

بررسی مقایسه‌ای روش‌های خط نمونه در برآورد

مشخصه‌های کمی جنگل

(مطالعه موردی: جنگل‌های دالاب ایلام)

- ❖ **مهرداد میرزایی***: کارشناس ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.
- ❖ **امیراسلام بنیاد**: دانشیار گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.
- ❖ **حسن پوربابایی**: دانشیار گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

چکیده

مدیریت جنگل و برنامه‌ریزی اصولی برای آن مستلزم داشتن اطلاعات کمی و کیفی مناسب است. این اطلاعات از طریق آماربرداری از جنگل به دست می‌آید. از این رو، آماربرداری جنگل در برآورد وضعیت موجود و برنامه‌ریزی آینده نقش اساسی دارد. در این بررسی ۳۷/۲ هکتار از جنگل‌های دالاب ایلام به صورت صددرصد با قطعات نمونه ۱ هکتاری آماربرداری شد. برای برآورد مشخصه‌های کمی، دو روش خط نمونه با طول ثابت ۵۰ متر و خط نمونه با تعداد ثابت ۵ درخت، مقایسه شدند. مشخصه‌های اندازه‌گیری شده شامل تعداد درختان در هکتار، سطح مقطع برابرسینه، و درصد تاج‌پوشش بود. برای هر روش تعداد ۳۷ قطعه نمونه براساس الگوی منظم تصادفی با ابعاد شبکه ۱۰۰×۱۰۰ متر برداشت و مشخصات مورد نیاز درختان اندازه‌گیری شد. نتایج این بررسی نشان داد که با در نظر گرفتن دقت و هزینه، روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت، روش مناسب برای برآورد مشخصه‌های کمی جنگل‌های منطقه دالاب استان ایلام است.

واژگان کلیدی: آماربرداری، ایلام، بلوط ایرانی، جنگل‌های زاگرس، روش خط نمونه.

مقدمه

رویشگاه زاگرس بخش وسیعی از رشته‌کوه زاگرس را شامل می‌شود که منطقه‌ای به طول ۱۳۰۰ و عرض متوسط ۲۰۰ کیلومتر از ایران را می‌پوشاند. جنگل‌های زاگرس جزء جنگل‌های نیمه‌خشک طبقه‌بندی شده و با مساحتی بالغ بر ۵ میلیون هکتار، ۴۰ درصد از جنگل‌های ایران را به خود اختصاص داده است و بیشترین تأثیر را در تأمین آب، حفظ خاک، تعدیل آب و هوا، و تعادل اقتصادی و اجتماعی منطقه دارد [۱]. جنگل‌های زاگرس به علت قطع بی‌رویه و چرای مفرط اغلب تخریب شده و به فرم شاخه‌زاد درآمده‌اند. توده‌های دانه‌زاد فقط در برخی نواحی و بیشتر به صورت توده‌هایی با مساحت کم مشاهده می‌شود. تراکم آن‌ها بسیار کم، تجدید حیات طبیعی آن‌ها به دلیل شرایط ایجادشده عملاً غیرممکن، خاک جنگلی بر اثر فرسایش در بیشتر مناطق از بین رفته و سنگ مادری نمایان شده است [۲]. امروزه، به اثبات رسیده که لازمه هرگونه مدیریت و برنامه‌ریزی اصولی، داشتن اطلاعات کمی و کیفی مناسب است. از این رو، آماربرداری جنگل، در برآورد وضعیت موجود و برنامه‌ریزی آینده نقش اساسی دارد. با توجه به این نکته، که در نمونه‌برداری از جنگل درصدی از جنگل آماربرداری می‌شود و اگر اشتباهی در اندازه‌گیری رخ دهد، این اشتباه چندین برابر در جنگل تأثیر خواهد داشت، داده‌های به‌دست‌آمده از نمونه‌برداری باید به حد کافی دقیق و درست باشد. بنابراین، برای به‌دست‌آوردن اطلاعات کمی و کیفی مناسب از این نوع جنگل‌ها، به روش‌های نمونه‌برداری نیاز است که هم اجرای آن‌ها کم‌هزینه و هم دقت کافی داشته باشند. کورهونن و همکاران (۲۰۰۶) تاج‌پوشش جنگل را بخش مهمی از آماربرداری جنگل معرفی کردند [۳]. پوربابایی و همکاران مناسب‌ترین ابعاد شبکه آماربرداری و سطح

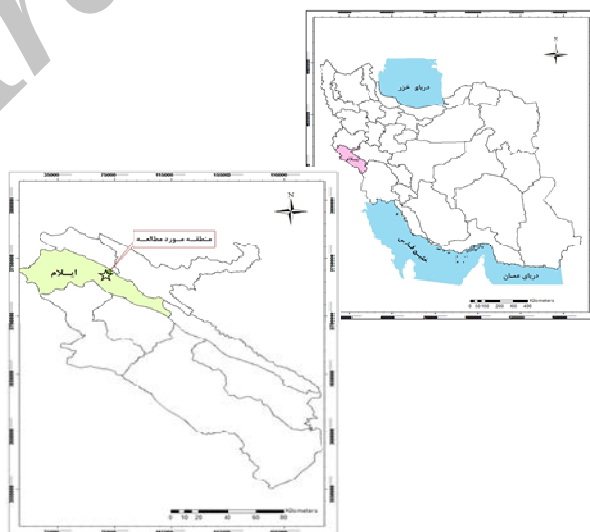
قطعه‌نمونه در جنگل‌های دست‌کاشت تدا، در جنگل پیلمبرا، را بررسی کردند؛ بدین ترتیب، ۱۳۲ قطعه‌نمونه به روش منظم تصادفی با ابعاد شبکه ۱۰۰×۱۰۰ متر و قطعه‌نمونه دایره‌ای شکل به مساحت ۵۰۰ متر مربع در جنگل ۱۴۰ هکتاری پیاده کردند. برای مقایسه حالات مختلف ابعاد شبکه آماربرداری با یکدیگر، معیار $T \times (E\%)^2$ را ملاک عمل قرار دادند. نتایج نشان داد که ابعاد شبکه ۱۰۰×۳۰۰ متر با مساحت قطعه‌نمونه ۴۰۰ متر مربع با اشتباه آماری $\pm 6/21$ درصد و با ۴۴ قطعه‌نمونه در بهترین حالت قرار دارد [۴]. علیجانپور و همکاران با بررسی سه روش آماربرداری با قطعات نمونه دایره‌ای، مستطیلی، و خط نمونه بر پایه فاصله بین درختان در جنگل‌های ارسباران گزارش دادند که روش خط نمونه مناسب‌تر از دو روش دیگر است [۵]. نیموری و همکاران روش‌های قطعه‌نمونه دایره‌ای و خط نمونه را برای برآورد مشخصه‌های کمی جنگل‌های بلوط غرب کرمانشاه بررسی و روش نمونه‌برداری با خط نمونه را برای جنگل‌های منطقه معرفی کردند [۶]. نوکی و همکاران در جنگل‌های حفاظتی خلخال دو روش نمونه‌برداری خط نمونه بر پایه فاصله بین درختان و خط نمونه بر پایه تئوری احتمالات را از نظر دقت و هزینه مقایسه کردند و روش خط نمونه بر پایه فاصله بین درختان را مناسب‌تر تشخیص دادند [۷]. نقوی و همکاران برای تعیین مناسب‌ترین طول خط نمونه در برآورد مشخصه‌های کمی جنگل‌های زاگرس، خط نمونه‌هایی به طول ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، و ۱۴۰ متر را برای برآورد مشخصه‌های تاج‌پوشش و تعداد درختان با استفاده از فاکتور $T \times (E\%)^2$ مقایسه کردند. نتایج نشان داد که در برآورد سطح تاج‌پوشش و تعداد درختان، به ترتیب، خط نمونه‌های ۷۵ و ۱۴۰ متری مناسب‌ترند [۸]. حیدری و همکاران در جنگل‌های حفاظتی غرب کشور دو روش

بدون توجه به اندازه درخت دارد [۱۲]. لیزا (۲۰۰۲) برای ارزیابی کارایی دو روش نمونه‌برداری خطی و نمونه‌برداری نواری، ۱۷ توده سوزنی‌برگ را انتخاب کرد. نتایج نشان داد بین دو روش اختلاف معنی‌داری وجود ندارد [۱۳]. استاپندال (۲۰۰۸) گزارش کرد که روش نمونه‌برداری شش‌درختی، که پرودان برای ارزیابی توده‌ها پیشنهاد کرده است، هم از نظر هزینه و هم از نظر کاربرد آن در عرصه به‌صرفه و آسان است [۱۴]. در این بررسی نیز دو روش نمونه‌برداری خطی نمونه با طول ثابت ۵۰ متر و خط نمونه با تعداد ثابت ۵ درخت مقایسه و بررسی شدند. هدف اصلی این بررسی، تعیین روش نمونه‌برداری مناسب از بین روش‌های مذکور برای برآورد مشخصه‌های کمی جنگل‌های منطقه دالاب ایلام است.

مواد و روش‌ها

جنگل‌های منطقه دالاب به مساحت ۳۰۰۰ هکتار در ۲۵ کیلومتری شهر ایلام و در شمال غربی آن قرار گرفته است. منطقه مطالعه شده از نظر مختصات جغرافیایی در طول "۴۶° ۲۲' ۴۰" تا "۴۶° ۲۳' ۳۰" و در عرض "۳۳° ۴۲' ۵" تا "۳۳° ۴۲' ۴۰" واقع شده است (شکل ۱).

نمونه‌برداری خط نمونه با اندازه‌گیری فاصله بین درختان و روش قطعه‌نمونه دایره‌ای ۱۰ آر را بررسی و مقایسه کردند. نتایج نشان داد که مناسب‌ترین روش برای برآورد تعداد در هکتار و درصد تاج‌پوشش درختان منطقه، روش قطعه‌نمونه دایره‌ای شکل با مساحت ۱۰ آر است [۹]. محمدی روش‌های نمونه‌برداری نقطه مشترک، مربع تی، و مربع با نقطه مرکزی را برای انتخاب روش مناسب آماربرداری در جنگل‌های منطقه کارزان ایلام بررسی کرد و گزارش داد که با توجه به معیار $T \times (E\%)^2$ روش مربع تی دارای کمترین مقدار این ضریب بوده و از نظر دقت نیز روش مربع تی بالاترین دقت را دارد [۱۰]. هروماندز (۱۹۹۷) نشان داد که نمونه‌برداری خطی کارآمدترین روش برای برآورد متغیرهایی چون تراکم و درصد تاج‌پوشش در جنگل‌های سوزنی‌برگ است [۱۱]. اسپارکس و همکاران (۲۰۰۲) با مقایسه شش روش نمونه‌برداری شامل پلات ثابت با شعاع‌های ۳/۶۴ و ۵/۶۴ متر، پلات‌های مربعی با نقطه مرکزی، پلات‌های متغیر، ترانسکت نواری، و پلات‌های مربعی ۱۰×۱۰ متر در سه توده جنگلی در مناطق جنوب شرقی ایالت اکلاهما، به این نتیجه رسیدند که روش پلات‌های با شعاع ثابت از نظر زمانی مناسب‌ترین روش است و بیشترین دقت را



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

$$\mu_x = \frac{\sum X_i}{N},$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{N}}{N}},$$

$$C.V \% = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \times 100.$$

μ_x : میانگین واقعی جامعه

X_i : مشخصه یا پارامتر اندازه‌گیری شده

N : تعداد افراد جامعه یا داده‌ها

σ_x : انحراف از معیار

C.V %: درصد ضریب تغییرات

روش خط نمونه با طول ثابت

برای انجام روش خط نمونه با طول ۵۰ متر، شبکه آماربرداری به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر طراحی و به‌طور تصادفی بر روی نقشه مورد نظر قرار داده شد. با مشخص کردن محل تقاطع اضلاع شبکه بر روی نقشه، شماره‌های ۱ تا ۳۷ به آن‌ها اختصاص داده شد. در مرحله بعد، مختصات این ۳۷ نقطه از نقشه در سیستم جهانی UTM استخراج و به کمک دستگاه سیستم مختصات یاب جهانی (GPS) در عرصه جنگل مشخص شد. در هر نقطه نمونه‌برداری به روش خط نمونه به طول ۵۰ متر انجام شد و درختانی که تاج یا تنه آن‌ها خط نمونه را قطع می‌کردند مشخص و فاصله مرکز هر درخت از درخت بعدی و قطر کوچک و بزرگ تاج درختان اندازه‌گیری شد. علاوه بر اندازه‌گیری مشخصه‌های مورد نظر، زمان لازم برای اندازه‌گیری این مشخصه‌ها در هر خط نمونه و زمان لازم برای پیمودن فاصله بین خط نمونه‌های مجاور نیز یادداشت شد. روابط استفاده‌شده برای محاسبات لازم در این روش در جدول ۱ آمده است [۱۶].

تیپ جنگل‌های دالاب، تیپ بلوط ایرانی، آمیخته (بلوط ایرانی، بنه، بادام)، و تیپ دافنه-بادام است. درختان واقع در منطقه که گونه اصلی آن را بلوط ایرانی تشکیل می‌دهد بیشتر به‌صورت دانه و شاخه‌زادند؛ به‌طوری که گونه‌های شاخه‌زاد نیز به‌صورت تک‌پایه در منطقه مورد مطالعه مستقر بودند. این منطقه براساس طبقه‌بندی آب و هوایی دو مارتن در اقلیم نیمه‌مرطوب سرد و براساس طبقه‌بندی آمبرژه در اقلیم نیمه‌خشک قرار می‌گیرد و خاک آن براساس تقسیم‌بندی فائو در رده خاک‌های لیتوسول است [۱۵]. در این بررسی مشخصه‌های اندازه‌گیری شده شامل سطح مقطع برابرینه در هکتار، تعداد درختان در هکتار، و درصد تاج‌پوشش درختان در هکتار است.

آماربرداری کامل (صددرصد)

با جنگل‌گردشی‌های انجام‌شده، محدوده‌ای که معرفی جنگل‌های منطقه بود، انتخاب و بر روی نقشه توپوگرافی (با مقیاس ۱:۱۰۰۰) مشخص شد. برای مقایسه روش‌های خط نمونه با روش آماربرداری صددرصد، محدوده مورد نظر با مساحت ۳۷/۲ هکتار به‌صورت صددرصد آماربرداری شد. برای جلوگیری از اشتباهات و اجرای آسان‌تر آماربرداری کامل یا صددرصد، منطقه جنگلی مشخص‌شده را به قطعات مربعی شکل ۱ هکتاری به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر تقسیم کردیم. هرکدام از این قطعات به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شد. مشخصه‌های درختان موجود در هر قطعه شامل نوع گونه، قطر برابرینه، و تاج‌پوشش هر درخت (قطر بزرگ و کوچک هر درخت) اندازه‌گیری و ثبت شد. برای اندازه‌گیری پارامترهای میانگین، انحراف معیار، و درصد ضریب تغییرات در آماربرداری صددرصد، از روابط زیر استفاده شده است:

روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت

در این روش نمونه‌برداری، خط نمونه به صورت منظم تصادفی شامل ۵ درخت در جنگل پیاده و اندازه‌گیری می‌شود. نکته اساسی در این روش اندازه‌گیری ۵ درخت در هر خط نمونه است. اندازه‌گیری بدین ترتیب است که پس از پیاده کردن نقطه شروع خط نمونه و انتخاب درخت شماره (۱)، قطر برابرسینه و قطرهای بزرگ و کوچک تاج آن اندازه‌گیری می‌شود. سپس، پیمایش در امتداد

مشخص شده برای خط نمونه، انجام می‌گیرد تا خط نمونه قسمتی از درخت دوم را قطع کند (تاج یا تنه). قطر برابرسینه درخت دوم و قطرهای بزرگ و کوچک تاج اندازه‌گیری، و فاصله بین درخت اول و دوم نیز اندازه‌گیری می‌شود. به همین روش پیمایش در امتداد خط نمونه تا درخت پنجم ادامه می‌یابد. روابط استفاده شده برای محاسبات لازم در این روش در جدول ۱ آمده است [۱۶].

جدول ۱. روابط مورد استفاده برای محاسبه مشخصه‌های کمی در روش‌های نمونه‌برداری

روابط	مشخصه
$\bar{a}_j = \frac{(a_{ij} + a_{rj} + \dots + a_{kj})}{k}$, $N_j = \frac{10000}{\bar{a}_j}$, $\bar{N} = \frac{\sum N_j}{n}$	تعداد در هکتار (اصله)
$G_i = \bar{g} \times N_j$, $\bar{G} = \frac{\sum G_i}{n}$	سطح مقطع برابرسینه (متر مربع در هکتار)
$\overline{CA}_j = \frac{\pi \times \sum (CD_{ij} \times CD_{rj})}{n}$, $CC_j \% = \frac{\overline{CA}_j \times 100}{\bar{a}_j}$, $\overline{CC} \% = \frac{\sum CC_j}{n}$	تاج پوشش (درصد)

- اجزای روابط محاسبه تعداد در هکتار:

\bar{a}_j : فاصله متوسط بین درختان در خط نمونه:

a_{kj} تا a_{ij} : فاصله بین درختان در خط نمونه

k : تعداد فواصل بین درختان

N_j : تعداد درختان در هکتار برای خط نمونه

\bar{N} : میانگین کل تعداد درختان در هکتار برای توده جنگلی

n : تعداد کل خط نمونه‌های اندازه‌گیری شده

- اجزای روابط محاسبه سطح مقطع برابرسینه:

\bar{g} : متوسط سطح مقطع در هر خط نمونه

N_j : تعداد در هکتار در هر خط نمونه

G_i : سطح مقطع برابرسینه در هکتار در هر خط نمونه

میانگین سطح مقطع برابرسینه در هکتار برای توده

جنگلی: \bar{G}

- اجزای روابط محاسبه درصد تاج پوشش:

\overline{CA}_j : متوسط سطح تاج درختان خط نمونه

دو قطر بزرگ و کوچک تاج درختان (i) در خط

نمونه (j) بر حسب متر: CD_{rj} و CD_{ij}

n : تعداد درختان خط نمونه

درصد تاج پوشش درختان در هر خط نمونه: $CC_j\%$

میانگین درصد تاج پوشش برای کل توده جنگلی: $\overline{CC} \%$

n : تعداد کل خط نمونه‌های اندازه‌گیری شده

مطالعات زمانی

درصد اشتباه آماربرداری نیز طبق این رابطه محاسبه شد:

$$E \% = \frac{E \times 100}{\bar{x}}$$

برای محاسبه مشخصه‌های مورد نظر، ابتدا تمام اطلاعات جمع‌آوری شده در فرم‌های آماربرداری روش‌های مختلف نمونه‌برداری وارد کامپیوتر شد. سپس، با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۱۶ و Excel و روابط مربوط به هر روش، محاسبه تعداد در هکتار، درصد تاج‌پوشش، و سطح مقطع برابر سینه انجام شد. برای نرمال‌بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین روش‌های نمونه‌برداری با یکدیگر و با میانگین واقعی به ترتیب از آزمون‌های t جفتی و t استفاده شد. برای اثر توأم متغیرها در مقایسه روش‌های نمونه‌برداری از آزمون هتلینگز، و برای ارزیابی بهتر دو روش نمونه‌برداری در برآورد مشخصه‌ها از معیار $T \times (E\%)^2$ استفاده شد.

نتایج

آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردارند. پارامترهای واقعی شامل میانگین حقیقی، انحراف معیار، و ضریب تغییرات برای متغیرهای اندازه‌گیری شده در آماربرداری صد درصد محاسبه شد و به شرح جدول ۲ است:

جدول ۲. نتایج آماربرداری صد درصد

مشخصه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (%)
تعداد در هکتار (اصله)	۶۸/۰۴	±۳۲/۸۷	۴۸/۳۰
سطح مقطع برابر سینه (متر مربع در هکتار)	۱۵/۱۶	±۸/۹۷۱۲	۵۹/۱۷
درصد تاج‌پوشش	۳۵/۷۱	±۱۴/۴۸	۴۰/۵۴

از عوامل مؤثر در انتخاب روش آماربرداری هزینه است، زیرا روش آماربرداری باید طوری انتخاب شود تا برای رسیدن به دقت مقبول کمترین هزینه را داشته باشد. بنابراین، برای مقایسه دو روش آماربرداری علاوه بر دقت آماربرداری، هزینه آماربرداری نیز عامل بسیار مؤثری است. شاید بتوان با یک روش آماربرداری دقیق به شاخص‌های آماری مشخصه‌های مورد بررسی دست یافت، ولی باید توجه داشت که در برخی موارد هزینه رسیدن به این دقت، بسیار زیاد خواهد بود. بنابراین، باید هزینه آماربرداری در برابر دقت مورد نظر حداقل باشد و از این دو عامل به صورت هم‌زمان برای انتخاب یک روش آماربرداری استفاده شود؛ در نتیجه، لزوم بررسی و مطالعه هزینه ضروری به نظر می‌رسد. از آنجا که هزینه‌های مربوط به آماربرداری با زمانی که برای آماربرداری صرف می‌شود رابطه مستقیم دارد، در این بررسی به جای هزینه آماربرداری از زمان لازم برای آماربرداری استفاده شده است [۹]. نتایج حاصل از نمونه‌برداری با استفاده از معیار $T \times (E\%)^2$ (مجذور درصد اشتباه آماربرداری در زمان کل) با هم مقایسه شد [۱۷، ۱۸]. شایان ذکر است که هرچه نتیجه به دست آمده از حاصل ضرب مجذور درصد اشتباه نمونه‌برداری در زمان کل روش نمونه‌برداری مورد نظر کمتر باشد، روش مورد نظر مناسب‌تر است.

مقایسه روش‌های خط نمونه با آماربرداری کامل (صد درصد)

نتایج حاصل از روش‌های مختلف نمونه‌برداری برای هر کدام از متغیرهای مورد اندازه‌گیری با مقدار حقیقی آن‌ها، که از آماربرداری صد درصد حاصل شده‌اند، با استفاده از آزمون t مقایسه شدند. نتایج در جدول ۴ آمده است.

پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف اشتباه معیار، درصد خطای آماربرداری، و ضریب تغییرات برای متغیرهای مورد اندازه‌گیری در روش‌های نمونه‌برداری محاسبه شد. در هر روش ۳۷ قطعه نمونه با شبکه آماربرداری 100×100 متر برداشت شد. پارامترهای آماری محاسبه شده بر روی متغیرهای اندازه‌گیری شده در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. نتایج محاسبات آماری در روش‌های مختلف نمونه‌برداری

مشخصه	روش	میانگین	انحراف معیار	اشتباه معیار	خطای آماربرداری (%)	ضریب تغییرات (%)
تعداد در هکتار (اصله)	خط نمونه با تعداد درخت ثابت	۷۰/۱۸	$\pm ۷/۰۶$	$\pm ۱/۱۶$	۳/۱۶	۱۰/۰۵۹
	خط نمونه با طول ثابت	۹۳/۲۶	$\pm ۲۶/۶۳$	$\pm ۴/۳۷$	۹/۴۸	۲۸/۵۵
سطح مقطع برابرسینه	خط نمونه با تعداد درخت ثابت	۱۴/۹	$\pm ۲/۶۹$	$\pm ۰/۴۴$	۶/۴۱	۱۸/۰۵۳
(متر مربع در هکتار)	خط نمونه با طول ثابت	۱۷/۲۵	$\pm ۵/۴۳$	$\pm ۰/۸۹$	۱۰/۴۴	۳۱/۴۷
درصد تاج‌پوشش	خط نمونه با تعداد درخت ثابت	۳۵/۲۵	$\pm ۳/۴۶$	$\pm ۰/۵۷$	۳/۲۷	۹/۸۱
	خط نمونه با طول ثابت	۴۱/۰۸	$\pm ۷/۹$	$\pm ۱/۳۰$	۶/۴	۱۹/۲۳

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین روش‌های مختلف نمونه‌برداری با میانگین واقعی

مشخصه	روش	میانگین واقعی	میانگین نمونه‌برداری	P-value
تعداد در هکتار (اصله)	خط نمونه با تعداد درخت ثابت	۶۸/۰۴	۷۰/۱۸	۰/۰۰
	خط نمونه با طول ثابت		۹۳/۲۶	۰/۰۰
سطح مقطع برابرسینه	خط نمونه با تعداد درخت ثابت	۱۵/۱۶	۱۴/۹	۰/۰۰۷
(متر مربع در هکتار)	خط نمونه با طول ثابت		۱۷/۲۵	۰/۰۲۴
درصد تاج‌پوشش	خط نمونه با تعداد درخت ثابت	۳۵/۷۱	۳۵/۲۵	۰/۴۳۲
	خط نمونه با طول ثابت		۴۱/۰۸	۰/۰۰

$$H_0: \bar{X}^{(T_0)} = \bar{X}^{(T_1)}$$

$$\bar{X}^{(T_0)} = \bar{X}^{(T_1)}, \quad \bar{X}^{(T_1)} = \bar{X}^{(T_1)}$$

میانگین مشخصه‌های مورد نظر در روش آماربرداری
صددرد: $\bar{X}^{(T_0)}$

میانگین مشخصه‌های مورد نظر در روش خط نمونه
با تعداد درخت ثابت: $\bar{X}^{(T_1)}$

میانگین مشخصه‌های مورد نظر در روش خط نمونه
با طول ثابت: $\bar{X}^{(T_1)}$

مقایسه روش‌های مختلف نمونه‌برداری بر اساس معیار $(E\%)^2 \times T$

علاوه بر مقایسه میانگین روش‌های نمونه‌برداری با میانگین واقعی (آماربرداری صددرد)، در این بررسی از معیار $(E\%)^2 \times T$ نیز برای مقایسه نتایج استفاده شد. E% دقت نمونه‌برداری و T زمان کل روش‌های نمونه‌برداری به دقیقه است. نتایج آن در جدول ۷ آمده است.

جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین روش‌های خط نمونه

مشخصه	میانگین روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت	میانگین روش خط نمونه با طول ثابت	P-value
تعداد در هکتار	۷۰/۱۸	۹۳/۲۶	۰/۰۰
سطح مقطع برابرسینه	۱۴/۹	۱۷/۲۵	۰/۰۰
درصد تاج‌پوشش	۳۵/۲۵	۴۱/۰۸	۰/۰۰

جدول ۶. نتایج آزمون هتلینگز

H_0	Statistic	Value	Num. df.	Den. df.	F_t	F_c	P-value
$\bar{X}^{(T_0)} \& \bar{X}^{(T_1)}$	Hotelling's	۱/۴۴۱۵	۳	۷۳	۲/۷۴	۰/۴۶۷۶	۰/۸۱۳
$\bar{X}^{(T_0)} \& \bar{X}^{(T_1)}$	Hotelling's	-۹۲/۲۵	۳	۷۳	۲/۷۴	-۲۹/۹۳	۰/۰۰
$\bar{X}^{(T_1)} \& \bar{X}^{(T_1)}$	Hotelling's	-۹۳/۲۴	۳	۷۳	۲/۷۴	-۳۰/۲۱	۰/۰۰

مقایسه روش‌های خط نمونه

نتایج حاصل از دو روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت و خط نمونه با طول ثابت نیز با استفاده از آزمون t جفتی مقایسه شدند و نتایج آن در جدول ۵ آمده است.

مقایسه روش‌ها بر اساس آزمون هتلینگز (Hotelling's T^2)

برای مقایسه اثر توأم متغیرها شامل تعداد درخت در هکتار، سطح مقطع برابرسینه، و درصد تاج‌پوشش در مقایسه سه روش به صورت دو به دو، از آزمون چندمتغیره هتلینگز استفاده شد. در این آزمون نیز اگر مقدار معنی‌داری (sig) بیشتر از ۰/۰۵ باشد اختلاف بین دو روش معنی‌دار است. نتایج این آزمون در جدول ۶ آمده است. فرضیه صفر این آزمون به صورت زیر تعریف شد:

جدول ۷. مقایسه معیار $T \times (E\%)^2$ روش‌های مختلف نمونه‌برداری در برآورد مشخصه‌ها

مشخصه	روش	$(E\%)^2$	T	$T \times (E\%)^2$
تعداد در هکتار	خط نمونه با تعداد درخت ثابت	۹/۹۸	۲۰۹/۴۳	۲۰۹۰/۱۱
	خط نمونه با طول ثابت	۸۹/۸۷	۲۴۴	۲۱۹۲۸/۲۸
سطح مقطع برابرسینه	خط نمونه با تعداد درخت ثابت	۴۱/۰۸	۲۴۳/۰۹	۹۹۸۸/۱
	خط نمونه با طول ثابت	۱۰۸/۹۹	۳۴۴	۳۷۴۹۳/۷
درصد تاج‌پوشش	خط نمونه با تعداد درخت ثابت	۱۰/۶۹	۳۵۷/۲۰	۳۸۱۹/۵
	خط نمونه با طول ثابت	۴۰/۹۶	۴۷۳/۰۳	۱۹۳۷۵/۳

بحث

از نظر تعداد در هکتار در خط نمونه‌هاست. برای مشخصه تاج‌پوشش، درصد خطای آماربرداری کمتر مربوط به روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت است و روش خط نمونه با طول ثابت درصد خطای آماربرداری بیشتری دارد. هرچند درصد تاج‌پوشش برآوردشده با روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت برخلاف روش خط نمونه با طول ثابت با میانگین واقعی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارد (جدول ۴)، ولی هر دو روش درصد خطای آماربرداری مقبولی (کمتر از ۷ درصد) را نشان می‌دهند (جدول ۳). اگر خطای آماربرداری برای مقایسه سطح مقطع برابرسینه روش‌های مختلف نمونه‌برداری با میانگین واقعی ملاک مقایسه قرار گیرد، درصد خطای آماربرداری کمتر مربوط به روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت با ۶/۴۱ درصد است و روش خط نمونه با طول ثابت با ۱۰/۴۴ درصد خطای آماربرداری بیشتری دارد. با توجه به اینکه سطح مقطع برآوردشده به کمک هر دو روش با میانگین واقعی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارد (جدول ۴)، ولی روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت دارای درصد خطای آماربرداری مقبولی (کمتر از ۷ درصد) است. علت این تفاوت بین میانگین‌ها تعداد کم قطعات نمونه برداشت‌شده و ناهمگنی جنگل می‌باشد.

در آماربرداری صددرصد مقدار واقعی پارامترهای آماری به‌دست آمد و به‌عنوان شاخص‌های مقایسه‌ای استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده از آماربرداری صددرصد نشان داد که میانگین واقعی مشخصه تعداد در هکتار برابر ۶۸/۰۴ اصله درخت، میانگین واقعی سطح مقطع برابرسینه برابر ۱۵/۱۶ متر مربع در هکتار، و میانگین واقعی تاج‌پوشش برابر ۳۵/۷۱ درصد است (جدول ۲). همان‌طور که مشاهده می‌شود، درصد ضریب تغییرات برای مشخصه‌های اندازه‌گیری‌شده در آماربرداری صددرصد مقدار زیادی به‌دست آمده که علت آن ناهمگنی جنگل مورد نظر و شرایط توپوگرافی منطقه است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده برای روش‌های نمونه‌برداری (جدول ۳)، اگر ملاک مقایسه فقط براساس خطای آماربرداری باشد، درصد خطای آماربرداری کمتر برای مشخصه تعداد در هکتار مربوط به روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت است و روش خط نمونه با طول ثابت درصد خطای آماربرداری بیشتری دارد. تعداد در هکتار برآوردشده با روش‌های نمونه‌برداری از نظر آماری با مقدار واقعی (آماربرداری صددرصد) اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۴) که این اختلاف به‌سبب تعداد کم قطعات نمونه برداشت‌شده و ناهمگنی توده

دو به دو، از آزمون چندمتغیره هتلینگر استفاده شد. نتایج نشان داد وقتی که سه متغیر توأم در مقایسه‌ها به صورت دو به دو وارد می‌شوند، نتایج جدیدی حاصل می‌شود. به طوری که روش نمونه‌برداری خط نمونه با تعداد درخت ثابت (۵ درخت) با روش آماربرداری صددرصد اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهد. در حالی که روش خط نمونه با طول ثابت با آماربرداری صددرصد اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۶).

برای ارزیابی بهتر روش‌های نمونه‌برداری از حاصل ضرب مجذور دقت نمونه‌برداری در زمان کل نمونه‌برداری $T \times (E\%)^2$ استفاده شد. بنابراین، هر روشی که این مقدار در آن کمتر باشد، به عنوان روش مناسب‌تر معرفی می‌شود. با توجه به جدول ۷ مقدار $T \times (E\%)^2$ برای مشخصه تعداد در هکتار در روش خط نمونه با تعداد ثابت برابر با $2090/11$ می‌باشد که کمتر از مقدار این معیار در روش خط نمونه با طول ثابت است (برابر با $21928/28$). برای سطح مقطع برابر سینه مقدار این معیار در روش خط نمونه با طول ثابت برابر $37493/7$ و در روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت برابر $9988/1$ است که مقدار کمتر مربوط به روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت است. همچنین، برای مشخصه درصد تاج‌پوشش نیز مقدار $T \times (E\%)^2$ در روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت کمتر است. بنابراین، با توجه به معیار $T \times (E\%)^2$ ، روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت روش مناسب‌تری است. ابراهیمی روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت را در جنگل‌های جگین بررسی کرد [۱۹] که نتیجه آن با نتایج این بررسی هماهنگی است. حیدری و همکاران در جنگل‌های حفاظتی غرب کشور به این نتیجه رسیدند که روش خط نمونه با طول ثابت برای برآورد مشخصه‌های تعداد در هکتار و درصد تاج‌پوشش روش مناسبی نیست

در مقایسه دو روش خط نمونه با در نظر گرفتن زمان آماربرداری نتیجه‌گیری می‌شود که این زمان برای مشخصه‌های مورد بررسی در روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت در مقایسه با روش خط نمونه با طول ثابت، زمان کمتری لازم دارد (جدول ۷)، زیرا پیاده‌کردن طول خط نمونه (در این بررسی ۵۰ متر) مدت زمانی را لازم دارد، در حالی که این مدت زمان در روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت وجود ندارد. از آنجا که زمان آماربرداری با هزینه آماربرداری رابطه مستقیم دارد، بنابراین، با افزایش زمان آماربرداری هزینه آن نیز افزایش خواهد یافت. در حالی که در جنگل‌های زاگرس به علت حفاظتی بودن آن‌ها روش‌های آماربرداری کم‌هزینه توصیه می‌شود. بنابراین، از نظر زمان آماربرداری روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت برای برآورد تعداد در هکتار، سطح تاج‌پوشش، و سطح مقطع برابر سینه مناسب‌تر است.

همچنین مقایسه نتایج دو روش نمونه‌برداری با یکدیگر نیز اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد (جدول ۵). سه متغیر اندازه‌گیری شده شامل تعداد در هکتار، سطح مقطع برابر سینه، و درصد تاج‌پوشش در دو روش نمونه‌برداری خطی از نظر آماری در سطح $0/05$ اختلاف داشتند. علت آن می‌تواند اختلاف در طول خط دو روش نمونه‌برداری باشد که در خط نمونه با طول ثابت در تمام نمونه‌ها طول خط برابر با ۵۰ متر ولی در خط نمونه با تعداد ثابت طول خط متغیر بود (در برخی نمونه‌ها بیشتر از ۵۰ متر و در برخی دیگر کمتر از ۵۰ متر). بنابراین، با توجه به وضعیت جنگل‌های غرب کشور هنوز می‌توان با انتخاب روش مناسب خط نمونه، نتایج نمونه‌برداری مناسبی به دست آورد. برای مقایسه اثر توأم متغیرها شامل تعداد درخت در هکتار، سطح مقطع برابر سینه، و درصد تاج‌پوشش در مقایسه سه روش به صورت

است، در حالی که منطقه مورد مطالعه در این بررسی به علت در دسترس بودن تخریب شده است. بنابراین، برای احیا و تجدید حیات طبیعی این جنگل‌ها، باید وضعیت کمی و کیفی آن‌ها مطالعه و ارزیابی شود و هرگونه تحقیق و نشان‌دادن وضعیت این جنگل‌ها به بقا و احیای این جنگل‌ها کمک می‌کند. با توجه به این توضیحات، براساس معیار $T \times (E\%)^2$ برای برآورد تعداد در هکتار، درصد تاج‌پوشش، و سطح مقطع برابرسینه در جنگل‌های مشابه جنگل‌های منطقه دالاب ایلام، از بین دو روش خط نمونه با طول ثابت ۵۰ متر و خط نمونه با تعداد ثابت ۵ درخت، روش مناسب‌تر روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت است. سازمان‌های اجرایی و محققان جنگل می‌توانند از نتایج این بررسی استفاده کنند.

[۹] که با نتایج این تحقیق نیز همخوانی دارد. علیجانپور و همکاران در جنگل‌های ارسباران روش خط نمونه با طول ثابت را به‌عنوان روش مناسب معرفی کردند [۵] که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد. علت اختلاف نتایج آن‌ها با نتایج این تحقیق، اختلاف در طول خط نمونه برداشت شده است، زیرا در تحقیقات آن‌ها طول خط نمونه در روش خط نمونه با طول ثابت ۳۰ متر در نظر گرفته شده، در حالی که در این بررسی طول خط در این روش ۵۰ متر در نظر گرفته شده است. نتایج تحقیق نیموری و همکاران در جنگل‌های بلوط غرب [۶] نیز با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد. علت اختلاف، شرایط رویشگاهی و ناهمگنی منطقه مورد مطالعه است، زیرا تحقیق آن‌ها در جنگل آموزشی-پژوهشی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شده که محدوده‌ای حفاظت‌شده

Archive of SID

References

- [1]. Sagheb Talebi, Kh., Sajedi, T., and Yazdian, F. (2005). Forests of Iran, Research Institute of Forest and Rangelands Press, 28pp.
- [2]. Marvi mohajer, M.R. (2007). Silviculture, University of Tehran Press, 387pp.
- [3]. Korhonen, L., Korhonen, K.T., Rautiainen, M., and Stenberg, P. (2006). Estimation of forest canopy cover: a comparison of field measurement techniques. *Silva Fennica*, 40(4): 577-588.
- [4]. Pourbabaei, H., Namiranian, M., and Zobeiri, M. (1999). Determination of the best inventory network dimensions and plot area in a manipulated conifer (*Pinus teada*) forest. *Iranian Journal Natural Resources*, 51(2): 25-33.
- [5]. Alijanpour, A., Zobeiri, M., Marvi Mohajer, M.R., and Zargham, N. (2004). An investigation of the best statistic sampling method in forest of aras–baran. *Iranian Journal Natural Research*, 56(4): 397-405.
- [6]. Nimvari, J.E., Zobeiri, M., Sobhani, H., and Zangeneh, H.P. (2004). A comparison of randomized systematic sampling with circle shape plot and transect method, based on precision and cost, (Case study in Sorkhedizeh of Kermanshah). *Iranian Journal Natural Research*, 56(4): 383-395.
- [7]. Noki, Y., Zobeiri, M., and Fegghi, J. (2008). Application of Transect sampling in Khalkhal protected forests. *Journal of the Iranian Natural Research*, 60(4): 1343-1355.
- [8]. Naghavi, H., Fallah, A., Jalilvand, H., and Soosani, J. (2009). Determinations of the most appropriate transect length for estimation of quantitative characteristics in Zagros forests. *Iranian Journal of Forest*, 1(3): 229-238.
- [9]. Heidari, R.H., Zobeiri, M., Namiranian, M., and Sobhani, H. (2009). Comparison of circular plot and transect sampling methods in the Zagros Oak Forest (Case study: Educational and research forest of Razi University, Kermanshah province). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(3): 359-368.
- [10]. Mohammadi, R. (2011). Investigation of proper inventory method (joint-point, T square and point center quarter) in the Zagros forests. M.Sc. thesis. Faculty of Natural resources, University of Tehran, 45 pp.
- [11]. Hernandez, M. (1997). Line Sampling for Assessment of Tree Rows and Forest Stretches in Inventories. <http://www.ffu.uni>.
- [12]. Sparks, J.C., Masters, R.E., and Payton, M.E. (2002). Comparative evaluation of accuracy and efficiency of six forest sampling methods. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 82:49-56.
- [13]. Lisa, J.B. (2002). Accuracy and Efficiency of Methods to Sample Logs Wildlife Research and Management. USDA forest Gen. Tech PSW-GTR, 181-185.
- [14]. Staupendahl, K. (2008). The modified six tree sample – A suitable method for forest stand assessment. *Allgemeine Forest-und Jagdzeitung*, 179(2): 21-33.
- [15]. Rostami, A., and Heidari, H. (2009). Typology of forest stands and evaluation of their overall status in natural forest of Daalaab Region, Ilam Province. *Journal Agriculture Natural Resources*, 15(6): 274-277.
- [16]. Zobeiri, M. (2007). Forest Biometry, University of Tehran Press, 411pp.
- [17]. Husch, B., Miller, C.I., and Beers, T.W. (1982). Forest Mensuration. Roland Press Company. 3rd Edition New York.
- [18]. Loetsch. F., Zohrer. F., and Haller. K.E. (1973). Forest Inventory. 2th Ed., BLV Verlagsgesellschaft. 905 pp.
- [19]. Ebrahimi, M. (1994). Application transect with 5 trees for estimation Canopy in the Forests thinning (Jagin Region). Internal report.