مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد هفدهم، شماره دوم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

مقایسه پنج روش فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم در چند تیپ گیاهی فلور خزری

***جمشید قربانی[۱]، عاطفه رضائی[۲]، نصرت‌ا... صفائیان[۳] و رضا تمرتاش[۴]**

[۱] استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۲] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۳] استاد بازنشسته، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [٤] مربی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱٤

چکیده

وجود اطلاعات پایه در مورد روش‌های مختلف اندازه‌گیری پوشش گیاهی می‌تواند به محققان در تصمیم‌گیری برای اندازه‌گیری و ارزیابی پوشش گیاهی کمک نماید. در این پژوهش ۵ روش فاصله‌ای برآورد تراکم گیاهان (نزدیک‌ترین فرد، نزدیک‌ترین همسایه، زوج‌های تصادفی، ربعی (یک چهارم متمرکز) و زاویه منظم) در ۳ تیپ *Artemisia sieberi*، *Juncus littoralis* و *Punica granatum* در استان مازندران از نظر دقت، صحت و زمان نمونه‌گیری مورد مقایسه قرار گرفتند. در هر تیپ شمارش کامل گونه غالب در سطح ۵۰۰۰ مترمربع انجام و به‌عنوان تراکم واقعی در نظر گرفته شد. سپس روش‌های فاصله‌ای در قالب نمونه‌گیری تصادفی- سیستماتیک به‌کار گرفته شدند. نتایج نشان داد که روش‌های فاصله‌ای در هر منطقه و بین مناطق، برآورد متفاوتی از تراکم را نشان دادند. در تیپ درمنه دشتی روش زاویه منظم دارای حداقل ضریب تغییرات بوده و در تیپ سازوی ساحلی دو روش نزدیک‌ترین فرد و زوج تصادفی از ضریب تغییرات کمتری برخوردار بوده‌اند. در تیپ انار وحشی روش نزدیک‌ترین همسایه کمترین ضریب تغییرات را داشته است. از نظر صحت در دو تیپ درمنه دشتی و سازوی ساحلی روش‌های نزدیک‌ترین فرد، زوج تصادفی و ربعی از اشتباه معیار کمتری برخوردار بودند. در تیپ انار وحشی روش‌های نزدیک‌ترین فرد و ربعی اشتباه معیار کمتری داشتند. در

* مسئول مکاتبه: j.ghorbani@sanru.ac.ir

تیپ درمنه دشتی روش‌ها از نظر کارآیی به هم نزدیک بوده اما در تیپ سازوی ساحلی دو روش نزدیک‌ترین فرد و زوج‌های تصادفی و در تیپ انار وحشی روش نزدیک‌ترین همسایه دارای کارآیی بهتری نسبت به سایر روش‌ها بودند.

واژه‌های کلیدی: روش نزدیک‌ترین فرد، روش نزدیک‌ترین همسایه، روش زوج‌های تصادفی، روش نقطه مرکز یک چهارم، روش زاویه منظم

مقدمه

بهره‌برداری درست از پوشش گیاهی مراتع مستلزم برآورد معیارهای کمی پوشش گیاهی می‌باشد (مقدم، ۲۰۰۰؛ مصداقی، ۲۰۰۳). از جمله این معیارهای کمی، تراکم (تعداد گیاه در واحد سطح) است که به‌خصوص جهت پایش پاسخ گیاهان به تیمارهای مختلف محیطی و مدیریتی کاربرد دارد (بونهام، ۱۹۸۹). برآورد تراکم در جوامع گیاهی با پوشش متراکم ممکن است زمان‌بر و کاری خسته‌کننده باشد و همچنین مشکلاتی در اندازه‌گیری تراکم در مورد گیاهان استولون‌دار و ریزوم‌دار وجود دارد (مولر دامبویس و النبرگ، ۱۹۷٤). جهت برآورد تراکم فرم‌های رویشی بوته‌ای و درختچه‌ای به‌طور عموم از روش‌های فاصله‌ای و یا شمارش گیاهان در داخل سطح پلات استفاده می‌شود (مقدم، ۲۰۰۵؛ بونهام، ۱۹۸۹). مشکل تعیین اندازه و شکل مناسبی از پلات جهت برآورد تراکم موجب گردید تا روش‌های فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم از دهه ۱۹۵۰ گسترش یابند (بونهام، ۱۹۸۹؛ پیکارد و بارهن، ۲۰۰۷). در این روش‌ها تعداد گیاهان در واحد سطح از طریق فاصله بین دو گیاه یا یک نقطه و یک گیاه برآورد می‌شود. در این حالت عکس فاصله اندازه‌گیری شده به‌عنوان تراکم می‌باشد. استفاده از روش‌های فاصله‌ای بیشتر در پوشش درخت و درختچه‌ای متداول بوده اما در خصوص پوشش گیاهی مراتع در مورد گیاهان بوته‌ای و گندمیان کلاف مانند و همچنین در جایی‌که پوشش گیاهی به‌صورت تنک باشد که استفاده از پلات با محدودیت‌هایی همراه است مورد استفاده قرار می‌گیرند (مولر دامبویس و النبرگ، ۱۹۷٤؛ کنت و کوکر، ۱۹۹۲). روش‌های فاصله‌ای به‌واسطه ناآشنایی افراد در به‌کارگیری آنها، کمتر مورد استقبال واقع شده اما می‌توانند ضمن کاهش زمان نمونه‌گیری (کوتام و کورتیز، ۱۹٥٦) از خطای حاشیه یا مرز نیز بکاهند (کوک و استابندیک، ۱۹۸٦).

روش‌های فاصله‌ای متعدد و متنوعی ارائه شده که برخی بیشتر برای پوشش گیاهی با پراکنش تصادفی (نزدیک‌ترین فرد، نزدیک‌ترین همسایه، زوج‌های تصادفی، نقطه مرکز یک چهارم) و برخی

دیگر هم برای پراکنش تصادفی و هم برای غیر تصادفی (روش زاویه منظم، نقطه یک- چهارم سرگردان و روش تصحیح شده نقطه- فاصله) توصیه شده‌اند (بونهام، ۱۹۸۹). روش‌های بالا برای تنوعی از تیپ‌های مختلف رویشی به‌کار رفته و با یکدیگر و همچنین با برآورد تراکم به‌وسیله پلات مقایسه شده‌اند (کوتام و کورتیز، ۱۹۵٦؛ لیکوک ۱۹٦۵؛ لیون ۱۹٦۸؛ باچلر و بل، ۱۹۷۰؛ لیکوک و بچلر، ۱۹۷۵؛ بیسوم و هوک، ۱۹۷۵؛ سورلس و گلن، ۱۹۹۱). نتایج به‌دست آمده با توجه به نوع پوشش و منطقه مورد مطالعه متفاوت بوده بنابراین منتج به معرفی روشی مشخص برای نوع پوشش خاص نشده‌اند. شاید یکی از دلایل آن وابستگی روش‌های فاصله‌ای به نحوه پراکنش مکانی پوشش گیاهی است که می‌تواند برحسب منطقه متغیر باشد (سندگل و مقدم، ۲۰۰۱؛ برهانی و همکاران، ۲۰۰۱؛ اندرسون و همکاران، ۲۰۰٦). در ایران نیز در یک دهه اخیر به این مسأله پرداخته شده که نتیجه آن انجام مطالعاتی در برخی از مناطق رویشی بوده است. سندگل (۱۹۹٤) با مطالعه در منطقه رویشی ایران و تورانی به مقایسه برخی از روش‌های فاصله‌ای و روش کوادرات جهت برآورد تراکم پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد که در جوامع گیاهی با الگوی پراکنش تصادفی به‌ترتیب روش‌های نقطه مرکز یک چهارم، نزدیک‌ترین فرد، کوادرات و روش باچلر نسبت به سایر روش‌ها برآورد بهتری از تراکم داشتند. اما از نظر صرف زمان روش‌های نزدیک‌ترین فرد و نقطه یک چهارم را توصیه نمودند. در جوامع گیاهی دارای پراکنش کپه‌ای روش‌های نزدیک‌ترین همسایه و باچلر و برای پراکنش یکنواخت روش‌های نقطه مرکز یک چهارم و روش نزدیک‌ترین فرد به‌عنوان بهترین روش‌ها معرفی شدند. برهانی و همکاران (۲۰۰۱) با مطالعه در مراتع استپی استان اصفهان با پوشش غالب درمنه دشتی دریافتند که در مناطقی که الگوی پراکنش درمنه دشتی به‌صورت کپه‌ای بوده برآورد تراکم در روش‌های فاصله‌ای نسبت به‌مقدار واقعی کمتر بوده اما با تغییر الگوی پراکنش به یکنواخت برآوردها بیشتر از مقدار واقعی گردیدند. در این پژوهش روش زاویه منظم و نزدیک‌ترین فرد به‌ترتیب بیشترین و کمترین زمان را به خود اختصاص دادند. میرجلیلی (۲۰۰٤) روش نقطه مرکز یک چهارم را برای برآورد تراکم بوته‌زارهای مناطق خشک مناسب دانسته اما با در نظر گرفتن زمان، روش نزدیک‌ترین فرد را مناسب معرفی کرده است. سعادت‌فر و همکاران (۲۰۰۷) با مقایسه ۸ روش فاصله‌ای در قیچ‌زارهای بردسیر سیرجان دریافتند که روش‌های سومین فرد نزدیک، نزدیک‌ترین همسایه و زاویه منظم به‌ترتیب دقیق‌ترین، صحیح‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌ها در برآورد تراکم بوده‌اند. موسایی‌سنجره‌ای و بصیری (۲۰۰۸) به مقایسه ۱۵ روش اندازه‌گیری تراکم در ۳ تیپ درمنه‌زار با گونه

غالب درمنه در منطقه ندوشن یزد پرداختند. در این مطالعه برای هر تیپ با توجه به درصد تاج پوشش و الگوی پراکنش بوته‌ها تعدادی روش‌ها که برآورد نزدیک‌تری به تراکم واقعی داشتند معرفی شدند.

با توجه به ضرورت وجود اطلاعات پایه جهت کمک به محققان در تصمیم‌گیری برای اندازه‌گیری و ارزیابی پوشش گیاهی، این پژوهش سعی دارد تا در راستای مطالعات انجام شده که تعداد آنها با توجه به گستردگی مناطق رویشی ایران اندک می‌باشد برخی روش‌های فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم را در چند تیپ گیاهی منطقه رویشی شمال کشور مورد ارزیابی قرار دهد. هدف این پژوهش مقایسه کارآیی روش‌های مختلف فاصله‌ای از نظر دقت، صحت و زمان نمونه‌گیری در سه تیپ درمنه، سازوی ساحلی و انار وحشی در اقلیم نیمه مرطوب در فلور خزری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه: این پژوهش در ۳ تیپ گیاهی شامل درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*)، سازوی ساحلی (*Juncus littoralis*) و انار وحشی (*Punica granatum*) در دو منطقه از استان مازندران انجام پذیرفت. منطقه نمار به فاصله ۵۳ کیلومتری جنوب شهرستان آمل، واقع در بخش بلده شهرستان نور (بین طول‌های جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۱۳ دقیقه عرض‌های جغرافیایی ۳٦ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۳٦ درجه و ۱۲ دقیقه) با حداقل ارتفاع ۱۳۰۰ متر و حداکثر ۲۰۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. مقدار متوسط بارندگی سالانه بر اساس آمار ۲۱ ساله ایستگاه باران‌سنجی نمارستان آمل ۳۹۸ میلی‌متر است. تیپ درمنه دشتی در این منطقه جهت مطالعه انتخاب شد. منطقه نفت چال واقع در بخش بهنمیر شهرستان بابلسر (بین طول‌های جغرافیایی ۵۲ درجه و ٤۷ دقیقه تا ۵۲ درجه و ٤۸ دقیقه و عرض‌های جغرافیایی ۳٦ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۳٦ درجه و ٤٤ دقیقه) واقع در کناره جنوبی دریای خزر می‌باشد. منطقه مورد مطالعه دارای تابستان‌های گرم و مرطوب و زمستان‌های سرد و مرطوب است. میانگین بارندگی سالانه آن ۹۲۸/۲ میلی‌متر می‌باشد. خاک‌های منطقه به‌طور عمده دارای محدودیت شوری، قلیائیت و زه‌کشی هستند. در این منطقه تیپ‌های سازوی ساحلی و انار وحشی جهت مطالعه انتخاب شدند.

روش نمونه‌گیری: ابتدا در هر تیپ گیاهی سطحی به مساحت ۵۰۰۰ مترمربع (۵۰ × ۱۰۰) انتخاب و در آن شمارش کامل گیاهان غالب انجام که این تعداد به‌عنوان تراکم واقعی هر تیپ در نظر گرفته شد. در این سطح ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری به فواصل ۱۰ متر از یکدیگر مستقر و در روی هر کدام ۳۰ نقطه به‌طور تصادفی انتخاب کرده و در هر نقطه تمامی روش‌ها اجرا گردیدند. روش‌های فاصله‌ای مورد مطالعه در این پژوهش شامل روش‌های نزدیک‌ترین فرد، نزدیک‌ترین همسایه، زوج‌های تصادفی، یک چهارم

متمرکز (روش ربعی) و روش زاویه منظم بودند. با توجه به ماهیت روش‌ها، فاصله بین گیاهان یا فاصله گیاه تا نقاط مورد نظر اندازه‌گیری شدند. همچنین مدت زمان لازم برای پیاده کردن و اندازه‌گیری فاصله‌ها در هر روش ثبت گردید. لازم به ذکر است که زمان برحسب نیروی کار سه نفره می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: ابتدا فواصل اندازه‌گیری شده برای هر روش با توجه به فرمول‌های موجود برای آنها به تعداد گیاه در واحد سطح ۱ مترمربع تبدیل شدند (بونهام، ۱۹۸۹). با توجه به این‌که داده‌های تراکم از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند بنابراین قبل از آنالیز داده‌ها از تبدیل داده‌ها (تبدیل جذر) استفاده گردید (سوکال و راف، ۲۰۰۰). برای مقایسه تراکم برآورد شده در ۵ روش فاصله‌ای در هر منطقه از طرح بلوک کامل تصادفی (۵ بلوک (ترانسکت) با ۳۰ تکرار) و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار در آنالیز واریانس، میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند (مصداقی، ۱۹۹۸). آنالیز واریانس داده‌های زمان اندازه‌گیری به همین ترتیب و بدون تبدیل داده‌ها (پیروی از توزیع نرمال) انجام شد. کلیه تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار MINITAB13 اجرا گردیدند.

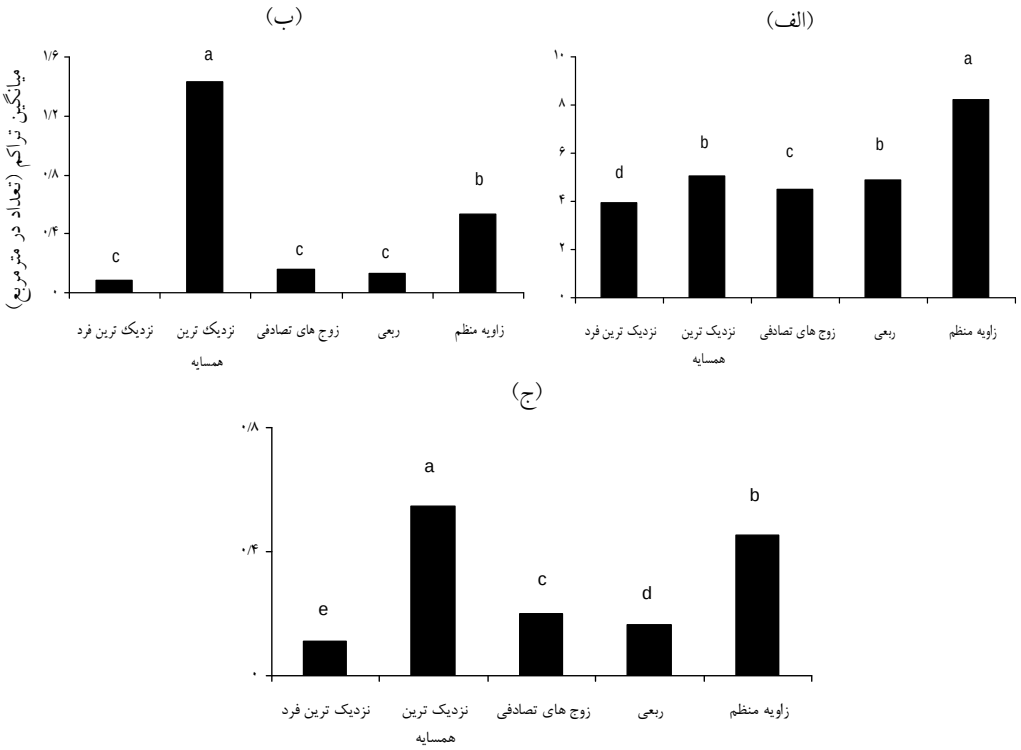
برای مقایسه تراکم برآورد شده از روش‌های فاصله‌ای با تراکم واقعی در سطح ۵۰۰۰ مترمربع به‌عنوان یکی از معیارهای صحت از آزمون t جفت شده استفاده گردید. در این پژوهش ضریب تغییرات و انحراف معیار به‌عنوان معیاری از دقت روش‌های فاصله‌ای و اشتباه معیار میانگین به‌عنوان معیاری از صحت روش‌ها در نظر گرفته شدند. جهت تعیین مناسب‌ترین روش از نظر کارآیی، با توجه به فرمول چبیشف[1] که برای داده‌های غیر نرمال است، تعداد نقاط لازم جهت نمونه‌گیری در هر یک از روش‌ها محاسبه گردید (آذر و مومنی، ۲۰۰٤). این تعداد برای دستیابی به سطح دقت یکسان می‌باشد. سپس این تعداد در میزان متوسط زمان لازم جهت اندازه‌گیری هر کدام از روش‌ها در عرصه ضرب و کل زمان نمونه‌گیری برای تعداد مورد نظر به‌دست آمد. کمترین زمان محاسبه شده به‌عنوان معیاری از کارآیی در نظر گرفته شد (مقدم و قربانی، ۲۰۰۱). جهت بررسی الگوی پراکنش گیاهان از شاخص فاصله‌ای هاپکینز استفاده گردید (مقدم، ۲۰۰۱؛ زارع چاهوکی و طویلی، ۲۰۰۸).

نتایج

الگوی پراکنش گیاهان: محاسبه شاخص پراکنش هاپکینز در تیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که در تیپ درمنه دشتی الگوی پراکنش تصادفی (شاخص پراکنش برابر ۰/۵۳)، در تیپ سازوی ساحلی به‌صورت کپه‌ای (۰/۹۹) و در تیپ انار وحشی الگوی پراکنش کپه‌ای به سمت تصادفی (۰/۹٤) بود.

1. Chebyshev

مقایسه تراکم برآورد شده توسط روش‌های فاصله‌ای: آنالیز واریانس نشان داد که بین ۵ روش فاصله‌ای از نظر برآورد تراکم در هر ۳ تیپ مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود دارد ((۵۱۷/۰٤= F(٤،٢٤)، P<۰/۰۰۱ در تیپ درمنه دشتی، ۲۸۵/۲۲= F(٤،٢٤)، P<۰/۰۰۱ در تیپ سازوی ساحلی، ٤۵۳/٦= F(٤،٢٤)، P<۰/۰۰۱ در تیپ انار وحشی)). در تیپ درمنه دشتی، بیشترین تراکم برآورد شده در روش زاویه منظم و کمترین آن در روش نزدیک‌ترین فرد مشاهده گردید (شکل ۱ الف). در دو تیپ سازوی ساحلی و انار وحشی، روش نزدیک‌ترین همسایه به‌طور معنی‌داری دارای بیشترین تراکم بوده است (شکل ۱ ب و ج). کمترین میزان تراکم برآورد شده در تیپ انار وحشی در روش نزدیک‌ترین فرد و در تیپ سازوی ساحلی در سه روش نزدیک‌ترین فرد، زوج های تصادفی و ربعی مشاهده گردید.



شکل ۱- میانگین تراکم برآورد شده (میانگین تبدیل شده) توسط روش‌های فاصله‌ای در تیپ درمنه دشتی (الف)، تیپ سازوی ساحلی (ب) و تیپ انار وحشی (ج) در استان مازندران.

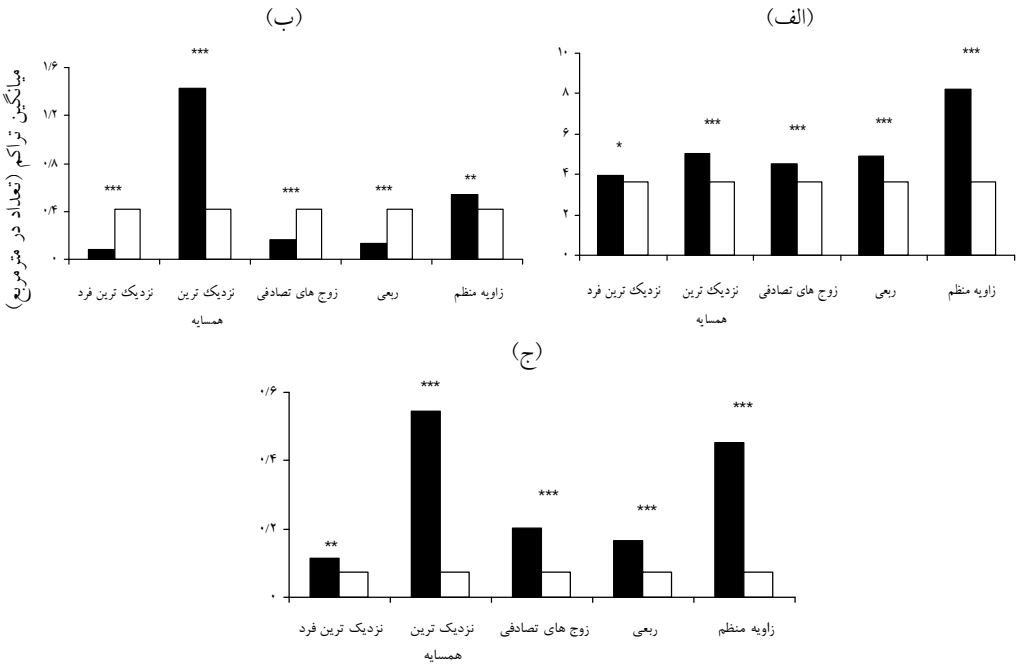
دقت و صحت روش‌های فاصله‌ای: از نظر دقت برآورد تراکم توسط روش‌های مختلف می‌توان گفت که در تیپ درمنه دشتی، کمترین ضریب تغییرات مربوط به روش زاویه منظم بود (جدول ۱). در تیپ سازوی ساحلی روش نزدیک‌ترین فرد و زوج‌های تصادفی و در تیپ انار وحشی روش نزدیک‌ترین همسایه با کمترین ضریب تغییرات همراه بوده‌اند که نشان می‌دهد داده‌ها حول میانگین از پراکندگی کمتری برخوردار بوده‌اند (جدول ۱).

از نظر صحت برآورد تراکم توسط روش‌های مختلف نتایج نشان داد که در تیپ درمنه دشتی، کمترین اشتباه معیار مربوط به روش نزدیک‌ترین فرد بوده اما در عین حال دو روش زوج‌های تصادفی و ربعی نیز اشتباه معیار پایینی داشته‌اند (جدول ۱). در تیپ سازوی ساحلی روش نزدیک‌ترین فرد، زوج تصادفی و ربعی و در تیپ انار وحشی روش نزدیک‌ترین فرد و روش ربعی دارای اشتباه معیار کمتری بوده‌اند.

جدول ۱- میانگین تراکم درمنه، سازوی ساحلی و انار وحشی ($\overline{X}$)، اشتباه معیار (SE)، انحراف معیار (StDv) و ضریب تغییرات (CV) در روش‌های مختلف فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم در تیپ‌های گیاهی مورد مطالعه.

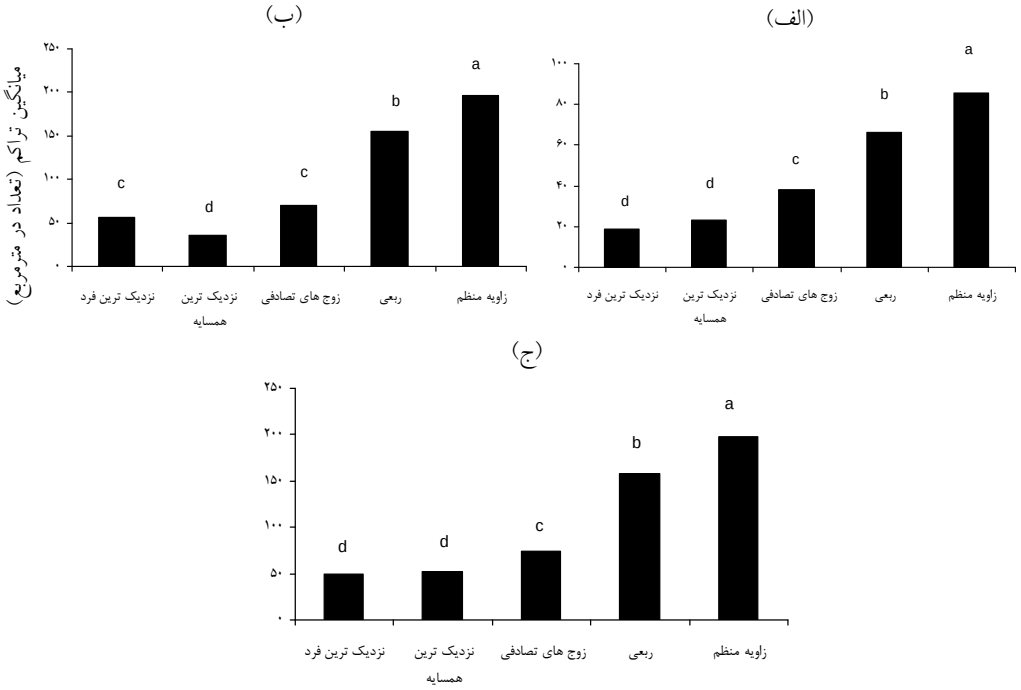
روش فاصله ای	تیپ درمنه دشتی				تیپ سازوی ساحلی				تیپ انار وحشی			
	$\overline{X}$	SE	StDv	CV	$\overline{X}$	SE	StDv	CV	$\overline{X}$	SE	StDv	CV
فرد	۱۵/۴۱	۰/۶۶	۱/۴۷	۹/۵۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۷	۱۰/۵۳	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۲۰/۹۸
همسایه	۲۵/۳۲	۱/۰۲	۲/۲۷	۸/۹۷	۲/۰۷	۰/۲۲	۰/۵۰	۲۴/۱۵	۰/۳۰	۰/۰۰۹	۰/۰۲۱	۶/۹۳
زوج تصادفی	۲۰/۲۲	۰/۷۵	۱/۶۸	۸/۳۳	۰/۰۲۷	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۳	۱۱/۴۷	۰/۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	۲۰/۰۲
نقطه مرکز	۲۴/۱۵	۰/۸۱	۱/۸۰	۷/۴۸	۰/۰۱۶	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۲	۱۴/۳۵	۰/۰۳	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۳۱	۱۱/۲۲
زاویه منظم	۶۷/۴۱	۱/۸	۳/۹۶	۵/۸۷	۰/۲۹	۰/۰۲	۰/۰۴	۱۵/۳۰	۰/۲۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۱۹/۴۴

مقایسه تراکم روش‌های فاصله‌ای با تراکم واقعی: مقایسه تراکم برآورد شده توسط روش‌های فاصله‌ای با مقدار واقعی تراکم در سطح ۵۰۰۰ مترمربع نشان داد که در دو تیپ درمنه دشتی و انار وحشی کلیه روش‌های فاصله‌ای تراکم را به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار واقعی برآورد کردند (شکل ۲ الف و ج). در تیپ سازوی ساحلی تنها دو روش نزدیک‌ترین همسایه و زاویه منظم به‌طور معنی‌داری برآورد بیشتری نسبت به تراکم واقعی داشتند و سایر روش‌ها به‌طور معنی‌داری برآوردی کمتری در مقایسه با تراکم واقعی نشان دادند (شکل ۲ ب).



شکل ۲- مقایسه میانگین تراکم (تراکم تبدیل شده) برآورد شده توسط روش‌های فاصله‌ای (رنگ سیاه) با تراکم واقعی (رنگ سفید) در تیپ درمنه دشتی (الف)، تیپ سازوی ساحلی (ب) و تیپ انار وحشی (ج) در استان مازندران. علائم روی نمودار معنی‌داری حاصل از آزمون t جفت شده را نشان می‌دهند (*برای ۰/۰۵≤P< ۰/۰۱ و **برای ۰/۰۱≤P<۰/۰۰۱ و ***برای P≤۰/۰۰۱).

مقایسه زمان اندازه‌گیری در روش‌های فاصله‌ای: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که زمان مورد نیاز جهت اندازه‌گیری فواصل در بین روش‌های فاصله‌ای مورد استفاده اثر معنی‌داری را نشان داد (($F(٤,٧٤٩)$ =٤١٤٢/٩، P<۰/۰۰۱ در تیپ درمنه دشتی، $F(٤,٧٤٩)$ =٥١٧٥/٩، P<۰/۰۰۱ در تیپ سازوی ساحلی، $F(٤,٧٤٩)$ =٧٤١٥/٢، P<۰/۰۰۱ در تیپ انار وحشی)). در هر ۳ تیپ مورد بررسی دو روش زاویه منظم و ربعی به‌طور معنی‌داری بیشترین زمان اندازه‌گیری را نسبت به سایر روش‌ها داشته‌اند (شکل ۳).



شکل ۳- میانگین زمان نمونه‌گیری (ثانیه- گروه سه نفره) جهت برآورد تراکم توسط روش‌های فاصله‌ای در تیپ درمنه دشتی (الف)، تیپ سازوی ساحلی (ب) و تیپ انار وحشی (ج) در استان مازندران.

کارآیی روش‌های فاصله‌ای: در تیپ درمنه دشتی تعداد نمونه (نقاط) مورد نیاز از ۷ در روش زاویه منظم تا ۱۸ در روش نزدیک‌ترین فرد متغیر بوده است (جدول ۲). از نظر مقدار زمان مورد نیاز برای گرفتن این تعداد نمونه مشخص گردید که روش‌ها بسیار به هم نزدیک هستند به‌طوری‌که معرفی یک روش مشخص مشکل به‌نظر می‌رسد (جدول ۲). در تیپ سازوی ساحلی کمترین تعداد نمونه به روش نزدیک‌ترین فرد و روش زوج‌های تصادفی اختصاص داشته و در مقابل روش نزدیک‌ترین همسایه به تعداد نمونه بیشتری نیاز داشته است (جدول ۲). از نظر کارآیی دو روش نزدیک‌ترین فرد و روش زوج‌های تصادفی کمترین زمان نمونه‌گیری برای دستیابی به سطح دقت یکسان را داشته‌اند (جدول ۲). در تیپ انار وحشی روش نزدیک‌ترین همسایه هم از تعداد نمونه و هم از نظر زمان نمونه‌گیری بهتر از سایر روش‌ها بوده است (جدول ۲).

جدول ۲- برآورد تعداد نمونه مورد نیاز (N)، میانگین زمان نمونه‌گیری به ثانیه (T)، و محاسبه کل زمان نمونه‌گیری دقیقه (N×T) برای سطح دقت یکسان در مورد روش‌های مختلف فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم در تیپ‌های گیاهی مورد مطالعه.

روش فاصله‌ای	تیپ درمنه دشتی			تیپ سازوی ساحلی			تیپ انار وحشی		
	N	T	T× N	N	T	T× N	N	T	T× N
فرد	۱۸	۱۸/۶۹	۵/۶۱	۲۳	۵۶/۳۲	۲۱/۵۹	۸۸	۴۹/۶۷	۷۲/۸۵
همسایه	۱۶	۲۲/۹۹	۶/۱۳	۱۱۷	۳۵/۲۶	۶۸/۷۶	۱۰	۵۱/۹۷	۸/۶۶
زوج تصادفی	۱۴	۳۸/۲۸	۸/۹۳	۲۶	۷۰/۳۷	۳۰/۵۰	۸۰	۷۳/۴۹	۹۷/۹۹
نقطه مرکز	۱۱	۶۶/۲۷	۱۲/۱۵	۴۱	۱۵۵/۸۹	۱۰۶/۵۲	۲۵	۱۵۸/۲۳	۶۵/۹۳
زاویه منظم	۷	۸۵/۵	۹/۹۸	۴۷	۱۹۶/۱۸	۱۵۳/۶۸	۷۶	۱۹۸/۳۷	۲۵۱/۲۷

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که روش‌های فاصله‌ای در هر منطقه و همچنین بین مناطق برآورد متفاوتی از تراکم سه گونه درمنه، سازو ساحلی و انار وحشی را نشان داده‌اند. اختلاف روش‌ها در بین مناطق را می‌توان به فرم رویشی گیاهان (درمنه، سازو ساحلی و انار وحشی) و الگوی پراکنش مکانی متفاوت آنها نسبت داد (سندگل و مقدم، ۲۰۰۱؛ برهانی و همکاران، ۲۰۰۱؛ پیکارد و بارهن، ۲۰۰۷). فرم رویشی متفاوت درمنه و پراکنش تصادفی آنها موجب شد تا روش‌های فاصله‌ای در این تیپ برآورد تراکم بیشتری نسبت به دو تیپ دیگر داشته باشند. در این زمینه نیز در برآورد تراکم در ارتباط با الگوی پراکنش گیاهان برهانی و همکاران (۲۰۰۱) دریافتند که برآورد تراکم از الگوی پراکنش کپه‌ای به تصادفی و یکنواخت افزایش می‌یابد. همچنین ضریب تغییرات برآورد تراکم نیز از درمنه به سازوی ساحلی و انار وحشی که دارای پراکنش کپه‌ای بوده‌اند، افزایش داشته است. در نتیجه تعداد نمونه مورد نیاز برای روش‌های فاصله‌ای نیز در دو تیپ سازوی ساحلی و انار وحشی بیشتر بوده و زمان نمونه‌گیری توسط روش‌ها نیز بین ۳ منطقه متفاوت بوده است. پراکنش کپه‌ای به‌واسطه افزایش فاصله بین گیاهان موجب افزایش زمان اندازه‌گیری کلیه روش‌ها در دو تیپ سازوی ساحلی و انار وحشی گردید.

اختلاف بین روش‌ها در هر منطقه با فرم رویشی و الگوی پراکنش مکانی یکسان ممکن است ناشی از ماهیت متفاوت روش‌ها در انتخاب گیاهان، اندازه‌گیری فواصل و همچنین نحوه محاسبه تراکم با توجه به فرمول‌های مختص هر روش باشد (بونهام، ۱۹۸۹؛ اندرسون و همکاران، ۲۰۰۶). در تیپ درمنه دشتی به‌دلیل این‌که الگوی پراکنش مکانی این گیاه از حالت تصادفی به سمت یکنواخت

می‌باشد و با توجه به این‌که در روش زاویه منظم فاصله تا سومین گیاه اندازه‌گیری می‌شود و در بیشتر قسمت‌ها گیاهان فاصله چندانی از هم نداشتند تراکم در این روش بیشتر از سایر روش‌ها بود. در دو تیپ دیگر بیشترین تراکم برآورد شده در روش نزدیک‌ترین همسایه بوده است. در این ارتباط بیسوم و هوک (۱۹۷۵) طی تحقیقی در تیپ درختچه‌زار دریافتند که روش نزدیک‌ترین همسایه بالاترین میزان تراکم را در بین سایر روش‌ها به خود اختصاص داد.

با توجه به میانگین تراکم متفاوت به‌دست آمده از روش‌های مورد مطالعه، از ضریب تغییرات به‌عنوان معیار ارزیابی دقت روش‌ها استفاده گردید. در تیپ درمنه دشتی روش زاویه منظم دارای حداقل ضریب تغییرات بوده و در تیپ سازوی ساحلی دو روش نزدیک‌ترین فرد و زوج تصادفی از ضریب تغییرات کمتری برخودار بوده‌اند. در تیپ انار وحشی با فرم رویشی درختچه‌زار روش نزدیک‌ترین همسایه کمترین ضریب تغییرات را داشته است. البته این تفاوت در دقت روش‌ها با افزایش تعداد نمونه قابل تعدیل بوده و بی‌شک روش‌های دارای دقت بیشتر به تعداد نمونه کمتری نیاز خواهند داشت (مقدم و قربانی، ۲۰۰۱). مورد اخیر در محاسبه تعداد نمونه برای سطح دقت یکسان در این مطالعه نیز مصداق داشته و اختلاف بین روش‌ها از نظر دقت در مطالعات چندی گزارش گردیده است (لی‌کاک، ۱۹٦۵؛ لیون، ۱۹٦۸). اشتباه معیار میانگین روش‌ها نیز متفاوت بوده و می‌توان گفت که از نظر درستی با هم اختلاف دارند. در دو تیپ بوته‌زار روش‌های نزدیک‌ترین فرد، زوج تصادفی و ربعی از اشتباه معیار کمتری برخودار بودند. در تیپ درختچه‌زار روش‌های نزدیک‌ترین فرد و ربعی اشتباه معیار کمتری داشتند. همان‌طور که مشاهده شد دو روش زاویه منظم و نزدیک‌ترین همسایه که به‌ترتیب در تیپ درمنه و انار از دقت بیشتری برخوردار بودند از صحت آماری بالایی برخودار نبودند که این در ارتباط با مفهوم آماری متفاوت دو اصطلاح دقت و صحت است (سوکال و راف، ۲۰۰۰). در این مطالعه علاوه‌بر صحت آماری، برآوردهای تراکم روش‌ها با مقدار واقعی تراکم در سطح ۵۰۰۰ مترمربع نیز مقایسه شدند که به جز ۳ روش نزدیک‌ترین فرد، زوج تصادفی و ربعی در تیپ سازوی ساحلی سایر روش‌ها در این تیپ و سایر تیپ‌ها نسبت به تراکم واقعی به‌طور معنی‌داری دارای برآورد تراکم بیشتری بودند. البته این اختلاف در روش‌هایی که دارای صحت آماری بیشتری بودند و در بالا یاد شدند کمتر بوده است. در این رابطه باچلر و بل (۱۹۷۰) طی پژوهشی نتیجه گرفتند که تراکم جمعیت‌های یکنواخت معمولاً بیشتر از مقدار واقعی برآورد می‌شود، زیرا نقاط نمونه‌برداری همیشه نزدیک گیاه هستند. البته معیار تراکم واقعی بهتر است با تهیه نقشه موقعیت مکانی گونه‌ها که

به‌خصوص برای پوشش بوته و درختچه‌ای امکان‌پذیر است در سطح وسیع‌تر انجام و سپس ملاک مقایسه قرار گیرد (لامارکرافت و همکاران، ۲۰۰٦).

دستیابی به برآورد دقیق که حداقل هزینه را در پی داشته باشد همواره دغدغه محققان در انتخاب روش‌های نمونه‌گیری بوده است که به آن کارآیی روش می‌گویند. در این پژوهش به شکل ساده کارآیی به‌صورت محاسبه تعداد نمونه (نقاط) برای هر روش جهت دست‌یابی به دقت یکسان و مدت زمان لازم جهت گرفتن آن تعداد نمونه محاسبه گردید (مقدم و قربانی، ۲۰۰۱). نتایج نشان داد که در تیپ درمنه دشتی تعداد نقاط نمونه‌گیری مورد نیاز از ۷ در روش زاویه منظم تا ۱۸ در روش نزدیک‌ترین فرد متغیر بوده است. این دامنه کم بین تعداد نقاط نمونه‌گیری موجب شد تا زمان کل مورد نیاز برای نمونه‌گیری این تعداد نقاط از حدود ٦ دقیقه تا ۱۲ دقیقه متغیر باشد. بنابراین به‌نظر می‌رسد روش‌ها از نظر کارآیی به هم نزدیک بوده و پژوهشگر می‌تواند با آزادی عمل بیشتر برحسب الگوی پراکنش، آشنایی و راحتی کار یکی از روش‌ها را انتخاب نماید. در تیپ سازوی ساحلی دو روش نزدیک‌ترین فرد و زوج‌های تصادفی دارای کارآیی بهتری نسبت به سایر روش‌ها بودند. دو روش اخیر در این تیپ از دقت و صحت آماری بالایی نیز برخوردار بودند. در تیپ انار وحشی روش نزدیک‌ترین همسایه به‌طور مشخص از تعداد نمونه و زمان نمونه‌گیری کمتری برخوردار بوده است.

این پژوهش توانست برخلاف پژوهش‌های قبلی که در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور انجام شده بودند (سندگل، ۱۹۹٤؛ سعادت‌فر و همکاران، ۲۰۰۷؛ موسایی‌سنجره‌ای و بصیری، ۲۰۰۸) اطلاعاتی در خصوص رفتار روش‌های فاصله‌ای در چند تیپ گیاهی فلور منطقه هیرکانی تهیه نماید. همچنین این پژوهش نشان داد که رفتار روش‌ها با توجه به فرم رویشی متفاوت بوده است. نتایج به‌دست آمده در خصوص گیاه درمنه با نتایج حاصل از پژوهش‌های قبلی که برای همین گونه در مناطق رویشی ایران و توران بوده (سعادت‌فر و همکاران، ۲۰۰۷؛ موسایی‌سنجره‌ای و بصیری، ۲۰۰۸) متفاوت می‌باشد. انجام پژوهش‌های مقایسه‌ای پی‌درپی برای تیپ‌های مختلف پوشش گیاهی در مناطق مختلف رویشی کشور توصیه می‌شود تا به افراد کمک نماید با توجه به شرایط خاص پژوهش خود روش مناسب‌تر را انتخاب نمایند. همچنین کاربرد روش‌ها در مناطق مختلف می‌تواند در اصلاح روش‌های موجود کمک نماید (اندرسون و همکاران، ۲۰۰٦).

منابع

1.Anderson, R.C., Jones, S.L. and Swigart, R. 2006. Modifying distance methods to improve estimates of historical tree density from General Land office survey records. J. the Torr. Bota. Soci. 133:3. 449-459.
2.Azar, A. and Momeni, M. 2004. Statistics and its application in management (Vol. 2: statistical analysis). Samt Press, 390p. (In Persian)
3.Batcheler, C.L. and Bell, D.J. 1970. Experiments in estimating density from joint point and nearest neighbor distance samples. Proceeding of New Zealand Ecological Society 17: 111-117.
4.Beasom, S.L. and Haucke, H. 1975. A comparision of four distance sampling techniques in South Texas Live Oak Mottes. J. Rang. Manag. 28: 142-144.
5.Bonham, C.D. 1989. Measurment for terrestrial vegetation. John Wiley and Sons, New York, USA. 337p.
6.Borhani, M., Basiri, M. and Arzani, H. 2001. Patterns of vegetation distribution and its role on the efficiency of methods estimating density of Artemisia steppe rangeland in Esfahan. Second national conference on range and rangeland management in Iran, University of Tehran, Faculty of natural resources, Karaj, Iran. Pp: 649-662, (In Persian).
7.Cook, C.W. and Stubbendieck, J. 1986. Range Research: Basic Problems and Techniques. Society for Range Management, Denver, Colorado. 317p.
8.Cottam, G. and Curtis, J.T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology 37: 451-460.
9.Kent, M. and Coker, P. 1992. Vegetation Description and Analysis: a Practical Approach. John Willey & Sons, NewYork. 363p.
10.Lamacraft, R.R., Friedel, M.H. and Chewings, V.H. 2006. Comparison of distance based density estimates for some arid rangeland vegetation. Aust. J. Ecol. 8: 181-187.
11.Laycock, W.A. 1965. Adaptation of distance measurements for range sampling. J. Rang. Manag. 18: 205-211.
12.Laycock, W.A. and Batcheler, C.L. 1975. Comparison of distance measurement techniques for sampling tussock grassland species in New Zealand. J. Rang. Manag. 28: 235-239.
13.Lyon, L.J. 1968. An evaluation of density sampling methods in a shrub community. J. Rang. Manag. 21: 16-20.
14.Mesdaghi, M. 1998. Statistical methods in agricultural sciences and natural resources. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. 288p. (In Persian)
15.Mesdaghi, M. 2003. Management of Iranian`s rangelands. Emam Reza University Press, Mashhad, Iran, 333p. (In Persian)

16. Mir-Jalili, A. 2004. Comparison of five distance methods for estimating of density in shrublands of Tang Labid in Yazd. M.Sc. Thesis, University of Tarbiat Moddares, Iran, 98p. (In Persian).
17. Moghaddam, M.R. and Ghorbani, J. 2001. Efficiency of different plot sizes and shapes for estimating of biomass in steppe, high-steppe and semi-steppe of Iran. Iran. J. Natu. Res. 54:2. 191-204.
18. Moghaddam, M.R. 2000. Range and range management. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 470p. (In Persian)
19. Moghaddam, M.R. 2001. Quantitative plant ecology. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 285p. (In Persian)
20. Moghaddam, M.R. 2005. Ecology of terrestrial plants. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 701p. (In Persian)
21. Muller-Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, New York. 547p.
22. Musaei Sanjarei, M. and Basiri, M. 2008. Comparison and evaluation of density measurement methods on *Artemisia sieberi* shrublands in Yazd province. J. the Iran. Natu. Res. 61:1. 235-251.
23. Picard, N. and Bar-Hen, A. 2007. Estimation of the density of a clustered point pattern using a distance method. Environmental and Ecological Statistics, 14:341-353.
24. Saadatfar, A., Barani, H. and Mesdaghi, M. 2007. An investigation on comparison of eight distance methods of density measurement in shrublands of *Zygophyllum eurypterum* in Bardsir-Sirjan region. J. Agri. Sci. and Natu. Res. 14:1. 183-192. (In Persian)
25. Sanadgol, A. 1994. Comparison of the efficiency of different methods of measuring density in several vegetation types of Iran-Toran region. Msc thesis, University of Tehran, Tehran, Iran. 116p. (In Persian)
26. Sanadgol, A. and Moghaddam, M.R. 2001. Vegetation distribution pattern in steppe rangelands and related methods to estimate their densities. Second national conference on range and rangeland management in Iran, University of Tehran, Faculty of natural resources, Karaj, Iran. Pp: 498-509. (In Persian)
27. Sokal, R.R. and Rohlf, F.J. 2000. Biometry. W.H. Freeman & Company, New York.
28. Sorrells, L. and Glenn, S. 1991. Review of sampling techniques used in studies of grassland plant communities. Proceedings of the Oklahama Academy Science 71: 43-45.
29. Zare Chahouki, M.A. and Tavili, A. 2008. Evaluation of distance and quadrat indices efficiency in determination of some range species distribution pattern in arid areas. Rangeland 2:2. 101-112. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 17(2), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Comparison of Five Distance Methods for Measuring Density in Several Vegetation Types of Khazar Flora

***J. Ghorbani[1], A. Rezaei[2], N. Safaeian[3] and R. Tamartash[4]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Rangeland and Watershed Management, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]M.Sc. Graduate, Dept. of Rangeland and Watershed Management, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Retired Prof., Dept. of Rangeland and Watershed Management, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]Instructor, Dept. of Rangeland and Watershed Management, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

Primary information about different methods of vegetation sampling is important to researchers to decide about their sampling. In this study we applied five distance methods (closest individual, nearest neighbor, random pairs, point-centered quarter and angle orderd) to estimate plant density in three vegetation types including *Artemisia sieberi*, *Juncus littoralis* and *Punica granatum* in Mazandaran, Iran. Methods were compared according to their precision, accuracy, and efficiency. In each vegetation type total number of above dominant species (*A. sieberi*, *J. littoralis* and *P. granatum*) was counted in an area of 5000 m^2 as actual density. Then five distance methods were applied under random-systematic sampling method. The results showed that in *A. herba-alba* angle orderd method had minimum coefficient variation (cv) but for *J. littoralis* closest individual and random pair methods showed minimum cv. For *P. granatum* the least cv was found in closest neighbor method. Based on the accuracy, for *A. herba-alba* and *J. littoralis* least standard error of the mean was found in three methods (closest individual, random pair, and point-centered quarter). Two of these methods (closest individual and point-centered quarter) showed also least standard error of the mean for *P. granatum.* For *A. herba-alba* all methods showed more or less the same efficiency but for *J. littoralis* closest individual and random pairs and for *P. granatum* closest neighbor had better efficiency than other methods.

Keywords: Closest Individual Method, Nearest Neighbor Method, Random Pairs Method, Point-Centered Quarter Method, Angle Orderd Method

*Corresponding author: j.ghorbani@sanru.ac.ir