بررسی روش‌های اندازه‌گیری تراکم گونه *Astragalus verus* Olivier (مطالعه موردی: مراتع فریدون‌شهر اصفهان)

رضا مرادی[۱]، وحید کریمیان[۲*]، مصطفی ترکش[۳]، محمدرضا وهابی[۳] و مهدی بصیری[۴]

۱) کارشناس ارشد رشته مرتعداری، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲) باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج، یاسوج، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: v.karimian_49@yahoo.com
۳) استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۴) دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۰۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۱۰

چکیده

به‌منظور بررسی و تحلیل روش‌های اندازه‌گیری تراکم، یک مکان مطالعاتی با چهار تکرار در منطقه فریدون شهر اصفهان با تیپ گیاهی غالب *Bromus Astragalus verus - tomentellus* انتخاب گردید. در هر مکان مرتعی (محدوده ۵۰۰۰ مترمربعی با ابعاد ۱۰۰×۵۰ متر)، با شمارش کلیه پایه‌های گونه‌های گون زرد مقدار واقعی تراکم محاسبه شد. نمونه‌برداری در هر مکان مرتعی به صورت تصادفی- سیستماتیک اجرا شد. در هر یک از تکرارها ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری مستقر و با توجه به اندازه نمونه لازم هر روش، نقاطی به صورت تصادفی انتخاب گردید و روش‌های اندازه‌گیری تراکم (کوادرات ۲ مترمربعی، نزدیک‌ترین فرد، نزدیک‌ترین فرد موریسیتا، نزدیک‌ترین همسایه، زوج‌های تصادفی، یک‌چهارم نقطه مرکزی، یک‌چهارم سرگردان، زاویه سرگردان، نقطه فاصل دیگل، مربع T بایت، زاویه‌ای، ترتیبی اعم از دومین، سومین و چهارمین فرد نزدیک و زاویه منظم) اجرا شد. اختلاف روش‌های اندازه‌گیری تراکم با روش شاهد (شمارش پایه‌ها) به‌وسیله آزمون مقایسه میانگین‌ها LSD بررسی گردید. نتایج نشان داد که نزدیک‌ترین برآورد به شاهد مربوط به روش نزدیک‌ترین همسایه است. روش‌های یک‌چهارم سرگردان، کوادرات، زاویه سرگردان و زاویه منظم اختلاف معنی‌دار با شاهد نشان دادند. بیشترین (۱۲۵) و کمترین (۳۳) اندازه نمونه به‌ترتیب مربوط به روش زاویه منظم و روش یک‌چهارم سرگردان می‌باشد. روش‌های زاویه‌ای و مربع T بایت به‌ترتیب بیشترین و کمترین زمان اندازه‌گیری را به خود اختصاص دادند. از نظر دقت روش، نزدیک‌ترین همسایه بالاترین و روش‌های زاویه سرگردان و یک‌چهارم سرگردان کمترین میزان دقت را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: روش‌های برآورد تراکم، نزدیک‌ترین همسایه، اندازه نمونه، گون زرد، فریدون شهر اصفهان.

مقدمه

روش‌های کمی آنالیز گیاهی، اساس توصیف و تحلیل جوامع گیاهی به‌شمار می‌رود. تراکم به‌عنوان یکی از مشخصه‌های مهم جهت ارزیابی مراتع، برای تشریح خصوصیات و تغییرات جوامع گیاهی در دوره‌های مختلف، تفسیر عکس‌العمل‌های گیاهان به عملیات‌های مختلف مدیریتی و اندازه‌گیری پوشش و ترکیب گونه‌ای، تخمین تولید و بیومس دارای نقش مهمی می‌باشد. Kershaw (۱۹۷۳) تراکم بهترین شاخص عددی برای ارزیابی جوامع درختی و بوته‌ای است، درحالی‌که برای علفی‌ها و پهن‌برگان اهمیت کمتری دارد. تراکم گیاهان دایمی کمتر از دیگر ویژگی‌های پوشش گیاهی مانند پوشش تاجی و تولید تحت تاثیر تغییرات سالانه بارندگی قرار می‌گیرد و به همین دلیل در پایش‌های درازمدت

مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bonham, 1998). تراکم اطلاعات مفیدی در مورد رویش نهال‌ها، بقا، مرگ و درصد استقرار گیاهان ارایه می‌نماید. همچنین تراکم به‌منظور ارزیابی واکنش گیاهان به رفتارهای متفاوتی مانند چرا و تغییرات محیطی مفید است (مقدم، ۱۳۸۴). تراکم گونه‌ها علاوه بر اهدافی مانند مطالعات جامعه‌شناسی گیاهی، در تشریح و آنالیز خصوصیات پوشش گیاهی، بررسی اثر اقلیم بر روی گیاهان، مطالعات توالی و همچنین مقایسه‌های دقیق در جامعه‌شناسی گیاهی، نقش مهمی دارند (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Warren (۲۰۰۲)، در یک مطالعه بلندمدت که در مورد تاثیر سیستم‌های چرایی بر روی تراکم گراس‌ها و بوته‌ها در یک منطقه نیمه‌خشک انجام داد، برای برآورد و تخمین تراکم گیاهان از روش‌های نزدیک‌ترین همسایه و نزدیک‌ترین فرد استفاده کرد. Joset (۲۰۰۴) در مورد روش یک‌چهارم نقطه مرکزی بیان کرد که روش مذکور روش مناسب و ایده‌آل برای اندازه‌گیری سریع تراکم گیاهان حتی در رویشگاه‌های غیریکنواخت است. Bryant و همکاران (۲۰۰۵) روش‌های پلات و یک-چهارم نقطه مرکزی را برای اندازه‌گیری تراکم در چهارده رویشگاه متفاوت در جوامع جنگلی مقایسه نمودند. نتایج نشان داد زمانی که الگوی پراکنش گیاهان کپه‌ای باشد، تراکم به‌دست آمده از روش یک‌چهارم نقطه مرکزی کمتر از تراکم برآورد شده از روش پلات و زمانی که الگوی پراکنش گیاهان یکنواخت باشد تراکم به‌دست آمده از روش یک‌چهارم نقطه مرکزی بیش از روش پلات برآورد می‌شود. برهانی (۱۳۸۰)، شش روش اندازه‌گیری تراکم شامل نزدیک‌ترین فرد، نزدیک‌ترین همسایه، زوج‌های تصادفی، یک‌چهارم نقطه مرکزی، زاویه منظم و کوادرات را در درمنه‌زارهای اصفهان مقایسه نمود و اظهار داشت که روش یک‌چهارم نقطه مرکزی در یک جامعه تصادفی می‌تواند تراکم را با صحت بسیار خوبی نسبت به سایر روش‌ها برآورد نماید. نتایج عیدی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد اگر در برآورد تراکم معیار زمان به‌عنوان شاخصی از هزینه مد نظر باشد روش‌های نزدیک‌ترین فرد و نزدیک‌ترین همسایه در توجه به اهمیت معیار صحت روش زوج تصادفی و در توجه به معیار دقت می‌توان روش ترانسکت متغیر را به‌عنوان کاراترین روش دانست.

بصیری و کریمیان (۱۳۸۰)، برای تعیین مناسب‌ترین روش اندازه‌گیری تراکم بوته‌ای‌ها در مناطق خشک چهار روش فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم شامل روش یک‌چهارم نقطه مرکزی، زوج‌های تصادفی، نزدیک‌ترین همسایه و یک‌چهارم سرگردان را در سه منطقه با تراکم‌های متفاوت مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که از روش‌های مورد مطالعه فوق، تنها روش نزدیک‌ترین همسایه است که در هر سه منطقه با روش شاهد یکسان بوده و اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. موسایی‌سنجره‌ای و بصیری (۱۳۸۶)، طی پژوهش‌های خود چنین نتیجه گرفتند که در روش‌های فاصله‌ای عامل اصلی در اندازه نمونه الگوی پراکنش است، به‌طوری‌که الگوی پراکنش گیاهان نقش مهم‌تری از میزان تراکم منطقه دارد. سعادت‌فر و همکاران (۱۳۸۶) هشت روش اندازه‌گیری فاصله‌ای تراکم در قیچ‌زارهای بردسیر- سیرجان را مورد بررسی قرار دادند و نتایج پژوهش آنها حاکی از آن بود که روش نزدیک به سومین دقیق‌ترین روش فاصله‌ای برآورد تراکم می‌باشد.

میرجلیلی و همکاران (۱۳۸۷) پنج روش فاصله‌ای تخمین تراکم، شامل روش‌های نقطه مرکز یک‌چهارم، نزدیکترین فرد، نزدیکترین همسایه، زوج تصادفی و زاویه منظم را در بوته‌زارهای تنگ لایبید یزد از نظر صحت بررسی کردند. نتایج نشان داد که در دامنه غربی منطقه کوهستانی با تراکم واقعی ۱/۸ پایه در مترمربع و الگوی پراکنش تصادفی به سمت یکنواختی، روش نزدیک‌ترین همسایه نزدیک‌ترین برآورد را به مقدار شاهد ارایه نموده است.

با توجه به مساحت زیاد گون‌زارهای کشور و اهمیتی که این گیاه در حفاظت آب و خاک دارد، انتخاب روشی مناسب و بدون اریب جهت اندازه‌گیری تراکم از اهمیت به‌سزایی برخوردار خواهد بود تا بدین‌وسیله بتوان در مدت زمانی کوتاه اطلاعات دقیق و قابل اعتماد برای ارزیابی و مدیریت صحیح عرصه مراتع مهیا کرد. در این راستا لازم است، کارایی روش‌های موجود در جوامع گیاهی کشور مورد بررسی و مقایسه قرار گیرند. بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی و تحلیل روش‌های مختلف اندازه‌گیری گیاه *Astragalus verus* در مراتع فریدون‌شهر استان اصفهان است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه جز مراتع نیمه‌استپی استان اصفهان، شهرستان فریدون‌شهر، در محدوده روستای بردآسیاب بوده و در حد فاصل طول‌های جغرافیایی ″۱۵ ′۶ °۵۰ تا ″۳۰ ′۶ °۵۰ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ″۳۷ ′۵۰ °۳۲ تا ″۴۳ ′۵۰ °۳۲ شمالی قرار دارد. این منطقه را در نقشه، برگ «فریدون‌شهر» با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ می‌توان مشاهده نمود. ارتفاع منطقه بین ۲۶۷۶ تا ۲۷۱۶ متری از سطح دریاست و میزان متوسط بارندگی سالیانه این منطقه ۵۴۹ میلی‌متر می‌باشد.

روش نمونه‌گیری

برای بررسی و تحلیل روش‌های اندازه‌گیری تراکم گونه *Astragalus verus* و شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش و بررسی تاثیر آنها در تراکم، اندازه نمونه و زمان لازم در هر روش یک مکان مطالعاتی در منطقه فریدون-شهر استان اصفهان انتخاب گردید. در این مکان مطالعاتی منطقه کلید (قسمت معرف تیپ جامعه) مشخص و در آن چهار محدوده مشابه به لحاظ شرایط فیزیوگرافی (شیب، جهت و...)، پوشش گیاهی (گونه غالب، میزان پوشش تاجی و...)، و مدیریتی هر یک به مساحت ۵۰۰۰ مترمربع (با ابعاد ۵۰×۱۰۰ متر) به‌عنوان تکرار انتخاب گردید. در هر محدوده ۵۰۰۰ مترمربعی (تکرار)، کلیه پایه‌های گونه مورد نظر شمارش شدند و تراکم واقعی با استفاده از نسبت تعداد گیاه شمرده شده به سطح ۵۰۰۰ مترمربع محاسبه گردید. تراکم به‌دست آمده از این طریق به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد و تراکم برآورد شده با استفاده از سایر روش‌ها با آن مقایسه گردید.

روش‌های اندازه‌گیری تراکم در این پژوهش عبارت بودند از: کوادرات ۲ مترمربعی، نزدیک‌ترین فرد، نزدیک-ترین همسایه، زوج‌های تصادفی، یک‌چهارم نقطه مرکزی، یک‌چهارم سرگردان، زاویه سرگردان، نقطه فاصل دیگل، مربع T بایت، زاویه‌ای (۶ بخشی)، ترتیبی (دومین، سومین و چهارمین فرد نزدیک)، و زاویه منظم.

نمونه‌برداری در هر مکان مرتعی (محدوده ۵۰۰۰ مترمربعی) به صورت تصادفی- سیستماتیک اجرا شد. هر یک از روش‌های اندازه‌گیری تراکم در مکان مطالعاتی با ۴ تکرار انجام شد. بدین ترتیب که در هر تکرار (مکان مرتعی) ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری داخل محدوده ۵۰۰۰ مترمربعی به صورت تصادفی مستقر گردید. به‌منظور اجرای روش‌های فاصله‌ای، به صورت تصادفی ۳۰ نقطه انتخاب و اندازه‌گیری اولیه تراکم انجام شد و با استفاده از آن اندازه نمونه لازم برای هر یک از روش‌ها با استفاده از روش آماری و روابط (۱) و (۲) محاسبه گردید.

تعیین اندازه نمونه برای روش‌های فاصله‌ای از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است:

(رابطه ۱)

$$N = \left(\frac{100CV.t\alpha}{r}\right)^2$$

$t\alpha$: از جدول t استیودنت با درجه آزادی n-۱ سطح احتمال ۱۰ درصد؛ N: اندازه نمونه؛ r: میزان خطای نسبی که اغلب برابر ۱۰ تا ۲۰ درصد در نظر

گرفته می‌شود، است. تعیین اندازه نمونه برای روش‌های مبتنی بر کوادرات از طریق رابطه ۲ به‌دست می‌آید:

رابطه (۲) $$N = \frac{t^2 s^2}{k^2 \bar{x}^2}$$

$$S^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$$

$t\alpha$: از جدول t استیودنت با درجه آزادی n-۱ و سطح احتمال ۱۰ درصد؛ s^2: واریانس نمونه؛ N: اندازه نمونه؛ K: حدود خطا؛ $\bar{x}$: میانگین اندازه‌گیری‌های اولیه؛ n: تعداد کوادرات‌های نمونه‌برداری شده اولیه؛ $\sum x$: مجموع تعداد افراد شمارش شده و $\sum x^2$: مجموع مربعات تعداد افراد شمارش شده در کوادرت‌های نمونه‌برداری شده اولیه می‌باشند.

سپس در امتداد ۵ ترانسکت استقرار یافته در هر محدوده، با توجه به اندازه نمونه لازم هر روش، نقاطی به‌صورت تصادفی انتخاب و روش مورد نظر اجرا گردید. برای اینکه فاصله بین نقاط به اندازه‌ای باشد که یک گیاه دو بار اندازه‌گیری نشود، ابتدا ۱۰۰ نقطه به فاصله ۵ متر از هم در امتداد ۵ ترانسکت در نظر گرفته شد (۲۰ نقطه با فاصله ۵ متر از هم در امتداد یک ترانسکت) و از بین این نقاط به صورت تصادفی نقاطی با توجه به اندازه نمونه لازم در هر روش انتخاب و روش فاصله‌ای اجرا شد.

مقایسه روش‌های اندازه‌گیری تراکم از نظر صحت

هرگاه تراکم برآورد شده در هر روش، معادل مقدار واقعی آن باشد، یعنی برآورد ناریب و یا اریبی آن صفر باشد، در این صورت اندازه‌گیری انجام شده صحیح است (رضایی و همکاران، ۱۳۸۷). به‌منظور بررسی صحت تراکم به‌دست آمده، اختلاف نسبی تراکم برآورد شده در هر روش با شاهد (خطای برآورد تراکم در هر روش) محاسبه شد. بدین صورت که هر چه اختلاف نسبی تراکم برآورد شده با شاهد هر روش کمتر باشد، روش مورد نظر از صحت بالاتری برخوردار است (برهانی، ۱۳۸۰).

$$\text{اختلاف نسبی تراکم برآورد شده در هر روش با شاهد} = \frac{\text{تراکم واقعی (شاهد)} - \text{تراکم برآورد شده با روش مورد نظر}}{\text{تراکم واقعی (شاهد)}}$$

مقایسه مدت زمان صرف شده در هر یک از روش‌های اندازه‌گیری تراکم

زمان لازم برای هر روش با توجه به اندازه نمونه مورد نیاز آن روش محاسبه شده است.

زمان اندازه‌گیری شده شامل مجموع زمان عملیات صحرایی و یک‌سوم زمان انجام محاسبات بود (ارزش زمان انجام عملیات صحرایی ۳ برابر زمان انجام محاسبات در نظر گرفته شده است) (موسایی‌سنجره‌ای، ۱۳۸۷).

مقایسه روش‌های اندازه‌گیری تراکم از نظر دقت

چنانچه مقادیر تراکم حاصل از تکرارهای مختلف یک روش معین به هم نزدیک باشند، آن روش از دقت بالاتری برخوردار است (برهانی، ۱۳۸۰). برای مقایسه تراکم‌های به‌دست آمده از نظر دقت و بررسی اختلاف بین روش‌ها و اختلاف هر روش با شاهد از آنالیز واریانس در قالب طرح کاملا تصادفی و آزمون مقایسه میانگین LSD در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد استفاده شد. برای هر مکان مرتعی (محدوده ۵۰۰۰ مترمربعی) میانگین

مربعات خطای آزمایشی (MSE) و خطای استاندارد (S_d) برای هر روش به طور جداگانه محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{18}$ انجام شد.

نتایج

تراکم بوته‌های *Astragalus verus* (گون زرد)

تراکم واقعی برآورد شده گون زرد در واحد سطح با استفاده از شمارش بوته‌ها در محدوده ۵۰۰۰ مترمربعی (۱۰۰×۵۰ متر) در منطقه مورد مطالعه ۰/۴ پایه در مترمربع (۴۰۰۰ پایه در هکتار) بود.

مقایسه روش‌های مختلف اندازه‌گیری تراکم

آنالیز واریانس نشان می‌دهد که بین روش‌های مختلف برآورد تراکم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس روش‌های مختلف اندازه‌گیری تراکم گونه *Astragalus verus*

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P
بلوک	۳	۰/۱۵۰۴۳	۰/۰۵۰۱۴	۷/۲۶	P<۰/۰۰۱
تیمار	۱۵	۳/۴۷۱۸۹	۰/۲۳۱۴۶	۳۳/۵۱	P<۰/۰۰۱
خطا	۴۵	۰/۳۱۰۸۷	۰/۰۰۶۹۱		
کل	۶۳	۳/۹۳۳۱۹	-		

نتایج نشان‌دهنده آن است که از بین روش‌های مورد بررسی، روش‌های زاویه منظم، زاویه سرگردان، کوادرات و یک‌چهارم سرگردان در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار با شاهد می‌باشند. سایر روش‌ها فاقد اختلاف معنی‌داری با شاهد بوده‌اند (جدول ۲).

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های تراکم گونه *Astragalus verus* (گون زرد) برآورد شده توسط روش‌های مختلف در مترمربع

روش*	شاهد	نزدیکترین فرد	نزدیکترین همسایه	زوج‌های تصادفی	دومین فرد نزدیک	سومین فرد نزدیک	چهارمین فرد نزدیک	۱/۴ نقطه مرکزی
میانگین	۰/۴[a]	۰/۴۲[a]	۰/۴۱[a]	۰/۴۸[a]	۰/۳۸[a]	۰/۳۸۵[a]	۰/۳۷۵[a]	۰/۳۳[a]

ادامه جدول ۲. مقایسه میانگین‌های تراکم گونه *Astragalus verus* (گون زرد) برآورد شده توسط روش‌های مختلف در مترمربع

۱/۴سرگردان	زاویه سرگردان	نقطه فاصل دیگل	مربع T	زاویه‌ای	زاویه منظم	کوادرات
۰/۶۷[b]	۰/۹۴[b]	۰/۳[a]	۰/۴۴[a]	۰/۳۱[a]	۱/۱[b]	۰/۸[b]

*روش‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

مقایسه اندازه نمونه لازم روش‌های اندازه‌گیری تراکم

در روش کوادرات و روش‌های فاصله‌ای اندازه نمونه لازم با استفاده از روش آماری، در سطح احتمال ۹۰ درصد و خطای ۱۰ درصد محاسبه شد. نتایج نشان داد که در بین روش‌های اندازه‌گیری تراکم کمترین اندازه نمونه مربوط به روش زاویه منظم با ۳۳ نقطه و بیشترین اندازه نمونه مربوط به روش یک‌چهارم سرگردان با ۱۲۵ نقطه بود (جدول ۳).

جدول ۳. اندازه نمونه لازم در روش های اندازه‌گیری تراکم به‌ترتیب صعودی در سطح احتمال ۹۰ درصد و خطای ۱۰ درصد برای روش‌های فاصله‌ای و کوادرات

روش‌های اندازه‌گیری تراکم	اندازه نمونه لازم به‌ترتیب صعودی
زاویه منظم	۳۳
مربع T بایت	۴۰
نقطه فاصل دیگل	۴۲
زوج تصادفی	۴۴
زاویه‌ای	۵۴
ترتیبی: چهارمین فرد نزدیک	۶۰
نزدیکترین فرد	۶۲
نزدیکترین همسایه	۶۳
یک‌چهارم نقطه مرکزی	۶۴
ترتیبی: سومین فرد نزدیک	۶۵
ترتیبی: دومین فرد نزدیک	۷۴
کوادرات ۲ مترمربعی	۱۱۷
یک‌چهارم سرگردان	۱۲۵

مقایسه صحت روش‌های اندازه‌گیری تراکم

جدول ۴، اختلاف نسبی تراکم برآورد شده هر روش با شاهد و روش‌های اندازه‌گیری تراکم را به‌ترتیب صحت برآورد شده نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که روش نزدیک‌ترین همسایه صحیح‌ترین روش برآورد تراکم در بین روش‌های مورد مقایسه می‌باشد و روش زاویه منظم بیشترین اختلاف نسبی برآورد شده تراکم را با شاهد دارد. عدد منفی نشان می‌دهد که تراکم برآورد شده با روش مورد نظر کمتر از مقدار واقعی (شاهد) بوده و عدد مثبت نشان می‌دهد که تراکم بیش از مقدار واقعی برآورد شده است.

جدول ۴. صحت روش‌ها و اختلاف نسبی تراکم برآورد شده هر روش با شاهد

روش‌های اندازه‌گیری تراکم به‌ترتیب صحت در هر روش	اختلاف نسبی تراکم برآورد شده در هر روش با شاهد
نزدیکترین همسایه	۰/۰۲۵
ترتیبی: سومین فرد نزدیک	-۰/۰۳۷۵
نزدیکترین فرد	۰/۰۵
ترتیبی: دومین فرد نزدیک	-۰/۰۵
ترتیبی: چهارمین فرد نزدیک	۰/۰۶۲۵
مربع T	۰/۱
یک‌چهارم نقطه مرکزی	-۰/۱۷۵
زوج تصادفی	۰/۲
زاویه‌ای	-۰/۲۲۵
نقطه فاصل دیگل	-۰/۲۵
یک‌چهارم سرگردان	۰/۶۷۵
کوادرات ۲ مترمربعی	۱
زاویه سرگردان	۱/۳۵
زاویه منظم	۱/۷۵

مقایسه مدت زمان صرف شده در روش‌های اندازه‌گیری تراکم در هر تکرار

نتایج نشان داد که کمترین زمان صرف شده در بین کلیه روش‌ها متعلق به روش مربع T بایت با زمان مجموع ۴۸ دقیقه و بیشترین زمان مربوط به روش زاویه‌ای با ۱۳۳ دقیقه بود.

جدول ۵. مدت زمان صرف شده روش‌های مختلف برآورد تراکم بر اساس اندازه نمونه لازم هر روش

روش‌های اندازه‌گیری تراکم	اندازه نمونه لازم به‌ترتیب صعودی
زاویه منظم	۱/۵۸±۳۳
مربع T بایت	۳/۱۶±۴۰
نقطه فاصل دیگل	۴۲±۱/۵۹
زوج تصادفی	۱/۵۷±۴۴
زاویه‌ای	۵۴±۴/۷۴
ترتیبی: چهارمین فرد نزدیک	۱/۴۲±۶۰
نزدیکترین فرد	۶۲±۳/۹
نزدیکترین همسایه	۲/۳۹±۶۳
یک‌چهارم نقطه مرکزی	۶۴±۱/۶۳
ترتیبی: سومین فرد نزدیک	۱/۸۷±۶۵
ترتیبی: دومین فرد نزدیک	۷۴±۲/۶۶
کوادرات ۲ مترمربعی	۲/۳۳±۱۱۷
یک‌چهارم سرگردان	۱۲۵±۴/۱۱

نتایج به‌دست آمده از مقایسه دقت روش‌های اندازه-گیری تراکم

نتایج به‌دست آمده از مقایسه دقت روش‌های اندازه‌گیری تراکم با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و محاسبه میانگین مربعات خطای آزمایشی و خطای استاندارد برای هر روش نشان داد که روش نزدیکترین همسایه با خطای استاندارد ۰/۰۰۷ دقیق‌ترین روش بوده و روش یک‌چهارم سرگردان با خطای استاندارد ۰/۰۵۶ کمترین دقت را به خود اختصاص داده است.

جدول ۶. روش‌های اندازه‌گیری تراکم به‌ترتیب بیشترین دقت

روش‌های اندازه‌گیری تراکم	میانگین مربعات خطای آزمایشی (Mse)	خطای استاندارد (Sd)
نزدیک‌ترین همسایه	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۷
زاویه‌ای (۶ بخشی)	۰/۰۰۰۳۵	۰/۰۰۹۴
مربع T بایت	۰/۰۰۰۸	۰/۰۱۴
کوادرات	۰/۰۰۱۸	۰/۰۲۱
یک‌چهارم نقطه مرکزی	۰/۰۰۲۲	۰/۰۲۳۹
ترتیبی: دومین فرد نزدیک	۰/۰۰۳۴	۰/۰۲۹
نقطه فاصل دیگل	۰/۰۰۳۵	۰/۰۲۹۱
زوج‌های تصادفی	۰/۰۰۴	۰/۰۳۲
نزدیکترین فرد	۰/۰۰۵۲	۰/۰۳۶
ترتیبی: چهارمین فرد نزدیک	۰/۰۰۵۷	۰/۰۳۷۹
ترتیبی: سومین فرد نزدیک	۰/۰۰۵۹	۰/۰۳۸
زاویه منظم	۰/۰۰۹۸	۰/۰۴۹
یک‌چهارم سرگردان	۰/۰۱۲۱	۰/۰۵۶
زاویه سرگردان	۰/۰۷۵	۰/۱۳۷

بحث و نتیجه‌گیری

تراکم واقعی پایه‌های *Astragalus verus* در منطقه مورد مطالعه ۰/۴ پایه در مترمربع برآورد گردید. در بین روش‌های اندازه‌گیری تراکم در این پژوهش روش نزدیک‌ترین همسایه از بالاترین دقت و صحت برخوردار بود که با مطالعات سعادت‌فر و همکاران (۱۳۸۶) بر روی گیاه قیچ مطابقت دارد. در بین روش‌های اندازه‌گیری تراکم گونه *Astragalus verus*، تراکم به‌دست آمده از روش نزدیک‌ترین همسایه به مقدار واقعی (شاهد) نزدیک‌تر بوده (بالاترین صحت را داشته) و پس از آن روش‌های سومین فرد نزدیک، نزدیک‌ترین فرد، دومین و چهارمین فرد نزدیک قرار دارند و تراکم به‌دست آمده با استفاده از روش‌های کوادرات، زاویه سرگردان و زاویه منظم دارای اختلاف معنی‌دار با شاهد بوده است. عوامل مختلفی باعث ایجاد اختلاف در پاسخ روش‌ها می‌شود که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: اولین عامل در مدت زمان، تراکم گیاهان است؛ زیرا با افزایش تراکم و کاهش فاصله بین بوته‌ها مدت زمان لازم برای اندازه‌گیری فواصل کمتر می‌شود. عامل مهم بعدی الگوی پراکنش گیاهان است، به‌طوری‌که افزایش یکنواختی اندازه نمونه لازم را کاهش داده و در مدت زمان صرف شده اثر می‌گذارد. سومین عامل، ماهیت خود روش می‌باشد، در بعضی روش‌ها همانند یک‌چهارم نقطه مرکز، زاویه منظم در هر نقطه به جای اندازه‌گیری یک فاصله، چند فاصله اندازه‌گیری می‌گردد. بنابراین واریانس فواصل اندازه‌گیری شده کاهش و اندازه نمونه لازم نیز کاهش می‌یابد و عامل بعدی تشخیص و یافتن افراد دور و نزدیک به نقطه تصادفی می‌باشد. بدین شکل اگرچه در روش‌هایی که اندازه نمونه لازم آنها با اندازه‌گیری چند فاصله در هر نقطه نسبت به سایر روش‌ها کمتر است، ولی مدت زمان صرف شده در هر نقطه بیشتر می‌شود. این موضوع توسط برهانی (۱۳۸۰) و سعادت‌فر و همکاران (۱۳۸۶) نیز تایید و تاکید شده است. نتایج حاصل از بررسی خطای استاندارد روش‌ها در منطقه مورد مطالعه نشان داد که پس از روش نزدیک‌ترین همسایه، روش‌های زاویه‌ای و مربع T بایت دارای بیشترین دقت و روش زاویه سرگردان دارای کمترین دقت در بین روش‌های اندازه‌گیری تراکم می‌باشند و در تمامی روش‌ها میزان خطای استاندارد بستگی به ماهیت روش دارد که این یافته‌ها با نتایج موسایی‌سنجره‌ای (۱۳۸۷) و سعادت‌فر و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت دارد.

تعیین کارآیی روش‌ها بستگی به معیار تصمیم‌گیری و نظر کارشناسی فرد دارد، وقتی که در برآورد تراکم، معیار زمان (شاخصی از هزینه) مهم‌تر از دو معیار صحت و دقت باشد، روش مربع T بایت دارای کارایی بیشتر می‌باشد و اما در مورد معیار صحت و دقت روش نزدیک‌ترین همسایه دارای کارآیی بیشتر است، زیرا صحت و دقت این روش بیشتر از بقیه روش‌ها بود.

با توجه به اینکه سطح بوته‌زارهای کشور به خصوص گون‌زارها قابل توجه بوده، روش‌هایی را باید برای اندازه‌گیری تراکم بوته‌ها انتخاب نمود که از نظر آماری نتایج بدون اریب و نزدیک به تراکم واقعی را ارایه نمایند و از نظر مدت زمان صرف شده و در نتیجه هزینه لازم مقرون به صرفه باشد. برای انتخاب روش مناسب بهتر است پس از تعیین الگوی پراکنش دقیق گیاهان با توجه به معیار و ملاک مد نظر به تعیین روش مناسب اقدام گردد، به‌طوری‌که اگر معیارهای دقت و صحت مد نظر باشد، روش نزدیک‌ترین همسایه و اگر معیار زمان مد نظر باشد، روش مربع T بایت کارآترین روش از روش‌های برآورد تراکم می‌باشند. برای برآورد تراکم گیاهان بوته‌ای بهتر است که از روش‌های فاصله‌ای استفاده شود، همان‌طور که نتایج این پژوهش نشان داد روش کوادرات از نظر هیچ یک از معیارهای صحت، دقت و زمان روش مناسبی برای اندازه‌گیری تراکم گونه *Astragalus verus* نمی‌باشد.

منابع

برهانی، م. (۱۳۸۰) مقایسه کارایی روش‌های برآورد پوشش و تراکم در درمنه‌زارهای استپی استان اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۵۸ صفحه.

بصیری، م. و کریمیان، ا. (۱۳۸۰) بررسی و تعیین روش‌های مناسب برآورد تراکم بوته‌زارها. اولین سمینار تحقیقات مرتع و مدیریت دام: ۳۴۷-۳۷۶.

رضایی، ع.، یزدی‌صمدی، ب. و ولی‌زاده، م. (۱۳۸۷) طرح‌های آماری در پژوهش‌های کشاورزی. چاپ هفتم. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران، ۷۶۴ صفحه.

سعادت‌فر، ا.، بارانی، ح. و مصداقی، م. (۱۳۸۶) بررسی و مقایسه هشت روش اندازه‌گیری فاصله‌ای تراکم در قیچ‌زارهای بردسیر- سیرجان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ویژه منابع طبیعی، ۴(۱): ۱۸۳-۱۹۲.

عیدی، م.، ابراهیمی، ع.، اسدی، ا.، سهرابی، ح. و شیرمردی، ح.ع. (۱۳۹۳) مقایسه روش‌های فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم در الگوی پراکنش تصادفی شبیه‌سازی شده. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان، ۳(۳): ۴۵۵-۴۶۵.

مقدم، م.ر. (۱۳۸۴) اکولوژی گیاهان خاکروی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۷۰۲ صفحه.

موسایی‌سنجره‌ای، م. و بصیری، م. (۱۳۸۷) مقایسه و ارزیابی روش‌های مختلف اندازه‌گیری تراکم در درمنه‌زارهای استان یزد. نشریه منابع طبیعی ایران، ۶۱ (۱): ۲۳۵-۲۵۱.

موسایی‌سنجره‌ای، م. و بصیری، م. (۱۳۸۶) مقایسه کارایی شاخص‌های تعیین الگوی در درمنه‌زارهای استان یزد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع‌طبیعی، ۴۰: ۴۸۳-۴۹۲.

میرجلیلی، ع.ب.، دیانتی‌تیلکی، ق.ع. و باغستانی، ن. (۱۳۸۷) مقایسه پنج روش اندازه‌گیری فاصله‌ای تعیین تراکم در بوته‌زارهای تنگ لایبید یزد. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۵(۳): ۲۹۵-۳۰۳.

Bonham, Ch. (1998) Measurement for terrestrial vegetation. John Wiley & Sons Pub., U.S.A. 338p.

Bryant, D.M., Ducey, M.J., Innes, J.C., Lee, R.T., Eckert, T.D. and Zarin, D.J. (2005) Forest community analysis and the point-centered quarter method. Plan Ecology, 175(2): 193-203.

Joset, L. (2004) A simple distance estimator for plant density in uniform stand: pp. 1-14. Retrived from http://www.Loujost.com, statistics 20% and 2% physics/PCQ/PCQ Journal Article.htm/

Kershaw, K.A. (1973) Quantitative and dynamic plant ecology. Edward Arnold, New York: 308p.

Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, H. (1974) Aims and method of vegetation ecology. John Wiley and Sons, USA: 547p.

Warren, J. (2002) Plant density estimation by point-plant and plant-to-plant techniques. CSIRO mathematical and information sciences: pp: 1-12.

Study of Methods Measure Density of *Astragalus verus* Olivier (Case Study: Isfahan Fereydoonshahr Rangeland)

Reza Moradi[1], Vahid Karimian[2*], Mostafa Tarkesh[3], Mohammad Reza Vahabi[3] and Mehdi Bassiri[4]

1) M.Sc. Graduate of Range Management, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
2) Young Researchers and Elite Club, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran. *Corresponding Email Address: v.karimian_49@yahoo.com
3) Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
4) Associate Professor, Department of Range and Watershed Management, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Date of submission: 2015/12/22 Date of Acceptance: 2015/12/01

Abstract

In order to analyze density measurement methods, a study site with four replicates in Fereydoonshahr characterized with vegetation type *Astragalus verus-Bromus tomentellus* was selected. In each site (an area with 5000 m2 in dimension 50*100m), real density was calculated by counting all individuals of *Astragalus verus*. Samples were taken in random-systematic manner. Within each replication, five transects 100 m in length were established and given sample size for each method, some points were selected in randomized manner and density measurement methods(Closest Individual Method, Nearest Neighbor Method, Random Pairs Method, Point Centered Quarter Method, Wandering Quarter Method, Angle Order Method, Corrected Point Distance Method) were implemented. Difference between density measurement methods by control method counting was evaluated using LSD method. According to the results, the closest estimation to control is nearest neighbor one. Point Centered Quarter Method, Wandering Quarter Method, Angle Order Method, and Corrected Point Distance Method showed significant difference to control. The largest and lowest sample size was attributed to Angle Order (33) and Wandering Quarter Methods(125) among others. The regular and T square had longest and shortest measurement times. The nearest neighbor showed the highest accuracy and Wandering Quarter as well as Point Centered Quarter had the least accuracy.

Keywords: Density estimation methods, Nearest neighbor, Sample size, *Astragalus verus*, Fereydoun Shahr, Isfahan.