

## بررسی و مقایسه هشت روش اندازه‌گیری فاصله‌ای تراکم در قیچ‌زارهای بردسیر - سیرجان

\*امیر سعادت‌فر<sup>۱</sup>، حسین بارانی<sup>۲</sup> و منصور مصداقی<sup>۳</sup>

به ترتیب<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، <sup>۲</sup>استادیار و <sup>۳</sup>استاد گروه مرتعداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۴/۷/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۲/۸

### چکیده

برای برآورد تراکم گیاهان چوبی بیشتر از روش‌هایی به نام روش‌های فاصله‌ای استفاده می‌شود. به منظور مقایسه کارایی روش‌های مذکور از نظر صحت، دقت و زمان این پژوهش به انجام رسید. برای انجام کار در قیچ‌زارهای بردسیر - سیرجان استان کرمان چهار محدوده دو هکتاری انتخاب گردید. در هر یک از محدوده‌های دو هکتاری پنج ترانسکت ۱۰۰ متری به فاصله ۴۰ متر از یکدیگر مستقر شد و در طول هر ترانسکت ۲۰ نقطه نمونه‌گیری به فاصله ۵ متر از یکدیگر مشخص گردید. روش‌های مورد مقایسه تراکم عبارت بودند از: نزدیکترین فرد، نزدیکترین همسایه، زوج‌های تصادفی، زاویه منظم، یک چهارم نقطه مرکز، نزدیک به سومین، ترانسکت متغیر، سرگردان. شمارش دقیق هر محدوده دو هکتاری به‌عنوان شاهد انتخاب گردید. جهت مقایسه روش‌ها با روش شاهد از لحاظ دقت و زمان از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و مقایسه انحراف معیار و برای مقایسه روش‌ها از لحاظ صحت از اختلاف نسبی هر روش با شاهد استفاده شد. برای تعیین کارآمدترین روش فاصله‌ای برآورد تراکم از تحلیل فرآیندهای سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. نتایج نشان داد که دقیقترین روش فاصله‌ای برآورد تراکم در قیچ‌زارها روش نزدیک به سومین و سریعترین یا کم هزینه‌ترین روش، روش زاویه منظم می‌باشد. صحیح‌ترین روش برآورد تراکم روش نزدیکترین همسایه می‌باشد. کارآمدترین روش برآورد تراکم در کارهای تحقیقاتی و مطالعاتی روش نزدیک به سومین می‌باشد و در شرایطی که شاخص صحت مد نظر باشد روش زوج‌های تصادفی به‌عنوان کارآمدترین روش تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی: تراکم، دقت، صحت، تحلیل سلسله مراتبی

### مقدمه

محسوب می‌شود. تراکم به معنای تعداد افراد یک گونه در واحد سطح معین است که می‌توان آن را با شمارش تعداد افراد یک گونه در کوادرات، در امتداد ترانسکت و با اندازه‌گیری فاصله بین افراد و با هم یا با نقاط نمونه‌برداری تعیین کرد (مقدم، ۱۳۷۷).

تراکم به‌عنوان یکی از مشخصه‌های مهم جهت ارزیابی مراتع برای تشریح خصوصیات و تغییر جوامع گیاهی در دوره‌های مختلف، تفسیر عکس‌العمل گیاهان به عملیات مختلف مدیریتی، اندازه‌گیری تاج پوشش، تعیین ترکیب گونه‌ای، تخمین تولید و بیوماس

اندازه‌گیری تراکم برای بیان دقیق تعداد افراد گونه‌ها، موقعیت و توزیع آنها در جامعه لازم می‌باشد. بررسی تراکم گونه‌ها علاوه بر اهدافی مانند مطالعات فیتوسوسیولوژی، در تشریح و آنالیز خصوصیات پوشش گیاهی، بررسی اثرات اقلیم بر روی گیاهان، مطالعات توالی و همچنین مقایسات دقیق در جغرافیای گیاهی نقش مهمی دارد. محققان متعددی اندازه‌گیری تراکم با استفاده از روش‌های فاصله‌ای را مورد بررسی قرار داده‌اند.

مک آلر و همکاران (۱۹۹۳) طی گزارشی اشاره کردند که نتایج حاصل از روش‌های فاصله‌ای برآورد تراکم می‌تواند اطلاعات مهمی را در مورد روابط بین گیاهان در اختیار قرار دهد. وارن (۲۰۰۲) در یک مطالعه بلند مدت که در مورد تأثیر سیستم‌های چرای بر روی تراکم گراس‌ها و بوته‌ها که در یک منطقه نیمه‌خشک انجام داد برای برآورد و تخمین تراکم گیاهان از روش‌های نزدیک‌ترین همسایه و نزدیک‌ترین فرد استفاده کرد.

برهانی (۱۳۸۰) شش روش اندازه‌گیری تراکم شامل نزدیک‌ترین فرد، نزدیک‌ترین همسایه، زوج‌های تصادفی، یک چهارم نقطه مرکزی، زاویه منظم و کوادرات را در درمنه-زارهای اصفهان مقایسه نمود و نتیجه گرفت که روش نزدیک‌ترین همسایه و زوج‌های تصادفی تراکم را با صحت خوبی برآورد می‌کنند و روش زاویه منظم از نظر ماهیت، برآورد بسیار بالاتری از مقدار واقعی داشته و اختلاف معنی‌داری با تراکم واقعی منطقه داشته و در جوامع یکنواخت تراکم برآورد شده با روش‌های مختلف بیش از شاهد بوده است. از نظر اندازه نمونه در بین روش‌های نزدیک‌ترین فرد بیشترین اندازه نمونه و پس از آن نزدیک‌ترین همسایه و زوج‌های تصادفی، یک چهارم نقطه مرکزی و زاویه منظم قرار داشتند و از نظر زمانی با اندازه نمونه مساوی بیشترین زمان مربوط به روش زاویه منظم و یک چهارم زاویه منظم نقطه مرکزی بوده است. بصیری و کریمیان (۱۳۸۰) برای تعیین مناسبترین روش اندازه‌گیری تراکم بوته‌ای در مناطق خشک چهار روش فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم شامل روش یک چهارم نقطه مرکز، روش

زوج‌های تصادفی، روش نزدیک‌ترین همسایه و روش یک چهارم سرگردان را در سه منطقه با تراکم‌های متفاوت مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که از روش‌های مورد مطالعه فوق، سه روش یک چهارم نقطه مرکز، زوج‌های تصادفی و سرگردان با روش شاهد اختلاف معنی‌داری دارند و تنها روش نزدیک‌ترین همسایه است که در هر سه منطقه با روش شاهد یکسان بوده و اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. سندگل (۱۳۷۴) روش زوج‌های تصادفی، نزدیک‌ترین فرد، نزدیک‌ترین همسایه، یک چهارم نقطه سرگردان، زاویه منظم، کوادرات و روش باچلر را در پنج منطقه رویش ایران و تورانی مورد مقایسه قرار داد و به این نتیجه رسید که از نظر اندازه نمونه، زاویه منظم کمترین اندازه نمونه را در بین روش‌های مورد مقایسه دارد. ژوست (۲۰۰۴) در مورد روش یک چهارم نقطه مرکز بیان کرد که روش مذکور روش مناسب و ایده‌آل برای اندازه‌گیری سریع تراکم گیاهان حتی در رویشگاه‌های غیریکنواخت می‌باشد. با توجه به مساحت زیاد قیچ‌زارها در استان‌های کرمان، فارس، اصفهان و اهمیتی که این گیاه در تغذیه دام‌ها دارد، انتخاب روشی مناسب و بدون اربب جهت اندازه‌گیری تراکم از اهمیت بسزایی 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.

## مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** منطقه مورد مطالعه در استان کرمان بین دو شهرستان بردسیر و سیرجان به وسعت ۱۴۲۰۰ هکتار و در موقعیت جغرافیایی ۵۶° ۱۵' تا ۵۶° ۳۰' طول شرقی و ۲۹° ۴۵' تا ۳۰° عرض شمالی قرار دارد. تیپ گیاهی قیچ (*Zygophyllum euryptherum*) با تاج پوشش حدود ۲۰ درصد در منطقه مورد مطالعه گسترده شده است. این تیپ گیاهی از نظر ارتفاعی در محدوده ۲۲۰۰ تا ۲۷۰۰ متر از سطح دریا و از نظر اقلیمی در اقلیم خشک بیابانی

نخست تعدادی اندازه گیری اولیه در ۳۰ نقطه به عمل آمد و با استفاده از رابطه (۱) اندازه نمونه مورد نیاز محاسبه شد.

$$N = \frac{t^2 S^2}{K^2 \bar{X}^2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

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

$t$ : از جدول  $t$  استیودنت با درجه آزادی  $(n-1)$  و سطح احتمال ۱۰ درصد.

$\bar{X}$ : میانگین اندازه گیری های اولیه.  $K$ : حدود خطا.  $S^2$ : واریانس اندازه گیری های اولیه.

سپس با توجه به اندازه نمونه لازم در هر روش نقاط دیگری بصورت تصادفی و در امتداد ترانسکت انتخاب گردید و در هر نقطه فواصل لازم اندازه گیری شد. جهت انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل های آماری از نرم افزار آماری Spss 12.0 استفاده شد.

**مقایسه روش های اندازه گیری تراکم از نظر صحت:**  
به منظور بررسی صحت تراکم به دست 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 در هر روش کمتر باشد روش مورد نظر از صحت بالاتری برخوردار است (موسایی، ۱۳۸۳).

= اختلاف نسبی تراکم برآورد شده در هر روش با شاهد (خطای برآورد)

تراکم واقعی (شاهد) - تراکم برآورد شده با روش مورد نظر

تراکم (واقعی شاهد)

**مقایسه روش های اندازه گیری تراکم از نظر دقت:**  
جهت مقایسه روش ها از لحاظ دقت، انحراف معیار روش ها در هر منطقه محاسبه گردیده و سپس میانگین انحراف معیار روش ها تعیین شد. میانگین انحراف معیار پایین تر نشان دهنده دقت بالاتر هر روش می باشد. هر قدر تراکم های بدست آمده با استفاده از یک روش اندازه گیری به هم نزدیکتر باشند، واریانس بین تکرارها کمتر می شود

سرد قرار دارد. با استفاده از پیمایش های صحرائی محدوده تیپ گیاهی مورد نظر بر روی نقشه توپوگرافی تعیین و پس از آن این محدوده بر روی نقشه زمین شناسی تفکیک گردید. پس از تعیین حدود تیپ گیاهی و واحدهای زمین شناسی واقع در این محدوده و رقومی کردن آنها در محیط نرم افزار Arcview این دو نقشه به منظور تعیین رویشگاه های مختلف برای نمونه برداری با یکدیگر تلفیق شدند و چهار واحد زمین شناسی که دارای بیشترین مساحت در این محدوده بودند، به عنوان چهار رویشگاه مختلف انتخاب شدند. پس از پیدا کردن مختصات جغرافیایی نقاط با استفاده از GPS محل های مورد نظر در منطقه شناسایی شده و نمونه برداری در آن سایت ها صورت گرفت.

**روش نمونه گیری:** برای مقایسه و تحلیل روش های فاصله ای اندازه گیری تراکم چهار محدوده به مساحت ۲۰۰۰۰ مترمربع (۲۰۰×۱۰۰ متر) انتخاب شد و مرز هر محدوده توسط ریسمان مشخص گردید. در هر یک از محدوده های فوق کلیه بوته های قیچ شمارش شد. تراکم بدست آمده از این طریق بعنوان شاهد در نظر گرفته شد و تراکم برآورد شده با استفاده از سایر روش ها با شاهد مقایسه شدند.

روش های اندازه گیری تراکم در این تحقیق عبارت بودند از: ۱- روش نزدیکترین همسایه ۲- نزدیکترین فرد ۳- نزدیک به سومین ۴- زوج های تصادفی ۵- یک چهارم نقطه مرکز ۶- زاویه منظم ۷- سرگردان و ۸- ترانسکت متغیر.

نمونه برداری به صورت تصادفی - سیستماتیک اجرا شد. بدین منظور در هر محدوده (۲۰۰×۱۰۰ متر) تعداد ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری به فاصله ۴۰ متر از یکدیگر مستقر شد و در امتداد هر ترانسکت تعداد ۲۰ نقطه به فاصله ۵ متر از یکدیگر مشخص گردید. اولین نقطه بصورت تصادفی انتخاب شده و سایر نقاط بصورت منظم از آن نقطه حاصل شدند. برای اجرای هر یک از روش های فاصله ای اندازه گیری تراکم، ابتدا اندازه نمونه لازم با استفاده از روش آماری تعیین گردید. در این روش

بنابراین روش مورد مطالعه از دقت بیشتری برخوردار است (یزدی صمدی و همکاران، ۱۳۷۹).

**محاسبه و مقایسه مدت زمان صرف شده روش‌های اندازه‌گیری تراکم:** زمان لازم برای هر روش با توجه به اندازه نمونه مورد نیاز در هر روش محاسبه شده است و جهت کاهش اربیی اندازه‌گیری همواره توسط فرد ثابتی انجام پذیرفت. زمان اندازه‌گیری شده بعنوان شاخصی از هزینه مد نظر قرار گرفته است از این رو ارزش زمان در مراحل مختلف کار متفاوت در نظر گرفته شده است بطوریکه زمان کلی در هر روش عبارت است از مجموع زمان عملیات صحرائی و یک سوم زمان انجام محاسبات که براساس فاصله منطقه و میزان کارهای صحرائی این تناسب متغییر است (میرجلیلی ۱۳۸۴).

#### محاسبه و مقایسه کارایی روش‌های فاصله‌ای

##### اندازه‌گیری تراکم

**روش رتبه‌بندی:** برای تعیین کارایی روش‌های فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم از سه معیار زمان، صحت و دقت استفاده شد، بدین معنی که کاراترین روش، روشی فرضی است که دارای کمترین زمان و بیشترین دقت و بالاترین صحت باشد، زیرا زمان صرف شده به‌عنوان شاخصی از هزینه به‌شمار می‌رود بطوریکه هر چه زمان کمتر باشد هزینه کمتر می‌شود و بالعکس.

برای تعیین کاراترین روش، روش‌ها را براساس دقت یا صحت از بیشترین به کمترین مرتب کرده و به روشی که دارای بیشترین دقت و صحت باشد ارزش عددی یک و به روشی که دارای کمترین دقت یا صحت باشد ارزش عددی هشت تعلق می‌گیرد. در مورد فاکتور زمان به روشی که دارای کمترین زمان باشد، ارزش عددی یک و به روشی که دارای بیشترین زمان اجرا باشد، ارزش هشت تعلق می‌گیرد. سپس مجموع این فاکتورها تعیین‌کننده کاراترین روش می‌باشد بطوریکه هر روشی که دارای کمترین مجموع باشد دارای بیشترین کارایی می‌باشد (جدول ۱).

**فرآیند تحلیل سلسله مراتبی:** برای تعیین کاراترین روش فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم پس از محاسبه دقت، صحت و زمان (شاخصی از هزینه) به‌عنوان شاخص‌هایی برای مقایسه روش‌ها و دستیابی به روشی که با توجه به هر سه شاخص به‌عنوان کاراترین روش انتخاب شود، از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱</sup> (AHP) استفاده شد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است (قدسی‌پور، ۱۳۸۱).

جدول ۱ - رتبه کارایی روش‌های فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم سه معیار یکسان.

روش‌ها	دقت(انحراف معیار)	رتبه خام	صحت	رتبه خام	زمان	رتبه خام	مجموع رتبه خام	رتبه کارایی
نزدیکترین فرد	۰/۰۰۱۱	۲	۱۱۳/۶۷	۴	۱۱۳/۶۷	۶	۱۲	۴
نزدیکترین همسایه	۰/۰۰۱۲	۳	۱۰۷/۶۲	۲	۱۰۱/۲۵	۵	۱۰	۳
زوج‌های تصادفی	۰/۰۰۱۶	۴	۱۰۶/۹۲	۱	۸۹/۷۵	۴	۹	۲
یک‌چهارم نقطه‌مرکز	۰/۰۱۹۵	۶	۱۱۶/۲۲	۵	۸۵/۵	۳	۱۴	۵
نزدیک به سومین	۰/۰۰۰۹	۱	۱۱۰/۹۷	۳	۸۵/۴	۲	۶	۱
ترانسکت متغییر	۰/۰۰۲۲	۵	۱۴۵/۴۲	۷	۱۱۹/۷۵	۷	۱۹	۷
زاویه منظم	۰/۲۷۵	۸	۲۴۶/۷	۸	۶۴/۲۵	۱	۱۷	۶
سرگردان	۰/۰۲۴۱	۷	۱۳۰/۰۲۵	۶	۱۶۸/۷۵	۸	۲۱	۸

**روش استفاده از نرم افزار: نرم افزار Expert choice** جهت تحلیل مسایل تصمیم گیری چندمعیاره با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده است. این نرم افزار دارای توانایی های زیادی بوده و علاوه بر امکان طراحی نمودار سلسله مراتبی<sup>۱</sup> تصمیم گیری و طراحی سؤالات تعیین ترجیحات و اولویت ها و محاسبه وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مسأله را نیز داراست. در این نرم افزار پس از وارد نمودن معیارها، گزینه ها و ساخت سلسله مراتبی مدل، داده ها با یکدیگر بصورت زوجی مقایسه شده و پس از مشخص شدن وزن نهایی گزینه ها و معیارها بسته به نوع مقایسه، کاراترین روش تعیین می گردد (قدسی پور، ۱۳۸۱).

## نتایج

تراکم واقعی برآورد شده قیج با استفاده از روش شمارش بوته ها در محدوده های دو هکتاری ۵۹۹، ۵۳۵، ۴۸۳ و

۴۴۹ بوته در هکتار بود. هر چهار محدوده مورد مطالعه براساس شاخص پیلو دارای الگوی پراکنش تصادفی به سمت یکنواخت می باشند یعنی می باشد. تراکم های برآورد شده با روش های مختلف  $P < 1$  به وسیله آزمون دانکن در سطوح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد با شاهد مقایسه شدند (جدول ۲). نتایج نشان داد که در بین کلیه روش ها بیشترین تراکم برآورد شده مربوط به روش زاویه منظم می باشد که تراکم مناطق را ۱۶۹۵، ۱۳۲۹، ۱۱۳۴ و ۹۹۴ بوته در هکتار برآورد کرده است و دارای اختلاف معنی داری با شاهد و سایر روش ها می باشد (جدول ۲).

همچنین نتایج مقایسه صحت روش ها نشان داد هر چه اختلاف نسبی تراکم برآورد شده در آن روش با شاهد کمتر باشد برآورد، اریبی کمتری دارد و در این بین روش نزدیکترین همسایه صحیح ترین روش فاصله ای برآورد تراکم در بین روش های مورد مقایسه می باشد و روش زاویه منظم دارای بیشترین اختلاف نسبی تراکم برآورد شده با شاهد دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس تراکم روش های مورد آزمون.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۸	۲۲۸۰۶۵/۸۱۳**
خطا	۲۷	۲۲۶۶۶۷/۸۳۳
کل	۳۵	

\*\* : وجود اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین تراکم روش های مورد آزمون.

روش	شاهد	نزدیکترین همسایه	نزدیکترین فرد	نزدیکترین همسایه	نزدیکترین فرد	سردردان	نزدیکترین همسایه	زاویه منظم	
روش	۵۱۷/۲۵ <sup>a</sup>	۶۰۲ <sup>a</sup>	۶۷۴/۷۵ <sup>a</sup>	۵۷۴ <sup>a</sup>	۵۹۶/۵ <sup>a</sup>	۵۵۷ <sup>a</sup>	۵۵۷ <sup>a</sup>	۷۵۳/۵ <sup>a</sup>	۱۲۸۸ <sup>b</sup>

عدد منفی نشان می‌دهد که تراکم برآورد شده با روش مورد نظر کمتر از شاهد (مقدار واقعی) بوده و عدد مثبت نشان می‌دهد که تراکم بیش از مقدار واقعی برآورد شده است (جدول ۴).

نشان داد است که کمترین زمان صرف شده در بین روش‌های فاصله‌ای متعلق به روش زاویه منظم با زمان‌های ۶۱، ۵۷، ۷۲ و ۶۷ دقیقه و بیشترین زمان نیز مربوط به روش سرگردان با زمان‌های ۱۳۰، ۱۵۱، ۱۴۳ و ۱۸۱ دقیقه می‌باشد.

مقایسه مدت زمان در روش‌های اندازه‌گیری تراکم

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

روش‌ها	محدوده اول	محدوده دوم	محدوده سوم	محدوده چهارم
نزدیکترین فرد	۳۴	۲۴/۵	۲۷/۳	-۳۱/۱
نزدیکترین همسایه	۱۰	۸/۴۱	۵/۷	۶/۴
زوج‌های تصادفی	۱۵/۶	۱۱/۱	۷/۹	-۶/۹
نزدیک به سومین	۱۳/۸	۱۰/۹	۹/۴۸	۹/۷
ترانسکت متغیر	۵۳/۲	۴۳/۱	۳۹	۴۶/۴
۱/۴ نقطه مرکز	۲۱/۸	۱۲/۷	۱۶	۱۴/۴
زاویه منظم	۱۸۳	۱۴۸/۴	۱۳۳/۸	۱۲۱/۶
ماریجی	۳۸/۷	۲۸/۷	۲۳/۶	۲۹/۱

جدول ۵- تجزیه واریانس مدت زمان روش‌های مورد آزمون.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۷	۳۹۴۴/۶۴۳**
خطا	۲۴	۲۹۱/۳۱۳
کل	۳۱	

\*\* : وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

جدول ۶- مقایسه میانگین مدت زمان روش‌های مورد آزمون.

زاویه منظم	نزدیکترین به سومین	مرکز	یک چهارم نقطه -	تصادفی	زوج‌های -	همسایه	نزدیکترین -	نزدیکترین فرد	ترانسکت متغیر	سرگردان
۶۴/۲۵ <sup>a</sup>	۸۵/۵ <sup>ab</sup>	۸۵/۷۵ <sup>ab</sup>	۸۹/۷۵ <sup>ab</sup>	۱۰۱/۲۵ <sup>b</sup>	۱۰۷ <sup>b</sup>	۱۱۹/۷۵ <sup>b</sup>	۱۶۸/۷۵ <sup>c</sup>			

a, b, c و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۷- تجزیه واریانس انحراف معیار روش‌های مورد آزمون.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۷	۰/۰۳۶**
خطا	۲۴	۰/۰۰۱
کل	۳۱	

\*\* : وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

نتایج جدول تجزیه واریانس دقت روش‌های فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم نشان داد که بین روش‌های موجود از لحاظ دقت اختلاف معنی‌داری وجود دارد، بطوری که روش نزدیک به سومین با کمترین انحراف معیار بیشترین دقت را در اندازه‌گیری‌ها به‌دست آورده است و همچنین روش‌های یک چهارم نقطه مرکز، سرگردان و زاویه منظم به‌علت داشتن بیشترین انحراف معیار، از کمترین میزان دقت در اندازه‌گیری‌ها برخوردار بودند (جدول‌های ۷ و ۷).

### مقایسه کارایی روش‌های فاصله‌ای اندازه‌گیری

**تراکم:** براساس رتبه‌بندی نتایج حاصل از مقایسه کارایی روش‌ها براساس رتبه‌بندی در شرایطی که سه معیار صحت، دقت و زمان دارای ارزش یکسان باشند و یا معیار دقت دارای ارزش بیشتر نسبت به زمان و صحت باشد و یا اینکه معیار صحت دارای ارزش بیشتر نسبت به زمان و دقت و همچنین در شرایطی که معیار زمان (هزینه) دارای ارزش بیشتری نسبت به دو معیار دیگر باشد روش نزدیک به سومین دارای بیشترین و روش سرگردان دارای کمترین کارایی در بین روش‌های مورد مقایسه است (شکل ۱ و ۲).

### براساس تحلیل فرآیند سلسله مراتبی

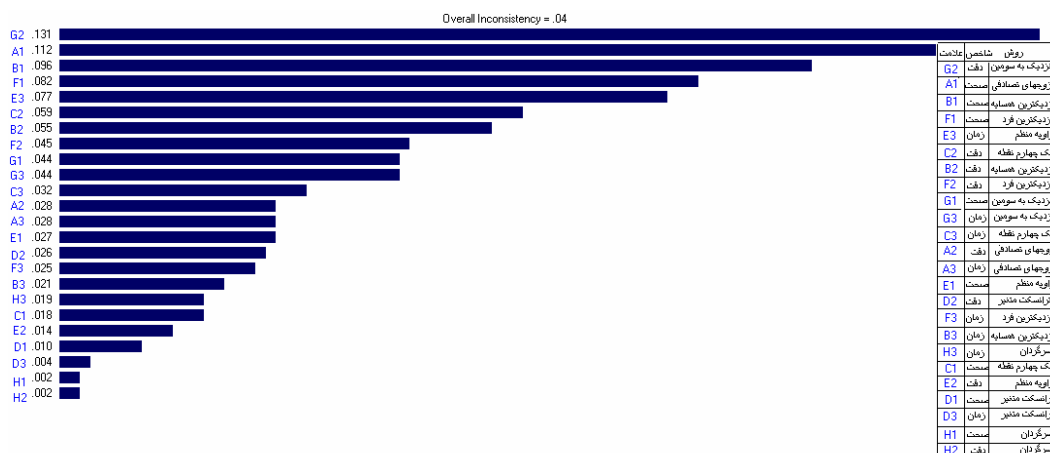
**روش ماتریس ساده:** نتایج پس از تشکیل ماتریس و محاسبه وزن روش‌ها با توجه به معیارها نشان داد که روش نزدیک به سومین با وزن ۰/۱۶ دارای بیشترین

کارایی و روش سرگردان با وزن ۰/۰۸۹ کمترین کارایی را در بین روش‌های مورد مقایسه داشتند.

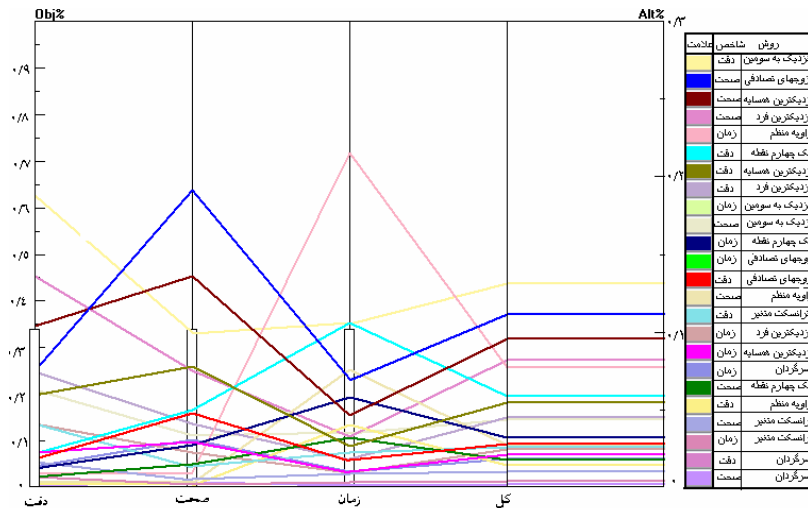
**با استفاده از نرم‌افزار:** تعیین کارایی با نرم‌افزار با چهار شیوه متفاوت صورت گرفت. در شیوه اول که سه شاخص دقت، صحت و زمان دارای ارزش برابر و دارای وزن ۰/۳۳۳ بودند نتایج حاکی از آن بود که روش نزدیک به سومین با وزن نهایی ۰/۲۲ و روش سرگردان با وزن نهایی ۰/۰۲۳ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین کارایی می‌باشند.

شیوه دوم در شرایطی که وزن شاخص دقت ۰/۶ و دو شاخص دیگر دارای وزن برابر ۰/۲ می‌باشند. نتایج نشان داد که روش نزدیک به سومین و نزدیکترین فرد به‌ترتیب با وزن نهایی ۰/۲۵۹ و ۰/۱۹۵ در رتبه‌های اول و دوم و روش سرگردان با وزن نهایی ۰/۰۲۱ در رتبه آخر قرار گرفتند.

شیوه سوم در شرایطی که وزن شاخص صحت ۰/۶ و دو شاخص دیگر دارای وزن برابر ۰/۲ می‌باشند نتایج نشان داد که روش زوج‌های تصادفی و نزدیکترین همسایه هر کدام به‌ترتیب با وزن نهایی ۰/۲۱۷ و ۰/۲۰۳ در رتبه‌های اول و دوم و روش سرگردان با وزن نهایی ۰/۰۳ در رتبه آخر قرار گرفتند.



شکل ۱- نمودار وزن شاخص‌ها در هر روش.



شکل ۲- نمودار وزن شاخص‌ها نسبت به یکدیگر.

موضوع توسط برهانی (۱۳۸۰) نیز تأیید و تأکید شده است. نتایج حاصل از بررسی انحراف معیار روش‌ها در هر محدوده نشان داد که پس از روش نزدیک به سومین، روش‌های نزدیکترین فرد و نزدیکترین همسایه دارای بیشترین دقت و روش زاویه منظم دارای کمترین دقت در بین روش‌های فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم می‌باشند و در تمامی روش‌ها میزان خطای استاندارد بستگی به ماهیت روش دارد که این یافته‌ها با نتایج موسایی (۱۳۸۳) مطابقت دارد. از نتایج صحت برآورد تراکم بوسیله این روش‌ها در چهار منطقه مورد مطالعه این‌طور استنباط می‌شود که این روش‌ها در جوامع تصادفی تراکم را به‌طور دقیق برآورد می‌کند و با انحراف کم از حالت تصادفی باعث ارزیابی در برآورد تراکم می‌گردد از آن جهت که در طبیعت پراکنش کاملاً تصادفی یافت نمی‌شود، انتظار می‌رود با گرایش جوامع به سمت یکنواخت این فاصله کمتر شده و تراکم بیش از مقدار واقعی برآورد گردد که این یافته‌ها با نتایج تحقیق برهانی (۱۳۸۰) و موسایی (۱۳۸۳) تطابق دارد. نتایج تحقیق همچنین با یافته‌های رایسر و زدler (۱۹۶۸)، لیکوک و باچلر (۱۹۷۵) و ژوست (۲۰۰۴) که روش یک چهارم نقطه مرکز را از نظر صحت برتر می‌دانند مطابقت دارد. بی‌شک زیاد بودن تعداد پایه‌های اندازه‌گیری شده در حصول چنین نتیجه‌ای بی‌تأثیر نیست، نتایج از نظر کارایی روش‌ها نیز با یافته‌های وارین (۲۰۰۲) که روش‌های نزدیکترین همسایه و فرد را مناسب می‌دانند همسویی دارد زیرا روش‌های مذکور با

شیوه چهارم در شرایطی که وزن شاخص زمان ۰/۶ و دو شاخص دیگر دارای وزن برابر ۰/۲ می‌باشند نتایج نشان داد که روش نزدیک به سومین و روش زاویه منظم هر کدام به‌ترتیب با وزن نهایی ۰/۲۰۴ و ۰/۱۹۵ در رتبه‌های اول و دوم و سرگردان با وزن نهایی ۰/۰۲ در رتبه آخر قرار گرفتند.

## بحث و نتیجه‌گیری

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 بوده 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 یک چهارم 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



کم کردن تعداد پایه‌ها، زمان اندازه‌گیری را کم کرده و به تبع آن کارایی را افزایش می‌دهند.

تعیین کارایی 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 روش‌های نزدیک به سومین و روش زاویه منظم دارای کارایی بیشتر می‌باشد و اما در مورد معیار صحت روش زوج‌های تصادفی دارای کارایی بیشتر می‌باشد زیرا صحت این روش بیشتر از بقیه روش‌ها و ارجح‌تر از دو معیار صحت و زمان می‌باشد. بطورکلی به هر معیاری که وزن بیشتری داده شود کارایی براساس آن معیار تعیین و روشی که در آن معیار خاص اولویت دارد به‌عنوان کارآترین روش شناخته می‌شود، بطور مثال اگر معیار دقت مدنظر باشد کارآترین روش، روش نزدیک به سومین تعیین گردید که از نظر دقت نیز دقیق‌ترین روش می‌باشد.

با توجه به اینکه سطح بوته‌زارهای کشور بخصوص قیچ‌زارها 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 ارائه نمایند و از نظر مدت زمان صرف شده و در نتیجه هزینه لازم مقرون بصرفه باشد. برای انتخاب روش مناسب بهتر است پس از تعیین الگوی پراکنش دقیق گیاهان با توجه به معیار و ملاک مدنظر به تعیین روش مناسب اقدام گردد بطوری‌که اگر معیارهای دقت یا زمان و یا صحت مدنظر باشد به ترتیب روش‌های نزدیک به سومین، زاویه منظم و نزدیکترین همسایه بهترین روش‌های برآورد تراکم می‌باشند و کارآترین روش در صورتی‌که شاخص صحت دارای ارزش بیشتری باشد روش زوج‌های تصادفی و اگر شاخص‌ها دارای ارزش برابر و یا شاخص زمان و یا دقت دارای ارزش بیشتری باشند روش نزدیک به سومین پیشنهاد می‌گردد.

### تشکر و قدردانی

از همکاری صمیمانه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان و جناب آقای مهندس فاضل امیری تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

### منابع

1. Asghar, M., 1998. Multicriteria decision – Making. Tehran University press. 283 pp. (in Persian).
2. Amiri, F., 2003. Comparison methods for Estimation of Eurotia utilization amount. MSc thesis Faculty of Natural Resources Isfahan University of Technology (in Persian).
3. Borhani, M., 2001. Comparison on efficiency density and cover Estimation in sagebrush steppe of Isfahan province. M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources. Isfahan University of techn. (in Persian).
4. Basiri, M., and Karimian, A.A., 2001. Investigation on and determination of appropriate method for shrub density estimation in and land proceeding of First National seminar entitled Research for Rangeland and livestock management. vol. pp: 347-376 (in Persian).
5. Towfigh, A., 1999. Decision-making for managers, Industrial management press, (Translated in Persian).
6. Sanadgol, A., 1995. Comparison on efficiency of some methods of density estimation on different vegetation type of Iran-tiuranian Region. M.Sc. thesis, faculty of Natural Resources Tehran University.
7. Ghodsipour, S.H., 2002. Analytic hierarchy process (Ahp) Amirkabir University of technology.
8. Moghadam, M., 1998. Rangeland, and range management Tehran University press. 470 pp.
9. Mousai, M., 2004. Comparison on distance methoda for density estimation and methods for Determination of distribution. Patterns in sagebrush steppe Yazd Province.
10. Mirjalili, A., 2005. Comparison on fire distance methods of density estimation in shrublands of Tanglabid, Yazd. Msc. Thesis faculty of Natural Resources. Tarbiat Moddares University 94 pp.
11. Yazdisamadi B., and Valizadeh, M., 2000. Statistical design in agricultural resources. Third ed. Tehran University press. 418 pp.
12. Joset, Lou., 2004. A simple distance estimator for plant density in uniform stand. www.Loujost.com, statistics 20% and 2% physics PCQ/PCQ Journal Article.htm. Pp: 1-14.
13. Laycoak, W.A., and Batcheler, C.L., 1975. Comparison of distance measurement techniques for sampling tussock grassland species in NewZeland. J. Range management. Vol 28, No 3, pp 16-20.
14. Mac Aller, T.F., Matthew, W., and Fidelibus, W., 1993. Methods for plant sampling.
15. Risser, P.G., and Zedler, X., 1968. An evaluation of the grassland quarter method. J. Ecology. Vol 49. pp: 1006-1009.
16. Warren J, Muller., 2002. Plant density estimation by point-plant and plant-to-plant techniques. CSIRO Mathematical and information sciences. Pp: 1-12.

**An investigation on comparison of eight distance methods of density measurement in shrub lands of *zygophyllum eurypterum* in Bardsir-Sirjan region**

**A.Saadatfar<sup>1</sup>, H. Barani<sup>2</sup> and M. Mesdaghi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. student, <sup>2</sup>Assistant Prof., and <sup>3</sup>Professor of Dept., of Natural Resources of Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan, respectively

---

---

**Abstract**

In order to compare the efficiency of distance methods in based on accuracy, precision and time, four 2-hectar area (100<sup>m</sup>\*200<sup>m</sup>) of shrub lands were determined at Bardsir-Sirjan, Kerman province. In each area, all individual shrubs were counted as control. Five 100m-transects were located which spaced 40 meters and on each transect sampling points (20) were determined. The points were spaced 5 meters. The first point was selected randomly and others were regularly spaced. Shrub density was determined with eight methods along these transect. These methods were Closest individual, Nearest neighbor, Random pairs, Center-quarter point, Third nearest, Variable-area transect, Angel order method, wandering quarter method and census (full counting) of individuals which considered as control method. Distribution pattern of the plant in the study area was determined using pilou index, ANNOVA and Multiple Duncan test were used to compare these eight methods. For determination of the most efficient distance method to estimate density of production, the Analytic Hierarchy Process was used. The results indicated that the most precise distance method whether density or estimation of production in shrub lands is third nearest and the most fast or low cost method was Angel order. The most accurate method was nearest neighbor. Third nearest was the most efficient method to determine density of the shrub.

**Keywords:** *Zygophyllum*; Density; Distance Methods; Efficiency; Analytic Hierarchy Process