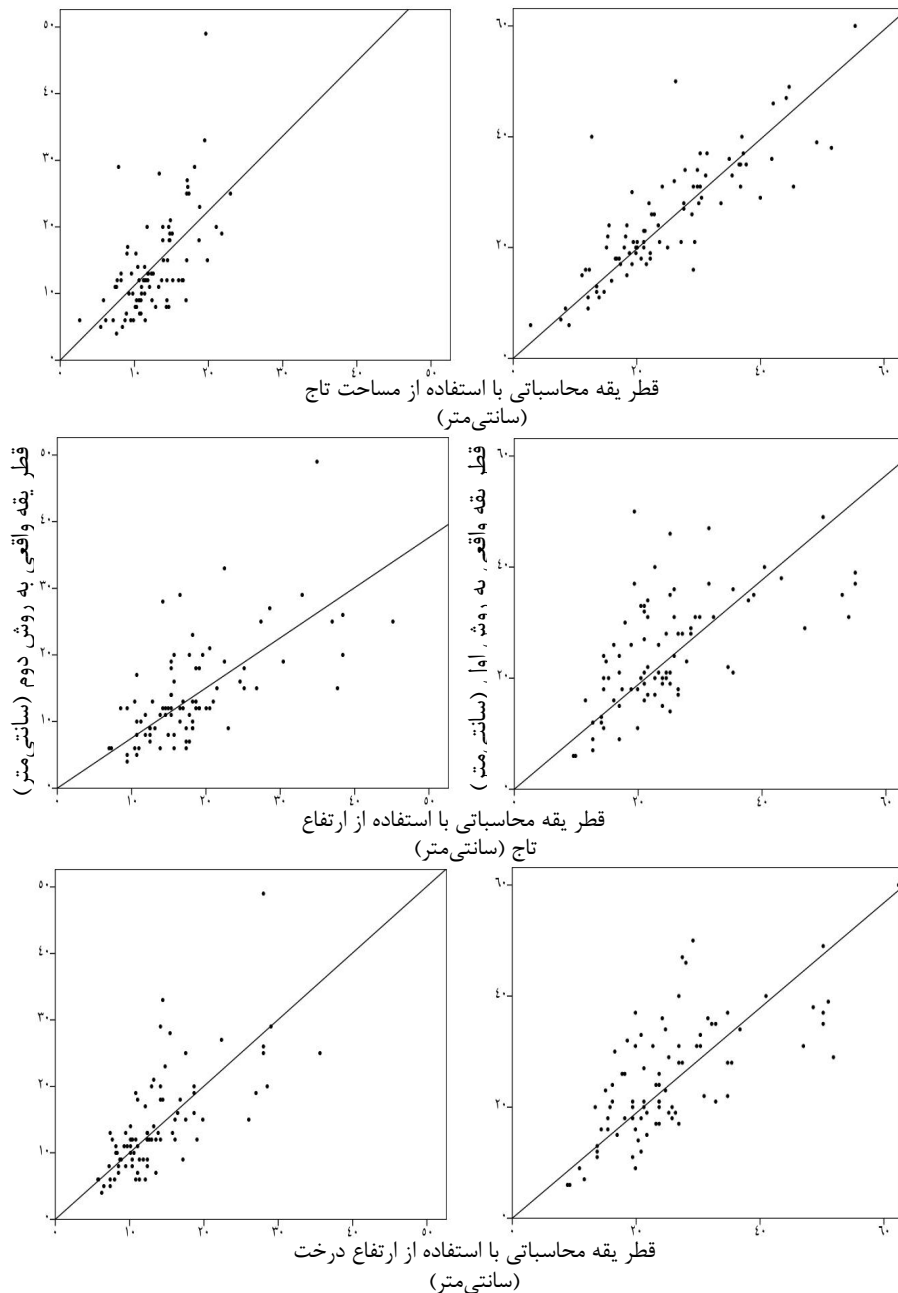


شکل ۲. بررسی رابطه بین قطر یقه به روش اول و دوم با ویژگی‌های زیست‌سنجی ۱۵۰ درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی

جدول ۷. آزمون آماری اختلاف بین ضرایب تبیین روابط قطر یقه به دو روش مورد استفاده و ویژگی‌های زیست‌سنجی ۱۵۰ درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی

متغیرها	قطر یقه (روش اول)	قطر یقه (روش دوم)	آماره Z
مساحت تاج	۰/۸۹*	۰/۵۶*	۹/۵۶*
ارتفاع تاج	۰/۷۷*	۰/۶۰*	۳/۹۷*
ارتفاع درخت	۰/۷۸*	۰/۶۵*	۳/۲۷*

* معنادار در سطح ۵ درصد



شکل ۳. مقایسه یک به یک قطر یقه واقعی و یقه محاسبه‌شده با استفاده از رگرسیون ویژگی‌های زیست‌سنجی ۸۵ درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی

بیشتر قطر یقه‌ روش اول با ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی در منطقه مورد بررسی است که این بیشتر بودن به لحاظ آماری (در سطح ۵ درصد) نیز معنی‌دار است. بنابراین، رابطه قوی‌تر بین قطر یقه روش اول با ویژگی‌های زیست‌سنجی تأیید می‌شود.

در پژوهشی در توده‌های دانه و شاخه‌زاد بلوط و ممرز [۱۵] قطر یقه جست‌ها را در بخش شاخه‌زاد از طریق روش دوم (رابطه ۲) اندازه‌گیری کردند. در مطالعه‌ای دیگر در جنگل‌های خشک گرمسیری جامائیکا [۱۸] نیز از رابطه ۲ برای اندازه‌گیری قطر یقه جست‌گروه‌ها استفاده کردند. چنانکه در نتایج این پژوهش ملاحظه شد، روش دوم در مقایسه با روش اول (رابطه ۱) در درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی جنگل‌های زاگرس کارایی لازم را نداشت. این تفاوت در نتایج علاوه بر اینکه ممکن است از تفاوت در منطقه مطالعاتی بین آن دو تحقیق و این پژوهش ناشی شود، امکان دارد به مقایسه‌نکردن دو روش اول و دوم در آن مطالعات مربوط باشد.

برای اطمینان از کارایی این مدل‌ها، قطر یقه در هر دو روش (برای ۸۵ درخت واردنشده در مدل‌سازی) با استفاده از سه ویژگی زیست‌سنجی اشاره‌شده (روابط جدول‌های ۵ و ۶) برآورد شد. مقایسه یک به یک قطرهای واقعی و برآوردشده از مدل برای ۸۵ درخت (شکل ۳) نشان داد که روابط حاصل از قطر یقه روش اول به‌طور معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) کارایی بالاتری دارند و مقدار مجذور میانگین مربعات خطای آن‌ها نیز کمتر است (جدول ۸). این نتیجه‌گیری از بررسی ضریب تبیین مقایسه یک به یک و مجذور میانگین مربعات خطا به‌دست آمد. جدول ۸ نشان می‌دهد که در صورت برآورد قطر یقه با هریک از ویژگی‌های زیست‌سنجی از طریق روابط جدول ۵، نتایجی به‌دست خواهند آمد که به مقدار واقعی نزدیک‌ترند. چنانکه ملاحظه می‌شود، در مجموع این ضریب برای قطر یقه به روش اول بالاتر از روش دوم بوده و روشی مناسب‌تر است که مقدار این ضریب در آن به یک نزدیک‌تر باشد. این موضوع نیز دلیل دیگری بر همبستگی

جدول ۸. ضریب تبیین، آزمون آماری اختلاف آن‌ها، و مجذور میانگین مربعات خطای خط برازش داده‌شده در مقایسه یک به یک قطر یقه واقعی و یقه برآوردشده ۸۵ درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی

متغیرها	قطر یقه (روش اول)	مجذور میانگین مربعات خطا	قطر یقه (روش دوم)	مجذور میانگین مربعات خطا	آماره Z
قطر یقه برآوردشده با رابطه مساحت تاج	۰/۶۹*	۴/۷۰	۰/۳۹*	۸/۹۷	۳/۹۵*
قطر یقه برآوردشده با رابطه ارتفاع تاج	۰/۴۳*	۴/۸۰	۰/۲۱*	۷/۰۸	۲/۲۳*
قطر یقه برآوردشده با رابطه ارتفاع درخت	۰/۴۹*	۵/۲۹	۰/۲۹*	۷/۵۳	۲/۱۵*

* معنادار در سطح ۵ درصد

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت برای اندازه‌گیری مشخصه قطر درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی در منطقه مورد مطالعه در جنگل‌های زاگرس از قطر یقه استفاده شود. برای اندازه‌گیری قطر یقه، روش اول (رابطه ۱) که در این پژوهش استفاده شد روشی کارآمد بوده و در مقایسه با روش دوم (رابطه ۲) - که در سایر درختان شاخه‌زاد استفاده می‌شود [۱۵، ۱۸، ۲۲] - برای درختان بلوط ایرانی در منطقه مورد مطالعه مناسب‌تر است. علت این نتیجه‌گیری همبستگی معنی‌دار بیشتر (در سطح ۵ درصد) قطر یقه روش اول با ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی است که با استفاده از مطالعه

ضریب همبستگی پیرسون متغیرها، ضریب تبیین روابط، و ضریب تبیین مقایسه یک به یک آن‌ها به‌دست آمد. البته لازم است روش مذکور در سایر درختان شاخه‌زاد مهم زاگرس (مانند سایر گونه‌های جنس بلوط و بنه) نیز به‌کار برود و ارزیابی شود. با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود برای اندازه‌گیری قطر یقه درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی در منطقه مورد بررسی در این تحقیق از روش اول استفاده شود که با انجام پژوهش‌های دیگر، امکان توصیه این روش برای تمام درختان شاخه‌زاد جنگل‌های زاگرس به‌صورت یک دستورالعمل یکسان نیز فراهم می‌شود.

References

- [1]. Kohl, M., Magnussen, S.S., and Marchetti, M. (2006). Sampling Methods, Remote Sensing and GIS Multiresource Forest Inventory, Springer, Heidelberg.
- [2]. MohammadAlizadeh, K., Zobeiri, M., Namiranian, M., Hoorfar, A., and Marvie Mohajer, M.R. (2009). Fitting of diameter distribution using some statistical models (distributions) (Case study: Khyroudkenar forest, Noshahr). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(1): 116-124.
- [3]. Oladi, G. (2005). Investigation of replacing tariff tables with 3 cm diameter classes by standard volume tables and formclass table 84 for *Fagus orientalis* Lipsky. Iranian Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of Khazar, 3(1): 44-54.
- [4]. RahimNezhad, S., Bonyad, A.A., and Fadaiee Khoshkebijary, F. (2006). Determination of the form factor equation for *Pinus taeda* L. (Loblolly Pine) in the Guilan area (Case study: Lacan, Rasht). Iranian Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of Khazar, 4(1): 67-74.
- [5]. Zobeiri, M. (2009). *Forest Inventory*, University of Tehran Press, Tehran.
- [6]. Talebi, M., Sagheb-Talebi, K., and Jahanbazi, H. (2006). Site demands and quantitative and qualitative characteristics of Persian Oak (*Quercus brantii* Lindl.) in Chaharmahal & Bakhtiari Province (Western Iran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 14(1): 67-79.
- [7]. Valipour, A., Namiranian, M., Etemad, V., and Ghazanfari, H. (2009). Primary study of diameter effect on the ability of stump sprouting of Lebanon Oak (*Quercus libani* Oliv.) in northern Zagros forests (Case study: Armardeh, Baneh). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(4): 626-637.
- [8]. Sagheb-Talebi, K., Sajedi, T., and Yazdian, F. (2003). Forests of Iran, Research Institute of Forests & Rangelands, Tehran.
- [9]. Jazirehi, M.H., and Ebrahimi Rostaghi, M. (2003). Silviculture in Zagros, University of Tehran Press, Tehran.
- [10]. Erfanifard, Y., Fegghi, J., Zobeiri, M., and Namiranian, M. (2007). Determining proper area and shape of sample plot for crown cover estimation using forest simulation in Zagros region. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 14(4): 360-370.
- [11]. Parma, R., and Shataee, S. (2010). Capability study on mapping the diversity and canopy cover density in Zagros forests using ETM+ (Case study: Ghalajeh forests, Kirm anshah province). Iranian Journal of Forest, 2(3): 231-242.
- [12]. Sharma, M., and Parton, J. (2007). Height-diameter equations for boreal tree species in Ontario using a mixed-effects modeling approach. Forest Ecology and Management, 249: 187-198.
- [13]. Crecente-Campo, F., Tome, M., Soares, P., and Dieguez-Aranda, U. (2010). A generalized nonlinear mixed-effects height-diameter model for *Eucalyptus globules* L. in northwestern Spain. Forest Ecology and Management, 259: 943-952.
- [14]. Anonymous, (2007). Forest inventory and analysis, national core field guide. USDA, forest service Report.
- [15]. Bruckman, V.J., Yan, S., Hochbichler, E., and Glatzel, G. (2011). Carbon pool and temporal dynamics along a rotation period in *Quercus* dominated high forest and coppice with standards stands. Forest Ecology and Management, 262: 1853-1862.
- [16]. Erfanifard, Y., and Khodaei, Z. (2012). Efficiency Investigation of Dot Grid Method in Estimating the Canopy Closure Percent in Forests by UltraCam-D Aerial Imagery and GIS. Iranian Journal of Remote Sensing & GIS, 4: 101-114.
- [17]. Zahedi Pour, H., Fatahi, M., and Mirdavoodi, H. (2007). Study of distribution and habitats characteristics of wild *Pistacia* in Markazi Province: Area of Saghez mountain of Tafresh township. Iranian Journal of Biology, 20(2): 191-199.

- [18]. Levesque, M., McLaren, K. P., and McDonlad, M.A. (2011). Recovery and dynamics of a primary tropical dry forest in Jamaica, 10 years after human disturbance. *Forest Ecology and Management*, 262: 817-826.
- [19]. Anonymous, (2008). Multi-objective forestry studies in Barm plain, Kazerun, Vol. 1 (Basic studies). HasebKaraji Consulting Co., Iran.
- [20]. Bihamta, M.R., and Zare Chahouki, M.R. (2008). Principles of Statistics for the Natural Resources Science, University of Tehran Press, Tehran.
- [21]. Naghavi, H., Fallah, A., Jalilvand, H., and Soosani, J., (2009). Determination of the most appropriate transect length for estimation of quantitative characteristics in Zagros forests. *Iranian Journal of Forest*, 1(3): 229-238.
- [22]. Johnson, E.W. (2000). *Forest Sampling Desk Reference*, CRC Press, New York.