اثرات تعداد، سطح و شکل پلات روی صحت و دقت برآورد تولید چند علفزار با استفاده از شبیه‌سازی نمونه‌گیری

نفیسه فخار ایزدی[۱]، کمال الدین ناصری[۱*] و منصور مصداقی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۴)

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات تعداد، سطح و شکل پلات روی صحت و دقت برآوردها، داده‌های تولید علوفهٔ پنج منطقه از علفزارهای بخش شمالی کشور با استفاده از نرم‌افزار R در یک پلات بزرگ ۶۴۰ متر مربعی با ابعاد ۳۲×۲۰ متر که داده‌های آن به تفکیک ۶۴۰ پلات یک متر مربعی گردآوری شده بودند، شبیه‌سازی شد. با استفاده از روش ترسیمی برای پلات‌هایی با ابعاد ۱×۱، ۲×۱، ۲×۲، ۴×۲، ۴×۴ و ۸×۴ متر، تعداد پلات کافی مشخص گردید. طبق نتایج حاصله تعداد پلات کافی برای سطوح فوق به ترتیب۶۰، ۵۰، ۴۰، ۳۰، ۵ و ۵ به‌دست آمد. هنگامی‌که با سطوح و اشکال مختلف پلات براساس تعداد پلات کافی نمونه‌گیری شد، تقریباً کلیهٔ آنها میانگینی برابر با میانگین واقعی داشتند، اما استفاده از پلات ۱×۱ کمترین اشتباه معیار میانگین را دارا بود که در نتیجه بیشترین دقت حاصل شد. مقایسه پلات‌های دارای سطح برابر و شکل متفاوت نشان داد که پلات‌های مستطیل کشیده دارای بالاترین دقت هستند. واضح است که در مطالعات شبیه‌سازی نشده با پارامترهای نامعلوم، رعایت راه‌کارهای نمونه‌گیری ارائه شده در این تحقیق به برآورد صحیح و دقیقی از پارامترها منتهی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آمار، اندازه پلات، پارامتر، تولید، دقت، شکل پلات، صحت

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: klnaseri@um.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.14.6.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.14.51]

مقدمه

با توجه به اهمیت مراتع در تأمین غذای دام و حفظ محیط زیست، لازم است از ظرفیت تولیدی مراتع برآورد صحیح و دقیقی به‌دست آید. خطا در برآورد تولید می‌تواند به تعیین نادرست ظرفیت چرای دام و در نتیجه چرای مفرط یا کمتر از ظرفیت مرتع منجر شود. هنگام نمونه‌گیری برای برآورد تولید علوفهٔ مراتع معمولاً از پلات استفاده می‌شود. انتخاب شکل، تعداد و اندازهٔ پلات مناسب برروی دقت و صحت نمونه‌گیری بسیار مؤثر است و باعث می‌گردد که واریانس داده‌ها و زمان نمونه‌گیری به حداقل برسد (۶ و ۱۴). نمونه‌گیری در واقع فرآیند انتخاب بخشی از یک جامعه آماری است به این منظور که ویژگی‌ها و کیفیت کل مجموعه را از طریق سنجش متغیرهای نمونه بتوان با درجه اطمینان قابل قبولی برآورد کرد (۱۰). مروری بر منابع نشان می‌دهد که در انتخاب تعداد و شکل پلات، قاعده مشخص و ثابتی وجود ندارد و افراد اغلب با توجه به نوع مطالعه، میزان تجربه و درنظر داشتن سهولت کار، پلات مناسب را تعیین می‌کنند (۱). علی‌رغم آنکه اغلب در مکالمات روزمره معنای دو واژهٔ "صحت" (accuracy) و "دقت" (precision) یکسان تلقی می‌شود، لازم است مفاهیم متفاوت آنها در آمار زیستی تعریف شوند (۱۳ و ۱۸). صحت، نزدیکی آماره نمونه (statistics) به‌مقدار واقعی پارامتر جمعیت است، در حالی‌که دقت نزدیکی داده‌ها حول میانگین آنهاست؛ به‌عبارت دیگر، هر قدر انحراف معیار داده‌ها کمتر باشد، به دقت برآورد افزوده می‌شود. مسلماً انتخاب سطح پلات و تعداد پلات روی صحت و دقت برآورد حاصل از نمونه اثرگذار است. (۴، ۸، ۹ و ۱۲).

واژهٔ نمونه و معادل انگلیسی آن (sample) چه در منابع انگلیسی و چه در منابع فارسی منشاء تناقض بوده است و غالباً نمونه به‌عنوان یک واحد نمونه‌گیری به‌کار رفته است در حالی‌که معادل فارسی sample size تعداد واحدهای نمونه‌گیری (پلات) است. هم‌چنین در این تحقیق معادل فارسی " plot size" سطح پلات است.

اصولاً در یک طرح نمونه‌گیری چند سؤال اساسی به‌شرح زیر مطرح می‌شوند: ۱) چه تعداد پلات باید گرفته شود؟ ۲) سطح پلات چه اندازه باشد؟ و ۳) از چه شکل‌های پلات استفاده شود؟

در تحقیق حاضر ابتدا از طریق نمونه‌برداری صد درصد یک جمعیت آماری کوچک، پارامترهای واقعی جمعیت (میانگین و واریانس) به‌دست آمد. سپس با استفاده از نرم‌افزار R نمونه‌گیری‌های مکرر از جمعیت مذکور شبیه‌سازی شد و نتایج حاصل از آماره‌های نمونه با پارامتر جمعیت مقایسه گردید. مزیت این تحقیق در واقعی بودن داده‌های آن، امکان نمونه‌گیری‌های فراوان با صرف زمان و هزینه اندک به‌منظور آشکارسازی روند تغییرات دقت و صحت و در اختیار داشتن پارامترهای واقعی جمعیت به‌منظور مقایسه دقیق است.

در زمینهٔ شبیه‌سازی نمونه‌گیری، مطالعات محدودی انجام شده است، اما مهمترین آنها مربوط به مطالعهٔ کالی و سینکلایر (۱۲) است که در یک شبکهٔ ۱۲×۱۲ کیلومتر با ۱۴۴ پلات ۱×۱ کیلومتر، تعداد کانگوروها را با استفاده از سطوح مختلف پلات و روش‌های متفاوت نمونه‌گیری شبیه‌سازی کردند. زنگنه و همکاران (۱) نیز با مکان‌یابی پایه‌های گیاهی گونهٔ گون خاردار (*Astragalus verus*) در منطقهٔ مایان مشهد، اقدام به بررسی صحت و دقت با سطح و شکل‌های مختلف پلات نمود که با به‌کارگیری نرم‌افزار R، پلات‌هایی مصنوعی با سطح و شکل‌های مختلف را روی پایه‌های گیاهی مستقر و نتایج دقیقی از تراکم گونهٔ بوته‌ای فوق به‌دست آورد. گرچه این شبیه‌سازی‌ها برای برآورد تراکم بود، با این حال نتایج آنها نکات مهمی را مشخص کرد که سطح پلات‌های کوچک با تعداد بیشتر (۱) و هم‌چنین استفاده از ترانسکت موازی با شیب تغییرات تراکم (۱۲) به برآوردهای دقیق و صحیح‌تری ختم شده‌اند. الزینگا و همکاران (۱۶) معتقدند روند تغییرات دقت و صحت جز در تعداد زیاد نمونه‌گیری (چند صد یا چند هزار بار) آشکار نمی‌شود. بدیهی است که این تعداد نمونه‌گیری در عملیات میدانی امکان‌پذیر نیست و تنها از طریق شبیه‌سازی محقق خواهد شد. سایر

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.14.6.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.14.51]

تحقیقات انجام شده در ایران اگرچه در قالب شبیه‌سازی نبوده‌اند، با این حال در مطالعه‌ای که توسط میرجلیلی و همکاران (۷) برای برآورد تولید در مراتع استپی یزد انجام شد، با استفاده از روش ترسیمی با قبول۲۰ درصد تغییرات، تعداد نمونه لازم برای برآورد تولید علوفه بدون تفکیک گونه‌ای، ۳۰ پلات ۲ متر مربعی و با تفکیک گونه‌ای، ۱۰۰ پلات ۲ متر مربعی بود. مصداقی و عجمی (۳) نیز برای برآورد تولید علفزارهای مراتع چهار باغ گرگان پس از استقرار ۹۰ پلات یک متر مربعی، با استفاده از روش ترسیمی، تعداد پلات کافی را حدود ۵۰ پلات برآورد کردند. هنگامی‌که از پلات‌های مستطیلی کشیده در جهت عمود بر خطوط تراز استفاده شود، حداکثر دقت به‌دست می‌آید و پلات‌های مربع یا دایره‌ای شکل به‌دلیل نشان دادن یکنواختی کمتر در امتداد گرادیان محیطی، دقت کمتری دارند (۱۰). به‌منظور مقایسهٔ کارایی اندازه و شکل‌های مختلف پلات جهت برآورد تولید در مناطق استپ و نیمه‌استپ ایران، مقدم و قربانی پاشاکلایی (۶) نشان دادند که اندازه‌های ۱ تا ۱٫۵ متر مربع برای مناطق استپ و استپ مرتفع و اندازه‌های ۰٫۵ تا ۱ متر مربع برای منطقه نیمه‌استپ مناسب‌تر بوده‌اند. در مطالعه‌ای توسط برومر و همکاران (۱۱)، کارایی شکل و سطوح مختلف پلات جهت برآورد تولید در مراتع تحقیقاتی دانشگاه نبراسکا با علف گندمیان ریزوم‌دار *Andropogon halli* و *Calamovilfa longifolia* و گندمیان دسته‌ای *Bouteloua hisuta* و *Schizachyrium scoparium* بررسی شد که برای گونه‌های ریزوم‌دار پلات۳٫۶ متر مربع و برای علف گندمیان دسته‌ای پلات ۱٫۸ متر مربع مناسب بودند. ویگرت (۱۹) مطالعاتی را در مراتع جنوب شرقی میشیگان جهت انتخاب سطح مناسب پلات برای برآورد تولید علف گندمیان، پهن برگان علفی و میزان لاشبرگ انجام داد که معیار انتخاب سطح پلات، حداقل حاصل‌ضرب واریانس نسبی در هزینه نسبی بود. دنگلر و همکاران (۱۵) بیان کردند که سطوح متفاوتی از پلات جهت نمونه‌برداری از جوامع مختلف گیاهی وجود دارند به‌طوری که از سطح کمتر ۰/۱ متر مربع برای گیاهان کوچک بدون گل مانند گلسنگ‌ها تا بزرگتر از ۱۰۰۰۰ متر مربع برای جنگل‌های گرمسیری حاره‌ای مناسب است. مطالعهٔ کرمی و همکاران (۲) در مراتع مراوه تپه با استفاده از روش ویگرت (۱۹) نشان داد که سطح ۰٫۷۵ متر مربع برای پوشش علفزار یک‌ساله مناسب است اما به‌طور کلی این مطالعات پراکنده و غیرمنسجم به‌دلیل نامعلوم بودن پارامتر واقعی جمعیت‌های آماری، پاسخگوی سؤالات اساسی تحقیق ما نیست، بنابراین اهداف این تحقیق شامل ۱) تعیین تعداد پلات کافی برای سطوح مختلف پلات با استفاده از روش ترسیمی، ۲) تعیین دقت و صحت برآورد تولید با سطوح و شکل‌های مختلف پلات و ۳) مقایسهٔ شکل‌های مختلف مربع و مستطیل با سطوح یکسان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات مناطق جمع‌آوری داده‌های تولید

داده‌های تولید مورد استفاده در این تحقیق از پنج منطقه با پوشش غالب علف گندمیان (برای سهولت و دقت بیشتر در قطع و توزین) در بخش‌های شمالی کشور جمع‌آوری شده است (جدول ۱). داده‌های بارندگی براساس متوسط دراز مدت نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی ارائه شده است.

گردآوری داده‌های میدانی و تصادفی کردن

از هر منطقه، علوفه تولیدی پلات‌های بزرگ ۶۴ متر مربعی (به ابعاد ۸×۸ متر) با ۲ تکرار به تفکیک یک متر مربع قطع و پس از انتقال به آزمایشگاه خشک و وزن خشک آنها برحسب گرم در متر مربع تعیین شد (جدول ۱).

از آنجا که پلات‌های هم‌جوار از نظر عوامل محیطی یکسانند، جهت جلوگیری از بروز خطای خودهمبستگی مکانی (spatial autocorrelation)، کلیهٔ داده‌های۶۴۰ پلات یک متر مربعی طی فرایند تصادفی کردن، با هم تلفیق و سپس تصادفی شدند تا استنتاجات آماری دربارهٔ آنها صدق نمایند. بنابراین طرح کلی شبیه‌سازی نمونه‌گیری تولید در نرم‌افزار R با ترکیب

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.14.6.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.14.51]

جدول ۱. مشخصات مناطق مختلف نمونه‌گیری در بخش‌های شمالی ایران و متوسط تولید علوفهٔ خشک آنها

منطقه	طول جغرافیایی (متر)	عرض جغرافیایی (متر)	ارتفاع (متر)	بارندگی (میلی‌متر)
زرچاک، استان گیلان	۵۰° ۰۴' ۱۸"	۳۶° ۵۵' ۰۰"	۲۰۰۰	۶۰۰
اسپندول، استان گیلان	۴۸° ۵۴' ۱۵"	۳۷° ۱۷' ۳۹"	۱۹۷۰	۶۲۵
طرق، استان خراسان رضوی	۵۹° ۳۲' ۱۰"	۳۶° ۰۸' ۵۶"	۱۲۴۰	۲۶۲
دشت، استان خراسان شمالی	۵۶° ۰۳' ۲۴"	۳۷° ۱۹' ۰۴"	۱۰۹۰	۲۹۰
آسلمه، استان خراسان رضوی	۵۸° ۲۹' ۵۶"	۳۷° ۳۸' ۲۴"	۱۷۲۰	۳۲۲

پلات‌ها در ماتریسی از داده‌های تولید به ابعاد ۳۲×۲۰ متر (به‌عنوان جمعیت آماری) است. سپس نتایج حاصل از تولید هر سطح به‌صورت گرم در یک متر مربع استاندارد شدند تا امکان مقایسه داده‌های حاصل از سطوح مختلف پلات فراهم شود.

ویژگی‌های واحدهای نمونه و شبیه‌سازی نمونه‌گیری

جهت شبیه‌سازی نمونه‌گیری در تعداد زیاد با استفاده از نرم‌افزار آماری R (که ابزار توانمندی جهت شبیه‌سازی نمونه‌گیری از جمعیت‌های آماری است)، دو شکل پلات مربع و مستطیل (پهن، متوسط و کشیده) و در شش سطح به ابعاد ۱×۱، ۲×۱، ۲×۲، ۴×۲، ۴×۴ و ۳۲×۱ متر درنظر گرفته شد. در هر یک از ابعاد مذکور معادل یک چهارم جمعیت آماری (۱۶۰ متر مربع) نمونه‌برداری شد. بنابراین با حجم نمونهٔ ثابت، به ترتیب تعداد ۱۶۰، ۸۰، ۴۰، ۲۰، ۱۰ و ۵ واحد نمونه در هر بار نمونه‌گیری انتخاب شد و هر نمونه هزار بار تکرار گردید. لازم به ذکر است که در داخل نرم‌افزار R بسته‌های نرم‌افزاری (Package) وجود دارد که کلیه توابع و مجموعه‌های داده‌ای R در بسته‌های نرم‌افزاری آن ذخیره شده‌اند که در اینجا برای رسم منحنی‌ها تعداد نمونه کافی در سطوح مختلف از بسته‌های sp، splancs و plotrix استفاده شده است.

پردازش داده‌ها

انحراف معیار و میانگین واقعی جمعیت آماری (پارامترها) محاسبه شد و سپس با میانگین، انحراف معیار و اشتباه معیار حاصل از نمونه‌گیری (آماره‌ها) در سطوح مختلف مقایسه گردید و میزان صحت و دقت آنها با معیار حدود اطمینان و انحراف معیار واقعی جامعه بررسی شد. با استفاده از آزمون تجزیهٔ واریانس، داده‌های استاندارد شدهٔ حاصل از شکل‌های مختلف با هم مقایسه شدند. در صورت معنی‌دار شدن اختلاف‌ها، برای تعیین میزان تفاوت معنی‌دار از آزمون فیشر(LSD) استفاده شده است.

تعیین تعداد پلات کافی برای سطوح مختلف شکل و اندازه پلات به‌روش ترسیمی

از آنجا که داده‌های کل جمعیت آماری به تفصیل در اختیار بودند، جهت تعیین تعداد پلات کافی برای هر بار نمونه‌گیری، به‌جای داده‌های نمونه‌گیری از داده‌های کل جمعیت مربوط به هر سطح استفاده شد. بر این اساس میانگین تجمعی تولید برای پلات‌های مربع ۱×۱متر (۶۴۰ پلات)، مستطیل ۲×۱ متر (۳۲۰ پلات)، مربع ۲×۲ (۱۶۰ پلات) و مستطیل ۴×۲ (۸۰ پلات)، مربع ۴×۴ (۴۰ پلات) و مستطیل ۸×۴ (۲۰ پلات) براساس هر

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.14.6.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.14.51]

۵ پلات متوالی محاسبه و میانگین تجمعی تولید در مقابل تعداد پلات رسم شدند (نمودار میانگین بـه سـطح). بـا اضـافه شـدن تعداد پلات از نوسانات منحنی کاسته شده تـا منحنـی صـاف و موازی محورx ها شود که آغاز صاف شدن منحنی نشـانه تعـداد پلات کافی است. (۵،۱۰ و ۱۴).

تعیین صحت و دقت سطوح مختلف شکل و اندازهٔ پلات

از آنجا که تعداد واحد نمونه در نمونه‌گیری‌های مختلف یکسان نبود، جهت برقراری امکان مقایسه واحدهای نمونه بـا یکـدیگر از اشتباه معیار میانگین (به‌جـای انحـراف معیـار) اسـتفاده شـد. بنابراین برای هر اندازه پلات، میانگین و اشـتباه معیـار میـانگین $\left(s_{\bar{x}} = sd/\sqrt{n}\right)$ به‌دست آمد. ملاک صحت براسـاس نزدیکـی بـه میانگین واقعی و دقت براساس کمتـرین اشـتباه معیـار میـانگین انتخاب شد (۱۰).

نتایج

همان‌طور که در بخش مـواد و روش‌هـا نیـز اشـاره شـد از هـر منطقه، علوفه تولیدی پلات بـزرگ۶۴ متـر مربعـی (۸×۸) بـا ۲ تکرار به تفکیک یک متر مربع قطع و پس از انتقال به آزمایشگاه خشک و وزن خشک آنها برحسب گرم در متر مربع تعیین شـد و مقدار تولید آنها به‌دست آمد (جدول ۲).

تعداد پلات کافی

طبـق شـکل ۱ بـا اضـافه شـدن تعـداد پـلات از نوسـانات منحنی کاسته شده و منحنی تقریباً صاف و مـوازی محـور xهـا می‌شود که آغاز هموارشدن منحنی، تعداد پلات کـافی را نشـان می‌دهـد (شـکل ۱ و جـدول ۳). همـان‌طـور کـه در جـدول ۳ مشاهده می‌شود هر چه سطح پلات بزرگتر مـی‌شـود بـه تعـداد نمونه کمتر نیاز است در واقع وقتی پـلات مـورد نظـر کوچـک است برای دست یافتن به دقت کافی بـه تعـداد پـلات بیشـتری نیاز است.

جدول ۲. مقدار تولید در هر منطقه برحسب گرم در متر مربع

منطقه	متوسط تولید (گرم در متر مربع)
زرچاک، استان گیلان	۶۴٫۹
اسپندول، استان گیلان	۹۶٫۳
طرق، استان خراسان رضوی	۱۲۶٫۸
دشت، استان خراسان شمالی	۱۹۵٫۴
آسلمه، استان خراسان رضوی	۳۳۳٫۱

جدول ۳. تعداد نمونه کافی برحسب سطوح مختلف پلات

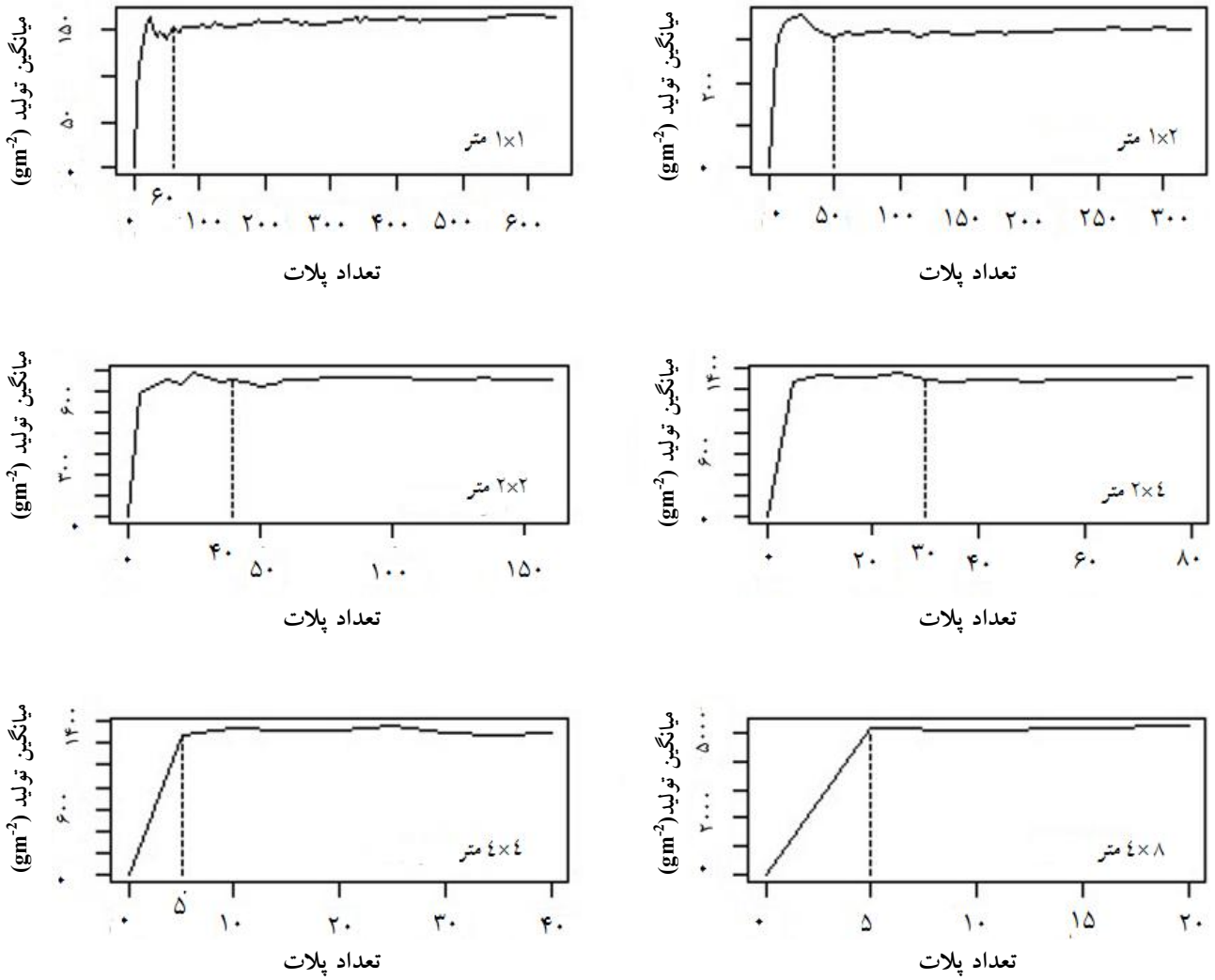
تعداد پلات کافی	تعداد کل پلات در هرسطح	سطح پلات
۶۰	۶۴۰	۱×۱
۵۰	۳۲۰	۲×۱
۴۰	۱۶۰	۲×۲
۳۰	۸۰	۲×۴
۵	۴۰	۴×۴
۵	۲۰	۴×۸

صحت و دقت سطوح مختلف پلات

نتایج مربوط به صحت و دقت سطوح مختلـف پـلات براسـاس ۱۰۰۰ بار نمونه‌گیری تصادفی در جدول ۴ درج شده است.

طبق جدول ۴، میانگین سطوح مختلف تفـاوت چنـدانی بـا میانگین واقعی ندارند و تقریباً همهٔ سطوح دارای صـحت قابـل قبولی هستند. از نظر دقـت، اشـتباه معیـار میـانگین سـطح ۱×۱ دارای کمترین مقدار بوده و بنابراین دقیق‌تر است. هم‌چنین طبق جدول ۴ با بزرگتر شدن سطح پلات (به‌جـز مسـتطیل کشـیده)، دقت هـر واحـد نمونـه کـاهش مـی‌یابـد. بـرای مقایسـه دقـت واحدهای نمونه می‌توان از اشتباه معیار استفاده کرد ولـی بـرای مقایسه و بررسی دقت نمونه‌ها بایـد از انحـراف معیـار اسـتفاده نمود. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود واحد نمونه ۱×۱ دارای دقت بیشتری است ولی نمونـه ۵ تـایی بـا واحـد نمونـه

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.14.6.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.14.51]



شکل ۱. رابطهٔ بین تعداد پلات و میانگین براساس تقسیمات ۵ نمونه‌ای

خط چین‌ها، تعداد پلات مناسب برای هر اندازه پلات را مشخص می‌کند (جدول۳).

جدول ۴. میانگین و اشتباه معیار سطوح و اشکال مختلف پلات و مقایسه آن با میانگین واقعی (۱۶۳٫۳۴ متر مربع)

سطح و تعداد پلات برداشت شده	میانگین برآورد شده ($\bar{X}$)	انحراف معیار	اشتباه معیار میانگین ($S_{\bar{X}}$)
۱×۱(n = ۱۶۰)	۱۶۳٫۵۹	۱۰۸٫۲۸	۸٫۵۶
۱×۲(n = ۸۰)	۱۶۳٫۱۸	۱۶۰٫۵۶	۱۷٫۹۵
۲×۲(n = ۴۰)	۱۶۳٫۴۱	۲۱۸٫۲۴	۳۴٫۵۰
۲×۴(n = ۲۰)	۱۶۳٫۲۹	۳۰۴٫۸۹	۶۸٫۱۷
۴×۴(n = ۱۰)	۱۶۳٫۲۹	۴۱۲٫۴۹	۱۳۰٫۴۴
۱×۳۲(n = ۵)	۱۶۳٫۳۲	۱۰۷٫۰۹	۴۷/۸۹

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.14.6.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.14.51]

جدول ۵. میانگین و اشتباه معیار سطوح یکسان با اشکال مختلف پلات و مقایسه آن با میانگین واقعی (۱۶۳٫۳۴ گرم در متر مربع)

سطح و تعداد پلات برداشت شده	میانگین برآورد شده ($\bar{X}$)	انحراف معیار	اشتباه معیار میانگین ($S_{\bar{X}}$)
۱×۴(n = ۴۰)	۱۶۳٫۴۹	۲۱۸٫۵۸	۳۴٫۵۶
۲×۲(n = ۴۰)	۱۶۳٫۴۱	۲۱۸٫۲۴	۳۴٫۵۰
۲×۸(n = ۱۰)	۱۶۳٫۳۷	۴۱۲٫۹۸	۱۳۰٫۵۹
۴×۴(n = ۱۰)	۱۶۳٫۲۹	۴۱۲٫۴۹	۱۳۰٫۴۴
۱×۱۶(n = ۱۰)	۱۶۳٫۱۳	۱۰۵٫۶۵	۳۳٫۴۰
۴×۸(n = ۵)	۱۶۳٫۳۸	۵۹۷٫۷۲	۱۱۹٫۵۴
۲×۱۶(n = ۵)	۱۶۳٫۷۳	۶۱۵٫۳۴	۱۲۳٫۰۶
۱×۳۲(n = ۵)	۱۶۳٫۳۲	۱۰۷٫۰۹	۴۷٫۸۹

۳۲ متر مربعی دقیق‌تر است اما از آنجا که مستقر کردن آن در عرصه دشوار است و در عمل پلات مربع ۱×۱ توصیه شود. در کار میدانی مواردی از قبیل زمان و سهولت استقرار واحد نمونه مدنظر قرار می‌گیرد. تجزیهٔ واریانس نتایج مربوط به‌سطوح مختلف پلات از نظر آماری معنی‌دار نبودند (α = ۰/۰۵).

مقایسهٔ شکل‌های با سطوح یکسان

از آنجا که داده‌های پایه این تحقیق به تفکیک یک متر مربع گردآوری شده‌اند، لذا شکل‌های انتخاب شده با سطوح برابر به نحوی انتخاب شدند که از اعداد کسری در ابعاد آنها اجتناب شود. مقایسهٔ مربوط به دو شکل مربع ۲×۲ با مستطیل ۴×۱ و هم‌چنین مقایسهٔ مربوط به سه شکل مستطیل ۳۲×۱ (کشیده)، ۱۶× ۲ (متوسط) و ۸×۴ (پهن) از نظر آماری معنی‌دار نیستند (P>۰/۰۵)، اما مقایسات مربوط به سه شکل مربع ۴×۴ و مستطیل‌های ۱۶×۱ و ۸×۲ معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵) (شکل ۲).

نتایج مربوط به صحت و دقت اشکال مختلف با سطوح یکسان با پلات براساس ۱۰۰۰ بار نمونه‌گیری تصادفی در جدول ۵ درج شده است.

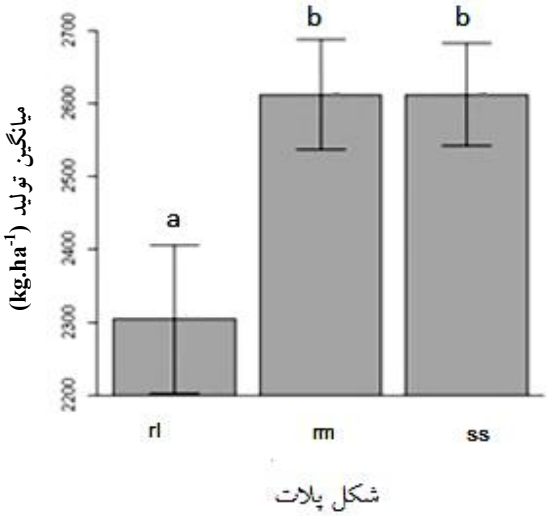
همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود تمام اشکال مورد مقایسه دارای صحت برابر و نزدیک به میانگین واقعی جمعیت هستند. از اینرو می‌توان گفت صحت داده‌های به‌دست آمده از همه اشکال پلات مورد اشاره در جدول تقریباً برابر است اما به‌لحاظ دقت در سطح برابر پلات‌های مستطیل کشیده دارای بالاترین دقت بوده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

آنچه که در این تحقیق، بررسی‌های کالی و سینکلایر و زنگنه و همکاران ارائه شده است (۱ و ۱۲)، شبیه‌سازی برنامهٔ نمونه‌گیری از جمعیت آماری با پارامترهای معلوم است، لذا چنانچه در نمونه‌گیری‌های میدانی بدون در دست داشتن مقدار پارامترهای واقعی، طرح صحیحی برای نمونه‌گیری انتخاب شود، می‌توان از پارامترهای نامعلوم برآورد صحیحی به‌دست آورد. در واقع نکات کلیدی این تحقیق به شرح زیر است:

۱- پس از انتخاب سطح پلات مناسب، در مرحلهٔ بعد تعداد پلات کافی مطرح می‌شود که در بسیاری از مقالات به‌صورتی کاملاً کلیشه‌ای و مبهم به این مورد مهم اشاره شده است، و در واقع تعداد پلات کافی یکی از مباحث مهم نمونه‌گیری محسوب می‌شود که باید با استفاده از روش ترسیمی و یا با روش محاسباتی تعداد پلات کافی مانند شکل ۱ و جدول ۳ مشخص و توضیحات لازم ارائه شود. مسلماً هر قدر تغییرات مکانی پوشش گیاهی بیشتر باشد،

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.14.6.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.14.51]



شکل ۲. مقایسه آماری مربوط به داده‌های تولید حاصل از شکل‌های مربع ۴×۴ (ss) و مستطیل‌های ۱۶×۱ (rl) و ۸×۲ (rm). ستون‌های هم‌حرف معنی‌دار نیستند.

تعداد پلات کافی نیز افزایش می‌یابد و در هر منطقه با مشخص کردن تعداد پلات کافی در وقت و هزینه نمونه‌گیری صرفه‌جویی خواهد شد و هم‌چنین می‌توان به دقت مورد نظر دست یافت.

۲- بعد از انتخاب تعداد و سطح پلات، شکل‌های مختلف پلات هم یکی از موارد مهم در نمونه‌گیری است که باید به آن توجه شود. اکثر محققین بر این عقیده‌اند که پلات‌هایی با اشکال مستطیل کشیده ناهمگنی‌های درون جامعه آماری را بهتر نشان می‌دهند.(۱۰ و ۱۶). غالباً الگوی پراکنش گیاهان به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک از الگوی کپه‌ای یا نزدیک به کپه‌ای پیروی می‌کند به‌همین دلیل پلات‌های مستطیل کشیده به‌نحو بهتری بازگو کننده تغییرات درون جامعه آماری است. در عین حال باید توجه داشت که در کنار ملاک‌های آماری باید به سهولت ایجاد و استقرار پلات در عرصه میدانی نیز توجه کرد.

۳- در برخی مقالاتی که در سال‌های اخیر در مجلات ایرانی منتشر می‌شود، از روش سطح حداقل جهت تعیین اندازه واحد نمونه استفاده می‌شود. باید توجه داشت که روش سطح حداقل، روش انحصاری در مطالعات جامعه‌شناسی گیاهی در مکتب براون‌بلانکه جهت تعیین اندازه رولوه است که صرفاً به‌منظور تهیه فهرست گونه‌های گیاهی استفاده می‌شود و کاربردی جهت تعیین ویژگی‌های مورد نظر در مطالعات اکولوژیک از قبیل تولید، تاج‌پوشش، تراکم و غیره ندارد. لذا لازم است جهت تعیین سطح پلات مناسب در مطالعات اکولوژیک از معیارهای آماری مناسب بهره گرفته شود (۱۷).

منابع مورد استفاده

۱. زنگنه، ز.، ک. ناصری، ف. ملتی و م. مصداقی. ۱۳۹۴. بهینه‌سازی واحدهای نمونه‌گیری جهت برآورد گیاهان بوته‌ای. *مجله منابع طبیعی ایران* ۶۸ (۱): ۹۴-۸۱.

۲. کرمی، پ.، غ. حشمتی و م. مصداقی. ۱۳۸۱. تعیین شکل و سطح بهینه پلات برای برآورد تولید علفزارهای نیمه استپی شمال شرق استان گلستان. *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان* ۳(۲): ۴۷-۴۱.

۳. مصداقی، م. و س. عجمی. ۱۳۷۶. مقایسهٔ روش‌های برآورد تولید علوفه در مراتع چهار باغ گرگان. *مجلهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان* ۱۴ (۴): ۲۶-۱۵.

۴. مصداقی، م. ۱۳۹۰. روش‌های آمار و رگرسیون: با رویکرد کاربردی در علوم گیاهی و جانوری. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع) مشهد، ۴۲۱ ص.

۵. مصداقی، م. ۱۳۸۶. مرتع‌داری در ایران. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)مشهد، ۳۳۳ ص.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.14.6.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.14.51]

۶. مقدم، م. و ج. قربانی پاشاکلایی. ۱۳۸۰. مقایسه کارایی اندازه و شکل‌های مختلف پلات جهت برآورد تولید در مناطق استپ، استپ مرتفع و نیمه استپ ایران. *مجله منابع طبیعی ایران* ۵۴(۲): ۲۰۴-۱۹۱.

۷. میر جلیلی، ع. ب.، ق. ع. دیانتی تیلکی و ن. باغستانی. ۱۳۸۷. مقایسه پنج روش اندازه‌گیری فاصله‌ای تعیین تراکم در بوته‌زارهای تنگ لایبید یزد، *فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران* ۱۴(۳): ۳۰۳-۲۵۹.

۸. یزدی صمدی، ب.، ع. رضایی و م. ولی‌زاده. ۱۳۷۶. طرح‌های آماری در پژوهش‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران، ۶۰۰ ص.

9. Avery, T. E. and H. E. Burkhart. 2002. Forest measurement. 4th ed. McGraw-Hill. New York. USA, 456 p.
10. Bonham, C. D. 2013. Measurement for terrestrial vegetation. 2ed. ed. John Wiley and Sons, USA, 246 p.
11. Brummer, J. E., J. T. Nichols, R. K. Engel and K. M. Eskridge. 1994. Efficiency of different quadrat size and shape for sampling standing crops. *Journal of Range Management* 47:84-89.
12. Caughley, G. and A. R. E. Sinclair. 1994. Wildlife Ecology and Management. Blackwell Scientific Publications, Boston, USA, 334 p.
13. Cochran, C. W. and G. M. Cox. 1992. Experimental designs. 2nd ed. John Wiley and Sons, New York, 611 p.
14. Cook, C. W. and J. Stubbendieck. 1986. Range Research: Basic problem and Techniques. Society for Range Management, USA, 317 p.
15. Dengler. J., S. Lobel and Ch. Dolnik. 2009. Species constancy depends on plot size – a problem for vegetation classification and how itcan be solved. *Journal of Vegetation Science* 20: 754-766.
16. Elzinga, C. L., D. W. Salzer and J. W. Willoughby. 1998. Measuring and monitoring plant population. BLM *Technical reference*, USA, 479 p.
17. Greig-Smith, P. 1983. Quantitative plant ecology. 3rd ed. Butterworth Science Publication., London, England, 359 p.
18. Kerbs, C. J. 1999. Ecological methodology. 2nd ed. Addison Wiley Longman, Menlo park, California, USA, 624 p.
19. Wiegert, R. G. 1962. The selection of an optimum quadrat size for sampling the standing crop of grasses and forbs. *Ecology* 43: 125-129.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-03-19]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1394.4.14.6.5]

[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.14.51]