بررسی صحت روش نمونه‌برداری فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد در جنگل‌های بلوط غرب

رضاحسین حیدری*[۱]، محمود زبیری[۲]، منوچهر نمیرانیان[۲]، هوشنگ سبحانی[۳] و امیر صفری[۴]

[۱]استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی

[۲]استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۳]دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۴]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان

(تاریخ دریافت: ۲۴/ ۶ / ۸۹، تاریخ پذیرش: ۲۵ / ۸ / ۸۹)

چکیده

روش نمونه‌برداری نزدیک‌ترین فرد یکی از روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای است که برای اندازه‌گیری تراکم (تعداد در واحد سطح) و تاج‌پوشش گیاهان به‌کار می‌رود. برای برآورد تراکم با این روش روابط مختلفی ارائه شده است. در این بررسی کاربرد این روابط (با توجه به‌معیار صحت) به‌منظور برآورد تعداد در هکتار و درصد تاج‌پوشش درختان در جنگل‌های بلوط زاگرس در جنگل آموزشی، پژوهشی دانشگاه رازی کرمانشاه بررسی شد. در محدوده‌ای به مساحت ۵۰ هکتار که قبلاً در آن آماربرداری صددرصد انجام شده بود، ۵۰ نقطه نمونه‌برداری برای روش نمونه‌برداری فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد به‌صورت منظم با شروع نقطه تصادفی برداشت شد و برای برآورد تعداد در هکتار از روابط مختلف مربوط به این روش استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که برای برآورد تعداد در هکتار درختان در جنگل مورد بررسی، با توجه به معیار صحّت قابل قبول (صحّت کمتر از ۱۰ ±درصد)، روابط ارائه‌شده توسط Morisita و Batcheler & Bell از بین روابط ارائه‌شده مناسب هستند و برای برآورد درصد تاج‌پوشش درختان هیچکدام از روابط ارائه‌شده مناسب نیست.

واژه‌های کلیدی: روش فاصله‌ای، نزدیک‌ترین فرد، تراکم، تاج‌پوشش، صحت، جنگل‌های زاگرس .

*نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۲ ۲۶۰۹۸۵۴ Email: rhheidary@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه و هدف

بوم‌شناسان گیاهان انواعی از روش نمونه‌گیری بدون قاب را توسعه دادند که به کلیهٔ آنها روش‌های فاصله‌ای اطلاق می‌شود که از دو رویکرد عمومی از فواصل اندازه‌گیری‌شده بهره می‌گیرند: ۱) نقاط تصادفی[1] انتخاب و فاصلهٔ نقطه از نزدیک‌ترین فرد اندازه‌گیری می‌شود؛ ۲) پدیده‌های تصادفی انتخاب و فاصلهٔ آنها از نزدیک‌ترین همسایه به‌دست آورده می‌شود (حیدری، ۱۳۸۷؛ Krebs, 1989; Cottam & Curtis, 1953). روش نمونه‌برداری فاصله‌ای یکی از روش‌های مورد استفاده در نمونه‌برداری جوامع گیاهی است که توسط اکولوژیست‌ها به‌منظور برآورد سریع پارامترهای جنگل مورد استفاده قرار می‌گیرد (Lo & Yeung, 2007). انگیزه اصلی توسعه این روش‌ها، برآورد تراکم جمعیت بدون استفاده از قطعه نمونه است. نمونه‌برداری فاصله‌ای معمولاً برای یک گونه منفرد به‌کار می‌رود (Beasom & Hauck, 1975) و باعث صرفه‌جویی در زمان شده و صحت برآورد را نیز افزایش می‌دهد زیرا به‌طور تئوری بدون خطای قرار گرفتن درختان در مرز قطعه نمونه است (Bonham, 1989).

یکی از انواع روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای، روش نزدیکترین فرد[2] است که نخستین بار توسط Courtis & Cottam ارائه شد (سندگل، ۱۳۷۴). Cottam *et al.* (1953)، Morisita (1953)، Morisita (1957)، Batcheler & Bell (1970) و Byth & Ripley (1980) روابطی را برای برآورد تراکم جوامع گیاهی با این روش ارائه دادند (Engerman *et al.*, 1994).

Laycock & Batcheler (1975) روش نزدیک‌ترین فرد را با آماربرداری صددرصد در علفزارهای نیوزلند مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که روش نزدیک‌ترین فرد، تراکم در جوامع با الگوی پراکنش یکنواخت را بیشتر از مقدار واقعی و در جوامع با الگوی پراکنش کپه‌ای کمتر از مقدار واقعی برآورد می‌کند. Engerman *et al.* (1994) در تحقیقی با عنوان "مقایسه روش‌های فاصله‌ای برآورد تراکم با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری (مونت کارلو)" تعدادی از این روابط را با دیگر روابط در روش‌های مختلف نمونه‌برداری اصله‌ای، بررسی کردند. نتایج حاصل از این فرمول‌ها از فرمول‌های دیگر روش‌ها ضعیف‌تر بودند. فیاض و حیدری شریف‌آباد (۱۳۷۷) برای برآورد تراکم تاغ در منطقه سیستان و بلوچستان از این روش استفاده کردند. قاسمی قوچقار و همکاران (۱۳۸۲) از این روش برای برآورد تراکم در جنگل‌های شمال کشور استفاده کردند در این بررسی که علاوه بر این روش، از روش قطعه نمونه نیز استفاده شد نتایج هر دو روش با هم منطبق بودند. صفری و همکاران (۱۳۸۹) از روش نزدیکترین فرد برای بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه بنه در جنگل‌های زاگرس استفاده کردند که نتایج بیانگر الگوی مکانی کپه‌ای بود.

تا کنون در جنگل‌های زاگرس برای برآورد مشخصه‌های کمی، روش نمونه‌برداری فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد بررسی نشده است و این تحقیق اولین بررسی در این زمینه است، هرچند که حیدری (۱۳۸۵) تعدادی از دیگر روش‌های فاصله‌ای را درجنگل‌های زاگرس بررسی کرده است.

این بررسی سعی دارد تا روابط مختلف ارائه‌شده برای برآورد تعداد در هکتار و تاج‌پوشش درختان در روش نمونه‌برداری فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد را درجنگل‌های زاگرس از نظر صحت $\left(\frac{\text{مقدار واقعی} - \text{مقدار برآوردی}}{\text{مقدار واقعی}}\right)$ [۱۰۰± = معیار صحت] (Soutwood & Henderson, 2000) مورد بررسی قرار دهد تا مناسب‌ترین رابطه از بین روابط ارائه شده، برای کارهای پژوهشی و اجرایی در جنگل‌های زاگرس معرفی شود.

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد بررسی

این بررسی در جنگل آموزشی- پژوهشی دانشگاه رازی کرمانشاه واقع در حد فاصل شهرستان‌های کرندغرب و سرپل زهاب استان کرمانشاه انجام شد. این جنگل حدود ۱۶۰۰۰ هکتار مساحت دارد و از شمال به کوه دالاهو و کوه تاریکه (عرض جغرافیایی '۳۴°۲۷ شمالی)، از شرق به روستای سرمیل (طول جغرافیایی '۴۶°۹ شرقی)، از جنوب به یال کوه‌های نوا و برز (عرض جغرافیایی '۳۴°۱۸ شمالی) و از سمت غرب به روستای حبیبوند (طول جغرافیایی '۴۵°۵۶ شرقی) محدود می‌شود. جنگل مورد بررسی در

1- Random Points
2- Nearest Individual Method

Archive of SID

www.SID.ir

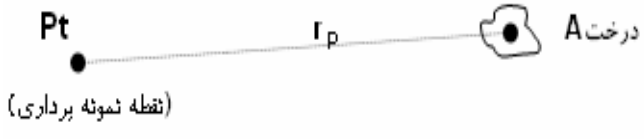
یک منطقه کوهستانی است و دامنه ارتفاعی آن بین ۷۰۰ تا ۲۴۸۰ متر از سطح دریا قرار دارد. بر اساس آماربرداری ۱۰۰ درصد که قبلاً در جنگلی به مساحت ۵۰ هکتار با دامنه ارتفاعی ۱۱۷۰ تا ۱۳۱۲ متر از سطح دریا و تغییرات شیب از صفر تا۵۰ درصد از جنگل‌های مورد بررسی انجام شد، تراکم واقعی آن ۱۹۳/۸ اصله درخت یا جست‌گروه در هکتار و تاج‌پوشش واقعی آن ۱۷/۶۷ درصد گزارش شده است (حیدری، ۱۳۸۵). پوشش گیاهی منطقه از نظر جوامع جنگلی در جامعه بلوط ایرانی (*Quercetum persicum*) قرار دارد و گونه بلوط ایرانی (*Quercus persica*) گونه غالب جنگل را تشکیل می‌دهد.

- روش آماربرداری

برای پیاده کردن نقاط نمونه‌برداری از روش منظم با شروع نقطه تصادفی استفاده شد. ابتدا با توجه به تعداد نمونه تعیین‌شده برای روش نمونه‌برداری نزدیک‌ترین فرد (در اینجا۵۰ نمونه)- در روش‌های فاصله‌ای ۴۰ تا ۶۰ نمونه کفایت می‌کند (مصداقی، ۱۳۸۲)- و مساحت منطقه (۵۰ هکتار)، شبکه آماربرداری به ابعاد۱۰۰×۱۰۰ متر طراحی و روی نقشه منطقه مورد نظر قرار داده شد. محل تقاطع اضلاع شبکه، به عنوان نقاط نمونه‌برداری به روی نقشه منتقل شد. بعد با مشخص کردن این نقاط بر روی زمین و اختصاص دادن شماره ۱ تا۵۰ به آنها کار نمونه‌برداری آغاز شد. در هر نقطه در عرصه، نمونه‌برداری به روش نزدیک‌ترین فرد انجام و اطلاعات مورد نیاز از جمله گونه، دو قطر بزرگ وکوچک تاج درختان یادداشت شد.

- روش نزدیک‌ترین فرد

در این روش، بعد از مشخص کردن نقطه نمونه‌برداری بر روی زمین و یافتن نزدیک‌ترین درخت به آن، فاصله افقی بین مرکز آن درخت (نزدیکترین درخت) تا نقطه نمونه برداری اندازه‌گیری می‌شود (Krebs, 2001) (شکل ۱).



شکل ۱- روش نمونه‌برداری فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد

- برآورد تراکم

برای برآورد تراکم درختان منطقه مورد بررسی با روش نزدیک‌ترین فرد از روابط ۱ تا ۵ استفاده شد:

(۱) رابطه Cottam *et al.* (1953)

$$\hat{N}_c = 1 \Big/ \left(4 \left[\sum_{i=1}^{n} r_{pi} \Big/ n \right]^2 \right)$$

$\hat{N}_C$ = برآورد تراکم جمعیت روش فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد در واحد سطح

(Engerman *et al.*, 1994)

(۲) رابطه Morista, 1957

$$\hat{N}_M = \frac{n-1}{\pi \sum \left(r_{pi}^2 \right)}$$

$\hat{N}_M$ = برآورد تراکم جمعیت روش فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد در واحد سطح

(Engerman *et al.*, 1994)

(۳) رابطه Morisita, 1953

$$\hat{N}_{MM} = -\log_e \left(\left(n-m \right) \Big/ n \right) \Big/ \pi R^2$$

$\hat{N}_{MM}$ = برآورد تراکم جمعیت روش فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد در واحد سطح

(Batcheler, 1971)

(۴) رابطه Byth & Ripley (1980)

$$\hat{N}_{BR} = \frac{n}{\pi \sum \left(r_{pi}^2 \right)}$$

$\hat{N}_{BR}$ = برآورد تراکم جمعیت روش فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد در واحد سطح

(Krebs, 1989)

(۵) رابطه Batchler & Bell (1970)

$$\hat{N}_{BB} = m \Big/ \left(\pi \left[\sum_{i=1}^{m} r_{pi}^2 + \left(n-m \right) R^2 \right] \right)$$

$\hat{N}_{BB}$ = برآورد تراکم جمعیت روش فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد در واحد سطح

که:

r_{Pi} = فاصله بین فرد اول (نزدیک‌ترین درخت) به‌نقطه نمونه‌برداری i

n = تعداد نقطه نمونه‌برداری (در اینجا ۵۰ نقطه)

Archive of SID

www.SID.ir

m = تعداد فاصله‌های اندازه‌گیری‌شده بین نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین فرد به آنها با توجه به‌مقدار R

R = حداکثر فاصله تعیین‌شده بین نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین فرد به آنها. در این فرمول نحوه تعیین مقدار آن به این صورت است که ابتدا داده‌های مربوط به اندازه‌های نزدیک‌ترین فاصله به نقطه نمونه‌برداری (r_p) به‌ترتیب صعودی (از کم به زیاد) منظم می‌شوند و بعد میانه این داده‌ها برابر مقدار R در نظر گرفته می‌شود.

برای محاسبه تعداد در هکتار ($\hat{N}_{ha}$) اعداد به‌دست آمده از رابطه‌های فوق در ۱۰۰۰۰ ضرب می‌شود.

- درصد تاج‌پوشش

با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری‌شده، سطح تاج تک‌تک درختان با استفاده از رابطه ۶ محاسبه شد (زبیری، ۱۳۸۱):

$$cc_i = \frac{\pi}{4}\left(CD_{1i} * CD_{2i}\right) \qquad (۶)$$

cc_i: سطح تاج درخت به مترمربع، CD_{1i} و CD_{2i} به‌ترتیب قطر بزرگ و قطر کوچک تاج درخت i به متر است.

در مرحله بعد سطح متوسط تاج یک درخت (جست گروه) با تقسیم حاصل جمع تاج تمامی درختان اندازه‌گیری‌شده در این روش بر تعداد آنها (در اینجا ۵۰ اصله) مطابق رابطه ۷ محاسبه شد:

$$\overline{cc} = \frac{\sum_{i=1}^{n} cc_i}{n} \qquad (۷)$$

$\overline{cc}$ = میانگین سطح تاج یک درخت به مترمربع

cc_i = سطح تاج درخت i به مترمربع

n = تعداد کل درختان اندازه‌گیری شده با این روش (در اینجا ۵۰ اصله)

- درصد تاج‌پوشش از رابطه ۸ به‌دست می‌آید:

(۸)

$$cc\% = \frac{\hat{N}_{ha} * \overline{cc}}{100}$$

$cc\%$ = درصد تاج‌پوشش

$\hat{N}_{ha} \times \overline{cc}$ = سطح تاج در هکتار به مترمربع

$\overline{cc}$ = میانگین سطح تاج به مترمربع

$\hat{N}_{ha}$ = تعداد در هکتار

- الگوی پراکنش مکانی

برآورد تراکم از تمامی روش‌های فاصله‌ای به‌شدت تحت تأثیر الگوی پراکنش مکانی است. اگر گیاهان و حیوانات الگوی پراکنش تصادفی داشته باشند برآورد تراکم یک حالت ناریب خواهد داشت و اگر الگوی پراکنش کپه‌ای باشد، برآورد تراکم حالت اریبی خواهد داشت (Krebs, 1989). برای کمی کردن پراکنش جمعیت‌های طبیعی، شاخص‌های متعددی برای استفاده در اندازه‌گیری‌های فاصله‌ای وجود دارد. یکی از این شاخص‌ها، شاخص Johnson & Zimmer است که بر مبنای فاصله نقطه نمونه‌برداری تا فرد استوار است (Ludwing & Reynolds, 1988). در این بررسی برای تعیین الگوی پراکنش درختان منطقه از این شاخص استفاده شد که به شرح رابطه ۹ است:

$$I = \left[(n+1)\left(\sum_{i=1}^{n}(r_{pi}{}^2)^2\right)\right] \Big/ \left[\sum_{i=1}^{n}(r_{pi}{}^2)\right]^2 \qquad (۹)$$

I = شاخص پراکنش Johnson & Zimmer

n = تعداد نقطه نمونه‌برداری (در اینجا ۵۰ نقطه)

r_{Pi} = فاصله بین فرد اول (نزدیک‌ترین درخت) به نقطه نمونه‌برداری i

اگر مقدار شاخص I برابر ۲ باشد، پراکنش مکانی درختان تصادفی، اگر کمتر از ۲ باشد، آرایش یکنواخت و اگر بیشتر از ۲ باشد حالت کپه‌ای است (Ludwing & Reynolds, 1988). برای آزمون تصادفی الگوی پراکنش با استفاده از این شاخص از رابطه (۱۰) استفاده می‌شود (پوربابایی، ۱۳۸۳).

$$z = \frac{I-2}{\sqrt{\frac{4(n-1)}{(n+2)(n+3)}}} \qquad (۱۰)$$

اگر مقدار z بین دو عدد ۱/۹۶+ و ۱/۹۶- قرار بگیرد فرض تصادفی بودن الگوی پراکنش مورد پذیرش قرار می‌گیرد، در غیر اینصورت این فرض رد می‌شود.

نتایج

با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel و رابطه‌های مربوط به محاسبه تعداد در هکتار و درصد تاج پوشش، محاسبه شد و نتایج زیر به‌دست آمد:

Archive of SID

www.SID.ir

- برآورد تراکم

برآورد تعداد در هکتار درختان (جست‌گروه‌ها) جنگل مورد بررسی با استفاده از رابطهٔ Cottam *et al.* (1953) برابر عدد ۸۶، رابطهٔ Morisita (1957) برابر عدد ۴۷/۹، رابطهٔ Morisita (1954) برابر عدد ۱۸۵/۵، رابطهٔ Byth & Ripley (1980) برابر عدد ۴۸ و رابطهٔ Batcheler & Bell (1970) برابر عدد ۱۷۵/۱ درخت (جست‌گروه) در هکتار است (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه برآورد تعداد در هکتار درختان با رابطه‌های مختلف روش نمونه‌برداری نزدیک‌ترین فرد با مقدار واقعی

رابطه	تعداد در هکتار برآوردی	مقدار واقعی	معیار صحت
N_C	۸۶	۱۹۳/۸	-۵۵/۶۲
N_M	۴۷/۹	۱۹۳/۸	-۷۵/۲۷
N_{MM}	۱۸۵/۵	۱۹۳/۸	-۴/۲۸
N_{BR}	۴۸/۹	۱۹۳/۸	-۴۷/۷۷
N_{BB}	۱۷۵/۱	۱۹۳/۸	-۹/۶۵

- درصد تاج‌پوشش

درصد تاج‌پوشش براساس روابط ۶، ۷ و ۸ محاسبه و در جدول ۲ آورده شده است.

جدول۲- مقایسه برآورد درصد تاج‌پوشش درختان با روابط مختلف روش نمونه‌برداری نزدیک‌ترین فرد با مقدار واقعی

رابطه	میانگین سطح تاج یک درخت به متر مربع	سطح تاج درختان در هکتار به مترمربع	درصد تاج‌پوشش	معیار صحت
Nc	۱۱/۵۶۷	۹۹۵	۹/۹۵	-۴۳/۷
N_M	۱۱/۵۶۷	۵۵۴	۵/۵۴	-۶۸/۶۵
N_{BR}	۱۱/۵۶۷	۵۶۶	۵/۶۶	-۶۷/۹۷
N_{BB}	۱۱/۵۶۷	۲۰۲۵	۲۰/۲۵	۱۴/۶
N_{MM}	۱۱/۵۶۷	۲۱۴۵	۲۱/۴۵	۲۱/۴
مقدار واقعی	۹/۱۲	۱۷۶۷	۱۷/۶۷	۰۰/۰

- الگوی پراکنش مکانی

مقدار محاسبه‌شده برای شاخص پراکنش Johnson & Zimmer براساس رابطه ۹ برابر عدد ۸/۹۵ است که چون این مقدار از عدد ۲ بزرگ‌تر است پس بیانگر الگوی کپه‌ای برای بلوط ایرانی در جنگل مورد بررسی است. آزمون تصادفی بودن الگو با استفاده از رابطه ۱۰ محاسبه شد که z برابر عدد ۲۶/۰۶ به‌دست آمد و چون این عدد از ۱/۹۶+ بزرگ‌تر است پس الگوی پراکنش مکانی تصادفی به نفع الگوی پراکنش کپه‌ای رد می‌شود.

بحث

با توجه به آماربرداری صددرصد در توده مورد بررسی، تعداد در هکتار واقعی ۱۹۳/۸ اصله (جست‌گروه) و درصد تاج‌پوشش واقعی درختان ۱۷/۶۷ درصد است.

همانطور که در جدول ۱ مشخص است، برآورد تعداد در هکتار درختان (جست‌گروه‌ها) منطقه با استفاده از روابط Morisita (1954) و Batcheler & Bell (1970) در مقایسه با مقدار واقعی، مقدار قابل قبولی (صحت کمتر از ۱۰ ± درصد) را نشان می‌دهد و بقیه روابط هیچکدام برآورد قابل قبولی از تعداد در هکتار درختان جنگل مورد بررسی نشان نمی‌دهند. عامل این برآورد کم (حالت اریبی) پراکنش کپه‌ای درختان منطقه مورد بررسی است، این نتیجه با تحقیقات سندگل (۱۳۷۴)، قاسمی قوچقار و همکاران (۱۳۸۲)، Morisita (1957), Strickler & Staerns (1962), Laycock & Batcheler, (1975) و Catana (1963) همخوانی دارد، ایشان اظهار کرده‌اند که در حالت پراکنش کپه‌ای، برآورد تراکم بر اساس روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای مانند روش نزدیک‌ترین فرد، در بیشتر روابط کمتر از مقدار واقعی است. تعدادی از روابط مخصوصاً روابط Cottam *et al.* (1953)، Morisita (1957) و

Archive of SID

www.SID.ir

Byth & Ripley (1980) برآورد تراکم را کمتر از مقدار واقعی نشان می‌دهند علت این عامل الگوی پراکنش کپه‌ای توده مورد بررسی است چون این روابط بر مبنای پراکنش تصادفی موجودات زنده ارائه شده است. از بین بقیه روابط ارائه‌شده برای برآورد تراکم در روش نمونه‌برداری فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد، رابطهٔ ارائه‌شده توسط Cottam *et al.* (1953) دارای اختلاف کمتری با مقدار واقعی است، یعنی دارای صحّت بیشتری است و بعد از آن روابط Morisita (1957) و Byth & Ripley (1980) در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند.

در رابطه با برآورد تاج‌پوشش و درصد تاج‌پوشش درختان (جست‌گروه‌ها) منطقه مورد بررسی با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود که نتایج به‌دست‌آمده از روابط فوق (N_C, N_M, N_{BR}, N_{BB}, N_{MM}) با یکدیگر متفاوت هستند و در مقایسه با مقدار واقعی برآورد قابل قبولی از درصد تاج‌پوشش جنگل مورد برسی را نشان نمی‌دهند. ولی درصد تاج‌پوشش محاسبه‌شده با استفاده از روابط N_{BB} و N_{MM} نسبت به بقیه روابط ارائه‌شده اختلاف کمتری با مقدار واقعی دارد و دیگر روابط (N_{BR}, N_M, N_C) به‌ترتیب در رده‌های سوم تا پنجم قرار می‌گیرند.

منابع

پوربابایی، حسن، ۱۳۸۳. کاربرد آمار در بوم‌شناسی (روش‌ها و محاسبات پایه‌ای)، انتشارات دانشگاه گیلان، شماره ۱۹۳، ۴۸۰ ص.

حیدری، رضاحسین، ۱۳۸۵. بررسی روش‌های مختلف آماربرداری فاصله‌ای در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی سرخه دیزه کرمانشاه)، پایان‌نامه دکتری جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۲۰ ص.

حیدری، رضاحسین، ۱۳۸۷. روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای در آماربرداری جنگل، انتشارات دانشگاه رازی، ۱۲۱ ص.

زبیری، محمود، ۱۳۸۱. زیست‌سنجی (بیومتری جنگل) انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۵۶۱، ۴۱۱ ص.

سندگل، عباسعلی، ۱۳۷۴. مقایسه کارایی روش‌های مختلف اندازه‌گیری تراکم گیاهی در تیپ‌های رویشی مختلف منطقه ایران و تورانی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۲۲ ص.

صفری، امیر، (۱۳۸۸). بررسی الگوی پراکنش مکانی بلوط ایرانی و بنه در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: جنگل‌های باینگان استان کرمانشاه)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان، ۸۳ ص.

فیاض، محمد و حسین حیدری شریف‌آباد، ۱۳۷۷، بررسی برخی از خصوصیات اکولوژیک تاغ در استان سیستان و بلوچستان، پژوهش وسازندگی، ۳۹: ۴۶- ۴۲.

قاسمی قوچقار، سعید، ۱۳۸۲. تعیین الگوی پراکنش مکانی درختان جنگلی با استفاده از روش‌های فاصله‌ای، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۹۱ ص.

مصداقی، منصور، ۱۳۸۲. روش‌های بوم‌شناسی (جزوه درسی) کارشناسی ارشد دانشگاه گرگان.

Batcheler, C.L., 1971. Estimation of density from a sample of joint-point and nearest-neighbor distances, *Ecology*, 52(4): 703-709.

Batcheler, C.L., & D.J. Bell, 1970. Experiments in estimating density from joint-point and nearest neighbour distances, Proceedings of the New Zealand Ecological Society, 17:111-117.

Beasom, S.L. & H.H., Hauck, 1975. A comparsion of four distance sampling techniques in south texas live oak Mottes, *Journal of Range management*, 28(2): 142-144.

Bonham, C.D., 1989. Measurements for terrestrial vegetation.John wiley and sons, 338 pp.

Byth, K. & *Ripley*, B.D., 1980 On *sampling* spatial patterns by *distance methods*. Biometrics, 36, 279-84.

Catana, A.J., 1963. The wandering quarter method of estimating population density, *Ecology*, 44(2): 349-366.

Cottam, G., J.T. Curtis & B. wild Hale, 1953. Some sampling characteristics of a population of randomly dispersed individuals, *Ecology*, 34(4): 741-757.

Engerman, R.M., R.T. Sugihara, L.F. Pank & W.E. Dusenberry, 1994. A comparison of plotless density estimators using Monte Carlo simulation, *Ecology*, 75(6): 1769-1779.

Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology, Harper Collins: New York, 653 pp.

Archive of SID

www.SID.ir

Krebs, C., J.2001. Programs for Ecological Methodology, 2th ed. Dept. of Zoology University of British Colombia,Vancouver, B.C. Canada V6T 1Z4 (software version 6.0).

Lo, C.P. & A.K.W. Yeung, 2007. Concepts and Techniques in Geographic Information System. Pearson Education, Inc., USA.

Ludwig, J.A. & J.F. Reynolds.1988. Statistical Ecology: a primer on Methods and computing, John Wiley and sons New York, 337 pp.

Laycock, W.A. & C.L. Batcheler, 1975. Comparison of distance measurement techniques for sampling Tussock grassland species in New Zealand, *J. Range Manage*, 28(1): 235-239.

Morisita, M. 1953. Estimation of population density by spacing method. Memoirs of the Faculty of Science KyushuUniversity, Series E, Biology 1:187-197.

Morisita, M., 1957. A new method for the estimation of density by the spacing method applicable to non randomly distributed populations, *Physoil Ecology*, 7(2): 134-144.

Strickler, G.S. & F.W. Streans, 1962. The determination of plant density, 5(2): 30-40. In Range Reaserch Sympsium (Denver. Co.) Usda Forest Service Miscellaneous Publication No 940, 172pp.

Southwood, T.R.E. & P.A. Henderson, 2000. Ecological Methods. Blackwell science. http://www.blackwell science.com/southwood., 575 pp.

Archive of SID

www.SID.ir

Study of accuracy of nearest individual sampling method in Zagross forests

R.H. Heidari[*1], M. Zobeiri[2], M. Namiranian[3], H. Sobhani[3] and A. Safari[4]
[1]Assisstant Prof. Faculty of Agriculture, University of Razi, I. R. Iran
[2]Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R.Iran
[3]Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R.Iran
[4]M.Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, I. R. Iran
(Received: 15 September 2010, Accepted: 16 November 2010)

Abstract
Nearest Individual sampling method is one of the distance sampling methods for estimating the plant density and canopy cover. For plant density measurements, five formulas have been developed; one by Cottam et al. (1953), Morisita (1953 and 1957), Byth and Ripley (1980) and Batcheler and Bell (1970). In this study, applicability of these formulas regarding the accuracy to estimate the density and canopy cover of Zagross Oak (*Quercus persica*) forests were examined in research and educational Forest of Razi University (Kermanshah province). First, 50 hectares of these forests were selected and was inventoried. Then, 50 systematic random sampling points for Nearest Individual sampling method were measured and recorded in this area. The results show that Morisita (1953) and Batcheler and Bell (1970) formulas can provide an acceptable estimate of density based on ± 10% accepted accuracy, but none of the formulas could provide an acceptable estimate of crown coverage based on ± 10% accepted accuracy; even though, the Batcheler and Bell formula has more accuracy level for crown coverage for this kind of forests.

Key words: Nearest Individual, Distance methods, Density, Canopy cover, Accuracy, Zagross forests.

Archive of SID

[*]Corresponding author Tel: +98 912 2609854 Email: rhheidary@yahoo.com

www.SID.ir