تأثیر اندازه و شکل پلات بر دقت و تعداد نمونه در مطالعهٔ تراکم و تاج پوشش گیاهی (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ فریدن اصفهان)

افتخار بارانیان[۱*]، مهدی بصیری[۲]، حسین بشری[۳] و مصطفی ترکش[۳]

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۱۵ – تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۹/۲۰

چکیده

انتخاب اندازه و شکل مناسب پلات در کارآیی و صحت نمونه‌گیری بسیار مؤثر است و باعث کاهش واریانس و زمان نمونه‌گیری و افزایش دقت می‌شود. هدف از انجام این مطالعه، بررسی اندازه و شکل مناسب پلات برای ارزیابی پوشش گیاهی در مراتع نیمه استپی با تیپ گیاهی *Bromus tomentellus-Astragalus verus* در استان اصفهان می‌باشد که در مجموع از تعداد ۵۴۰ عدد پلات‌هایی با شکل‌های متفاوت (مربع، مستطیل و دایره) در دو اندازه یک و دو متر مربعی هر کدام در ۳ تکرار در نمونه‌گیری از جوامع گیاهی با الگوی پراکنش تصادفی و طی روش سیستماتیک- تصادفی استفاده شد. نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌های درصد پوشش تاجی در پلات‌های مختلف نشان داد که بین شکل‌های مختلف پلات تفاوت معنی‌داری ندارند، در حالی‌که بین اندازه‌های مختلف پلات تفاوت معنی‌داری وجود دارد و کفایت اندازهٔ نمونه در پلات‌های بزرگتر با تعداد کمتری نسبت به بقیه پلات‌ها حاصل می‌شود. بر اساس نتایج به‌ترتیب پلات‌های مستطیلی ۲ متر مربعی و یک متر مربعی با ضریب تغییرات ۱۹/۴۲و ۲۳/۰۲ بیشترین دقت در تعیین اندازهٔ نمونه برای اندازه‌گیری تراکم و تاج پوشش داشتند. بدین ترتیب به‌منظور برآورد برخی از ویژگی‌های گیاهان در مراتع نیمه استپی منطقهٔ مورد مطالعه با تیپ گیاهی یاد شده و با الگوی پراکنش تصادفی، پلات مستطیل شکل با اندازه دو مترمربع پیشنهاد شد.

واژه‌های کلیدی: اندازهٔ نمونه، تاج پوشش گیاهی، اندازه و شکل پلات، الگوی پراکنش گیاهان، مراتع نیمه استپی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری دانشگاه صنعتی اصفهان

*: نویسندهٔ مسئول: baranian_kabir@yahoo.com

۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

شناسایی وضعیت موجود و پایش تغییرات پوشش گیاهی مراتع به‌منظور مدیریت بهینه و بهره‌برداری پایدار از آنها ضروری است. به‌دلیل گستردگی سطح مراتع و گوناگونی جوامع گیاهی موجود در آنها و عدم امکان شمارش یا انتخاب تمام پایه‌های گیاهی، ضرورت نمونه‌گیری در مطالعات پوشش گیاهی انکار ناپذیر است. اندازه‌گیری و ارزیابی مراتع مستلزم انتخاب روش‌های صحیح نمونه‌گیری و اجرای درست آن است. در این صورت می‌توان به صحت نتایج مطمئن بود و نتایج این مطالعات می‌تواند قابل مقایسه با مطالعات بعدی باشد تا روند تغییرات مشخص شده و امکان مدیریت صحیح مراتع افزایش یابد (۱۴، ۱۶، ۱۹، ۲۸ و ۳۱).

نمونه‌گیری فرآیند انتخاب بخشی از یک جمعیت برای دستیابی به استنباطی با درجه اطمینان مشخصی درباره کل آن جمعیت است. انتخاب روش نمونه‌گیری مناسب نه تنها باعث کاهش حجم عملیات صحرائی و هزینه انجام مطالعه می‌شود، بلکه موجب افزایش دقت داده‌های جمع‌آوری شده نیز می‌شود. توجه به این نکته ضروری است که تعداد نمونه‌ها در حدی انتخاب شود که از نظر دقت و هزینه مقرون به صرفه بوده و از نظر آماری نتایج قابل اطمینان و مستندی را ارائه دهد (۵، ۱۷، ۱۹، ۳۲، ۳۹، ۴۲ و ۴۵).

نمونه‌گیری تصادفی از ساده‌ترین استراتژی‌های نمونه‌گیری از پوشش گیاهی است و دارای مزیت استقلال نمونه‌ها از یکدیگر و سادگی محاسبات آماری است. استراتژی سیستماتیک- تصادفی روشی تلفیقی است از دو روش تصادفی و سیستماتیک می‌باشد، به‌طوری‌که استقرار آن در یک جهت سیستماتیک و در جهت دیگر تصادفی است. (۱۹، ۲۸ و ۳۹).

بارتلت و همکاران (۲۰۰۱) با تعیین عامل تصحیح مشخص کردند که تعداد ۳۰ پلات اولیه نتایج قابل قبولی به همراه دارد و مصداقی (۲۰۰۴) و پاناستاسیس (۱۹۷۷) در اندازه نمونه بیشتر از ۳۰ پلات اولیه با مشکل مواجه گردیدند (۸، ۳۲ و ۴۰). بارانی و رستگار (۲۰۱۰) اذعان داشتند که تعداد پلات اولیه باید تعدادی باشد که ثبات واریانس را نشان دهد. در غیر این صورت خطا تأثیر بیشتری خواهد داشت و با در نظر گرفتن همان ۳۰ پلات اندازهٔ نمونه حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ پلات خواهد شد که نتایج حاصل می‌تواند به کل جامعه تعمیم داده شود. مقدم و قربانی (۲۰۰۱) تعداد پلات اولیه را در مراتع استپ ۳۰، استپ مرتفع ۲۲ و در نیمه‌استپ ۱۰ پلات توصیه کرده‌اند (۵ و ۳۶). الزینگا و همکاران نیز در این بحث چنین بیان کردند که اندازه نمونه اولیه بایستی به حدی انتخاب شود که علاوه بر ثابت شدن میانگین در اندازه نمونه مدنظر، انحراف معیار نیز از ثبات نسبی برخوردار باشد (۲۱).

درصد تاج پوشش گیاهان تنها پارامتری است که با توجه به کاربرد گسترده در برنامه‌های مرتعداری در مقیاس وسیع اندازه‌گیری می‌شود که اطلاعات مربوط به آن می‌تواند به‌عنوان ضریب نسبی از تراکم گونه‌ها جهت مقایسه در برداشت‌ها در زمان‌ها و مکان‌های مختلف مورد اندازه‌گیری قرار گیرد. برای اندازه‌گیری پوشش تاجی از روش‌های پلات‌گذاری، ترانسکت خطی یا نقطه‌ای استفاده می‌شود که با توجه به هدف و امکانات نتیجه متفاوتی ارائه خواهند داد (۲، ۴، ۳۴ و ۳۸).

در این راستا بررسی و تعیین مناسب‌ترین روش اندازه‌گیری تاج پوشش در هر منطقه یا در هر رویشگاه که از سرعت و دقت کافی برخوردار باشد، اهمیت خاصی دارد. در این میان اندازه‌گیری تاج پوشش با روش‌های پلات‌گذاری از روش‌های مطلوب و قابل اعتماد است (۳، ۳۰ و ۳۸).

نوع پوشش گیاهی، اندازه گیاهان و فاصله آنها از همدیگر بر روی انتخاب اندازه و شکل پلات و روش نمونه‌گیری تأثیر بسزایی دارد. اندازه و شکل مناسب پلات در کارآیی نمونه‌گیری بسیار مؤثر است و باعث کاهش واریانس و زمان نمونه‌گیری می‌شود (۷، ۲۰ ،۳۷ و ۴۰). پلات‌های کوچکتر، دارای داده‌هایی با توزیع غیر نرمال و حداکثر چولگی هستند، همچنین در بین فرم‌های مختلف رویشی نیز توزیع غیر نرمال و حداکثر چولگی برای فرم‌های رویشی دارای پراکنش تنک و تراکم اندک است. اندازه پلات بیشتر به نحوه پراکنش گیاهان بستگی دارد، به‌طوری‌که اندازه مناسب پلات برای هر فرم رویشی متفاوت است (۱۰، ۱۲ و ۳۶).

گری[1] (۲۰۰۳) با مطالعه اندازه‌های مختلف پلات برای اندازه‌گیری درختان موجود در جنگل‌های داگلاس انـدازه پلات ۰/۰۷ هکتار (دایره ای با شعاعی حـدود ۷/۳ متـر) را مناسب دانسته است (۲۱). کیلی[2] (۲۰۰۵) در پوشش‌های گراسلند، بوته‌زار و جنگل در مناطق مدیترانه‌ای پلات‌های تودرتو از اندازه ۱ تا ۱۰۰ مترمربع را بررسی کرد و چنـین بیان داشت که تا مساحت کمتر از ۰/۱ هکتار نتایج حاصل از اندازه و شکل‌های (مربع و مستطیل) مختلـف پـلات در تعیین تنوع گونه‌ای تفاوت معنی‌داری ندارد، ولی در سطح وسیع پلات‌های مستطیلی با نسـبت طـول بـه عـرض ۱:۴ نتایج بهتری داشتند (۲۶). گنزالس[3] و همکاران (۲۰۰۳) با شبیه‌سازی محیط واقعی و بررسی پلات‌های مسـتطیلی و مربعی چنین اظهار داشتند که علاوه بر پارامترهای سـطح مفید، محیط و اثـر حاشـیه‌ای در شـکل‌هـا و انـدازه‌هـای مختلف پلات، بایستی عامل زمان را هم مؤثر دانسـت و در نهایت پلات‌های مستطیلی را مناسب‌ترین پلات‌ها به لحاظ پارامترهای مذکور دانستند (۲۰).

مقیاس مشاهده‌ها در مطالعات اکولوژی بایستی در نظر قرار گیرد. شاید برخی از کارشناسان در اندازه‌گیـری‌هـای مرتع، دقت کافی را در تعیین اندازه پلات نداشـته باشـند، ولی این در حالی است که بر اساس مطالعات انجـام شـده برای هر نـوع پوشـش گیـاهی، انـدازه و شـکل خاصـی از پلات‌ها مناسب‌اند (۲۳ و ۲۴).

هـدف از انجـام ایـن مطالعـه، بررسـی تـأثیر انـدازه و شکل‌های مختلف پلات بـه‌منظـور تعیـین انـدازه نمونـه و همچنین برآورد میزان پوشش گیاهی در مراتع نیمه‌استپی با توزیع مکانی تصادفی می‌باشد تا بتواند راهنمـای خـوبی برای انتخاب مناسب‌تـرین پـلات بـرای مطالعـات پوشـش گیاهی باشد. در نهایت در ایـن مطالعـه بـا مـد نظـر قـرار گرفتن توزیع مکانی گونه‌های گیاهی، تأثیر اندازه و شـکل پلات بر روی اندازه نمونه به‌منظور اندازه‌گیری تاج پوشش و تراکم پایه‌های گیاهی بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقهٔ مورد مطالعه: منطقهٔ مـورد مطالعـه جـزو مراتع نیمه‌استپی اسـتان اصـفهان، شهرسـتان فریـدن در محدودهٔ روستای آقاگل بوده و در فاصله عرض جغرافیـائی "۳۵ ´۲ °۳۳ و "۴۱ ´۶ °۳۳ شـمالی و طـول "۱۰ ´۵۷ °۴۹ و "۰۰ ´۰۰ °۵۰ شرقی واقع شده است. مساحت این منطقه حدود ۷ کیلـومتر مربـع (۷۰۰/۸ هکتـار) و ارتفـاع متوسط آن از سطح دریا ۲۷۵۰ متر است. میانگین بـارش سالانه منطقه ۴۳۰ میلی‌متر است که قسمت بیشتر آن به شکل برف است.

روش تحقیق: این مطالعه برای مقایسـه کـارآیی انـدازه و شکل‌های مختلف پلات برای بـرآورد میـزان تـاج پوشـش گیاهی در مراتع نیمه اسـتپی فریـدن اصـفهان کـه دارای وضعیت خوب و الگوی پراکنش تصادفی مـی‌باشـد، انجـام شد (۶). برای این منظور چهار مکان مرتعی که بـه لحـاظ شرایط فیزیوگرافی (شیب، جهـت و ...) و پوشـش گیـاهی (گونه غالب، میزان تاج پوشش و...) مشابه بودند، به‌عنـوان تکرار انتخاب شد. مکان‌هـای مرتعـی مـورد مطالعـه دارای گونـه‌هـای غالـب *Bromus tomentellus* و *Astragalus verus* با متوسط تاج پوشش ۴۰ درصد بود.

در هر تکرار در تیپ گیاهی، منطقهٔ کلید (قسمت معرف تیپ گیاهی) مشخص و در هر تکرار ۳۰ نقطه بر مبنای روش سیستماتیک-تصادفی انتخاب و دو اندازه پلات (یک و دو متر مربعی) براساس فاصله متوسط پایه‌های گیاهی و سطح متوسط تاج پوشش گیاهان موجود در منطقه و سه شکل پلات (مربع، مستطیل و دایره) که تیمارهای مورد مقایسه بودند (جدول ۱)، بر اساس چینش مشابهی در هر نقطه تصادفی (شکل ۱) مستقر شدند و اطلاعات میزان تاج پوشش در آنها برداشت شد. در این تحقیق با توجه به اهداف مطالعه، استقرار ۶ نوع پلات مذکور در نقاط تصادفی به این ترتیب بود که گوشه سمت چپ- پائین پلات‌های مربعی و مستطیلی در یک نقطه قرار گرفت و پلات‌های دایره‌ای نیز هم مرکز با پلات‌های مربعی یک مترمربعی اختیار شدند. لازم به ذکر است که طول پلات‌های مستطیلی به موازات طول مسیر قرار گرفت. در داخل هر پلات میزان پوشش تاجی برای

1- Gray
2- Keely
3- Gonzales

گیاهان موجود برحسب درصدی از کل پلات نمونه‌برداری اندازه‌گیری و ثبت شد.

اندازه نمونه با مد نظر قراردادن میانگین و واریانس مشاهده‌ها، در سطح دقت مورد نظر در هر مطالعه با استفاده از رابطه (۱) تعیین شد، به‌طوری‌که در هر مکان مرتعی درصد پوشش تاجی گیاهان اندازه‌گیری شده و از نتایج آن برای تعیین واریانس استفاده شد. سپس به کمک واریانس پوشش گیاهی و با توجه به مقدار خطای قابل قبول (۱۰درصد) اندازه نمونه محاسبه شد (۱۰).

رابطه (۱) $$N = \frac{t^2 \cdot s^2}{d^2}$$

که در آن، N: اندازه نمونه، t : از جدول استیودنت با توجه به درجهٔ آزادی (df= n-1) و ۵٪=α و d: خطای تخمین است که از حاصل ضرب میانگین پارامتر اندازه‌گیری شده ($\bar{x}$) در مقدار خطای قابل قبول (۱۰ درصد) در نمونه‌برداری (k) به‌دست می‌آید ($d = k\bar{x}$). S^2: واریانس نمونه است که از رابطه (۲) بدست می‌آید.

رابطه (۲) $$S^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$$

که در آن:

n : تعداد پلاتهای نمونه‌برداری شده اولیه

$\sum x$: مجموع درصد پوشش گیاهان در پلات‌های اولیه

$\sum x^2$: مجموع مربعات درصد پوشش گیاهان در پلات‌های اولیه، n – ۱: درجه آزادی و s: انحراف معیار

ضریب تغییرات به‌عنوان معیار آماری مناسب که مستقل از واحد اندازه‌گیری و در ارتباط با میانگین و واریانس است، بر اساس رابطه (۳) محاسبه شد.

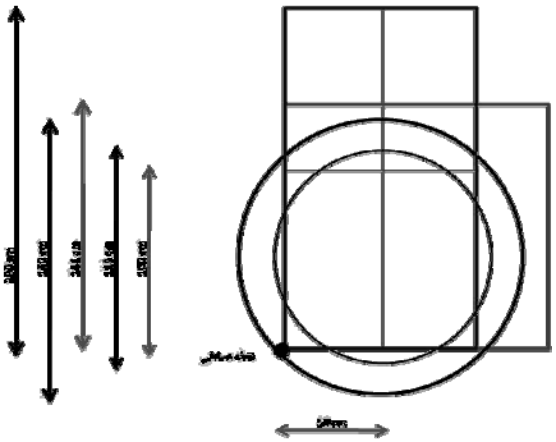
رابطه (۳) $$CV = \frac{s}{\bar{x}}$$

که در آن، CV: ضریب تغییرات است که بر حسب درصد گزارش می شود، $\bar{x}$: میانگین و s : انحراف معیار است.

در نهایت با برداشت داده‌های میزان پوشش گیاهی در پلات‌های مختلف، میانگین و واریانس داده‌ها در هر مکان مرتعی محاسبه شد و با استفاده از نرم‌افزار Minitab نرمال بودن داده‌های حاصل بررسی شد. همچنین با محاسبه اندازه نمونه و ضریب تغییرات با استفاده از روابط (۱) و (۳) و ورود این اطلاعات به نرم‌افزارMinitab، شکل‌ها و اندازه‌های مختلف پلات با هم مقایسه شدند و نتایج مقایسه‌ها به‌صورت نمودار و جدول تجزیهٔ واریانس ارائه شد. علاوه بر موارد بالا، در مورد هر نوع پلات، اثر حاشیه‌ای آنها نیز محاسبه شد، بدین صورت که برای هر شکل و اندازه پلات اثر حاشیه‌ای از نسبت محیط به مساحت پلات مدنظر محاسبه شد. سپس نتایج حاصل در نرم‌افزار مذکور مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

در مناطق خشک و نیمه‌خشک با پوشش گیاهی تنک و پراکنش نامنظم برای ارزیابی دقیق تاج پوشش بایستی تعداد پلات مناسب و پراکنده در سطح مرتع برداشت شود تا نتایج حاصل نمودی از کل جامعه باشد. از نظر آماری، نمونه‌گیری از یک سطح توسط تعداد زیادی از پلات کوچک نسبت به استفاده از پلات‌های بزرگ، بهتر است. در مقابل باید توجه داشت که پلات انتخابی باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا بیشتر گونه‌های منطقه را در برگیرد. همچنین در انتخاب شکل و اندازه پلات، قاعده ثابتی وجود ندارد و افراد اغلب با توجه به نوع مطالعه، میزان تجربه و در نظر داشتن سهولت کار، پلات مناسب را تعیین می‌نمایند (۲۴، ۲۶، ۴۱ و ۴۴).



جدول ۱- اندازه و شکل های مختلف پلات‌های مورد استفاده

شکل پلات	مساحت (متر مربع)	اندازه طول و عرض یا قطر(متر)
مربعی	۱	۱×۱
	۲	۱/۴۱×۱/۴۱
مستطیلی	۱	۰/۵×۲
	۲	۱×۲
دایره ای	۱	۱/۱۳
	۲	۱/۶۰

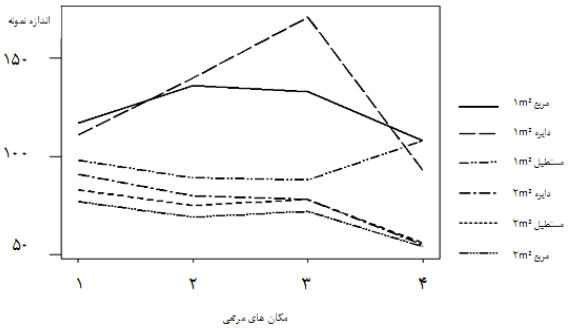
شکل ۱- نحوه استقرار پلات‌ها در هر نقطه تصادفی

الف- آ زمون نرمال بودن داده‌ها: با استفاده از نرم افزار Minitab، آزمون نرمالیته اندرسون- دارلینگ[1] بر روی داده‌های به دست آمده در اندازه‌گیری پوشش، انجام گرفت که نتایج به‌دست آمده حاصل از ۶ میانگین پوشش گیاهی با استفاده از اندازه و شکل‌های مختلف پلات‌ها در مکان‌های مرتعی نشان‌دهنده آن بود که داده‌ها در هر چهار تکرار تقریباً از یک خط مستقیم و به تبع آن از توزیع نرمال تبعیت می‌نمایند. بدین ترتیب بر اساس میزان ضریب تغییرات پوشش گیاهی در بین واحدهای نمونه‌گیری، با میزان متوسط ۲۲/۷۵ و انحراف معیاری برابر ۳/۹۳ در بین ۲۴ داده‌ای که حاصل از تکرارهای مختلف بود، این آزمون انجام شد. در ادامه مقدار P-Value برابر ۰/۶۱۶ به‌دست آمد که نشان‌دهنده تبعیت داده‌ها از حالت نرمال بوده است.

ب- اندازه نمونه: برای برآورد اندازه نمونه، ابتدا میزان پوشش گیاهی در تعداد ۳۰ واحد نمونه‌گیری اندازه گرفته شده و با استفاده از مقادیر به‌دست آمده، بر اساس رابطه ابرهارت (رابطه ۱) و با محاسبه میانگین و واریانس پوشش گیاهی در نمونه اولیه و با توجه به مقدار خطای ٪۱± برای α و همچنین مقدار ۱۰٪ برای خطای قابل قبول در نمونه برداری (k)، اندازه نمونه محاسبه شد.

در هر مکان مرتعی، اندازه نمونه برای هر شکل و اندازه پلات مورد استفاده در این مطالعه به صورت جداگانه محاسبه شد که مجموعاً در ۶ مرحله و برای شش دسته‌شکل و اندازه پلات، به‌صورت تصادفی در منطقه مستقر شدند. در این صورت به‌طور متوسط میانگین کل تاج پوشش مشاهده شده در نمونه‌برداری در پلات مربعی یک مترمربعی برابر ۳۶/۴۲٪، پلات مربعی دو مترمربعی ۴۲/۵۵٪، پلات دایره‌ای یک مترمربعی برابر ۴۲/۳۳٪، پلات دایره‌ای دو مترمربعی ۴۲/۸۶٪، پلات مستطیلی یک مترمربعی ۴۲/۹۵٪ و برای پلات مستطیلی دو مترمربعی برابر ۴۳/۳۴٪ محاسبه شد که این نتایج با انجام آزمون‌های مقایسه میانگین، تفاوت معنی‌داری در هیچ‌یک از سطوح یک و ۵ درصد از خود نشان نداد. این در حالی است که واریانس مشاهده‌ها برای پلات‌های مذکور به‌ترتیب ۱۲۷/۵۴ برای پلات مربعی یک مترمربعی و ۷۲/۴۹ برای پلات مربعی دو مترمربعی، ۱۲۹/۳۳ برای پلات دایره‌ای یک مترمربعی، ۷۶/۱۷ برای پلات دایره‌ای دو مترمربعی، ۹۷/۹۷ برای پلات مستطیلی یک مترمربعی و در پلات مستطیلی دو مترمربعی برابر ۶۸/۹۸ تعیین شد. بدین ترتیب و با توجه به معادله‌های ذکر شده برای تعیین اندازه نمونه در برآورد پوشش گیاهی، اندازه نمونه با استفاده از پلات مربعی یک مترمربعی برابر۱۲۴، پلات مربعی دو مترمربعی ۷۳، پلات دایره‌ای یک مترمربعی برابر ۱۲۹، در پلات دایره‌ای دو مترمربعی ۷۶ ، پلات مستطیلی یک مترمربعی اندازه نمونه ۹۶ و برای پلات مستطیلی دو مترمربعی اندازه نمونه برابر ۶۸ است.

1- Anderson- Darling Normality Test



شکل ۲- تعداد نمونه در شکل و اندازه‌های مختلف پلات

ج- ضریب تغییرات پوشش تاجی گیاهی: ضریب تغییرات معیار آماری مناسبی در ارتباط با اندازه پلات با فرم رویشی و الگوی پراکنش و ... است، به‌طوری‌که با بزرگتر شدن اندازه پلات به‌دلیل در بر گرفتن تغییرات بیشتر، ضریب تغییرات کاهش یافته است. با توجه به این که ضریب تغییرات در ارتباط با میانگین و واریانس است، می‌تواند به‌صورت مستقل از اندازه نمونه بیانگر دقت مطالعه باشد. بدین ترتیب که در بین شکل‌ها و اندازه‌های مختلف پلات، پلات مستطیل شکل ۲ مترمربعی با کمترین میزان ضریب تغییرات دقت بیشتری داشته و پلات‌های دایره‌ای و مربعی شکل یک مترمربعی با میزان ضریب تغییرات بالاتر، دقت کمتری را داشته است. این در حالی است که در بیشتر مطالعات پوشش گیاهی، بدون مطالعه قبلی از پلات مربعی شکل یک مترمربعی استفاده می‌شود.

با توجه به اینکه میزان ضریب تغییرات از روی واریانس و میانگین برآورد می‌شود، به‌طوری‌که حاصل نسبت جذر واریانس (انحراف معیار) به میانگین است و در گام قبلی این دو مشخصه برای پوشش گیاهی محاسبه شده و به راحتی قابل تعیین است، بدین ترتیب در این مطالعه سه شکل پلات با دو اندازه متفاوت که در مجموع ۶ تیمار می‌شد، مورد بررسی قرار گرفت. ضریب تغییرات پوشش گیاهی برای پلات مربعی یک مترمربعی برابر ۲۶/۱۷، پلات مربعی دو مترمربعی ۲۰/۳۲، پلات دایره‌ای یک مترمربعی برابر ۲۶/۸۱، پلات دایره‌ای دو مترمربعی ۲۰/۶۸ محاسبه شد. همچنین در مورد پلات‌های مستطیلی با اندازه یک متر مربع میزان ضریب تغییرات کل پوشش تاجی گیاهی ۲۳/۰۹ و برای اندازه دو مترمربعی برابر ۱۹/۴۲ است که بدین ترتیب با افزایش مساحت پلات‌ها ضریب تغییرات در هر پلات کمتر شده است.

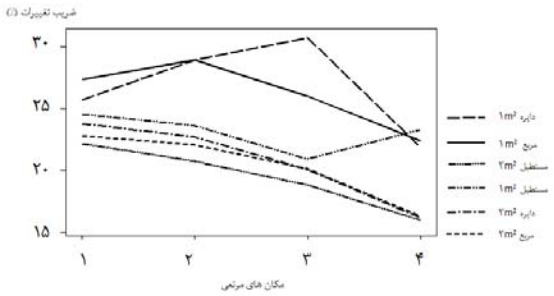
ضریب تغییرات از آن جهت حائز اهمیت است که تأثیر مستقیمی در اندازه نمونه لازم جهت نیل به سطح اطمینان مورد نظر می‌گذارد و این امر خود در زمان لازم برای انجام هر روش مؤثر است. کم بودن ضریب تغییرات و بالطبع اندازه نمونه لازم در اندازه و شکل بخصوصی از پلات سبب تبدیل آن روش به یک روش مناسب اندازه‌گیری پوشش می‌شود، به‌طوری‌که مروری در منابع تصدیق‌کننده این امر است. با توجه به اهمیت ضریب تغییرات و همچنین بررسی نتایج حاصل از برآورد میزان پوشش گیاهی با شکل‌ها و اندازه‌های مختلف پلات، این تحقیق استفاده از پلات مستطیلی دو مترمربعی را در مراتع نیمه استپی با پوشش گون- گراس با الگوی پراکنش تصادفی، مناسب‌تر دانسته است.

جدول ۲- نتایج به‌دست آمده از بررسی شکل و اندازه‌های مختلف پلات‌ها در تعیین اندازه نمونه

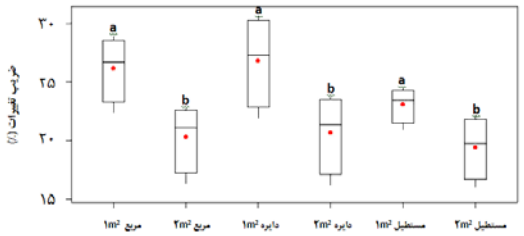
شکل پلات	مربع		دایره		مستطیل	
اندازه پلات (m^2)	۱	۲	۱	۲	۱	۲
میانگین(٪)	۴۳/۶۲	۴۲/۵۵	۴۲/۳۳	۴۲/۸۶	۴۲/۹۵	۴۳/۳۴
واریانس	۱۲۷/۵۴	۷۲/۴۹	۱۲۹/۳۳	۷۶/۱۷	۹۷/۹۷	۶۸/۹۸
اندازه نمونه	۱۲۴	۷۳	۱۲۹	۷۶	۹۶	۶۸

جدول۳- ضریب تغییرات داده‌های به دست آمده در برآورد میزان پوشش گیاهی حاصل از بررسی شکل و اندازه‌های مختلف پلات‌ها

شکل پلات	مربع		دایره		مستطیل	
اندازه پلات (m2)	۱	۲	۱	۲	۱	۲
میانگین(٪)	۴۳/۶۲	۴۲/۵۵	۴۲/۳۳	۴۲/۸۶	۴۲/۹۵	۴۳/۳۴
واریانس	۱۲۷/۵۴	۷۲/۴۹	۱۲۹/۳۳	۷۶/۱۷	۹۷/۹۷	۶۸/۹۸
ضریب تغییرات(٪)	۲۶/۱۷	۲۰/۳۲	۲۶/۸۱	۲۰/۶۸	۲۳/۰۹	۱۹/۴۲



شکل ۳- میزان ضریب تغییرات در شکل و اندازه‌های پلات



شکل ۴- نمودار جعبه‌ای میزان ضریب تغییرات در شکل و اندازه‌های مختلف پلات

د- شکل و اندازه پلات: شکل پلات بر اساس سطح و شکل جامعه گیاهی می‌تواند تعیین شود که بهتر است الگوی پراکنش گیاهان نیز همزمان مد نظر قرار گیرد تا صحت و دقت بالاتری را به همراه داشته باشد. در این مطالعه سعی شد تا این موضوع در مراتع نیمه‌استپی اصفهان مشخص شود. بدین ترتیب که با بررسی الگوی پراکنش و با استفاده از روش‌های مربوطه الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی در تیپ مورد مطالعه به‌صورت کاملاً تصادفی مشاهده شد. در یک اندازه پلات مشخص، اندازه نمونه‌ها در پلات مربعی و دایره‌ای با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند و در بین اشکال مختلف پلات، واریانس در پلات‌های مستطیلی کمتر از بقیه بود، بدین معنا که تغییرات بین مشاهده‌ها (هر پلات) در اشکال مربع و دایره بیشتر از مستطیل بود، ولی واریانس درون پلات مشاهده‌ها در پلات‌های مستطیلی بالاتر بود. هر اندازه سطح پلات بزرگتر شود، برداشت اطلاعات از آن تا حدی سخت‌تر می‌شود، ولی با یک دید کلی می‌توان فهمید که در کل، به خاطر اندازه نمونه کمتر اتلاف وقت و هزینه کمتر خواهد شد. هرچه اندازه پلات بزرگ‌تر شود، ضریب تغییرات بین پلات‌ها کمتر شده و اندازه نمونه کوچکتری خواهیم داشت، به‌طوری‌که در منطقهٔ مورد مطالعه به‌صورت متوسط کوچکترین اندازه نمونه برای پلات مستطیلی ۲ متر مربعی و بزرگترین اندازه نمونه برای پلات دایره‌ای و مربعی یک متر مربعی به‌دست آمد.

اندازه پلات بر اساس تخمینی از اندازه متوسط پایه‌های گیاهی و همچنین میانگین فواصل آنها از همدیگر مشخص می‌شود. بر این اساس طول پلات حدود ۱/۵ تا ۲ برابر فواصل پایه‌ها و عرضی حدود ۱/۵ تا ۲ برابر عرض بزرگترین گونه، اندازه مناسبی است. چنین اختلافاتی در بین فرم‌های رویشی موجب شده بوم‌شناسان در معرفی مناسب‌ترین اندازه پلات با احتیاط عمل کنند یا اندازه‌های مختلف را توصیه کنند (۱، ۱۰، ۱۳، ۲۳، ۲۴، ۲۷ و ۳۳). این در حالی است که نتایج این تحقیق نیز بر این مطلب اذعان داشته و اندازه‌های مختلف پلات را در مقیاس مورد مطالعه مقایسه کرده که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین این احتمال می رود که در الگوهای پراکنشی غیر از تصادفی که مبنای این تحقیق قرار گرفت، شکل پلات نیز تأثیر بسزایی داشته باشد. مقدم و قربانی (۲۰۰۱) با هدف برآورد تولید در مراتع چنین نتیجه گرفت که اندازه‌های یک و ۱/۵ متر مربع برای مناطق استپ و استپ مرتفع و اندازه‌های ۰/۵ و یک متر مربع برای منطقه نیمه استپ مناسب‌تر بوده است (۳۶). محققین دیگر نیز اذعان داشته‌اند که در انتخاب شکل و اندازه پلات، قاعده ثابتی وجود ندارد و افراد با توجه به نوع مطالعه، میزان تجربه و در نظر داشتن سهولت کار، پلات مناسب را تعیین

می‌کنند. همانگونه که در نتایج این مطالعه اشاره شد و هم چنین نتایج محققین در مطالعات قبلی، اندازه پلات همواره از شکل پلات مهمتر و تأثیرگذارتر بوده است (۱۱ و ۲۶).

ه- اثر حاشیه‌ای ناشی از شکل و اندازه‌های مختلف پلات‌ها: با توجه به اینکه در اندازه‌گیری پوشش گیاهی با استفاده از پلات، به‌دلیل اینکه در اغلب مواقع پوشش تاجی گیاهان در مرز پلات قرار می‌گیرد و اندازه‌گیری میزان پوشش گیاهان را با مشکل روبرو می‌سازد، اغلب بحث اثر حاشیه‌ای مطرح می‌شود. در این مطالعه سه شکل پلات با دو اندازه متفاوت که در مجموع شش تیمار می‌شدند، مورد بررسی قرار گرفت که میزان اثر حاشیه‌ای برای پلات مربعی یک مترمربعی برابر ۴، پلات مربعی دو مترمربعی۲/۸۲، پلات دایره‌ای یک مترمربعی برابر ۳/۵۵، پلات دایره‌ای دو مترمربعی ۲/۵۱ است. همچنین در مورد پلات‌های مستطیلی با اندازه یک متر مربع اثر حاشیه‌ای ۵ و برای اندازه دو مترمربعی برابر ۳ می‌باشد که بدین ترتیب با افزایش مساحت پلات‌ها اثر حاشیه‌ای در هر پلات کمتر شده است.

بنهام (۱۹۹۸) در بحثی پیرامون خطاهای رایج در برآورد پوشش درون پلات، این نکته را مورد توجه قرار داده است که کوچک بودن واحدهای نمونه‌گیری باعث افزایش اشتباه ناشی از عدم تشخیص وجود یا عدم وجود اندام‌های گیاهی در لبه واحدهای نمونه‌گیری (اثر حاشیه‌ای پلات) می‌شود. وی چنین بیان می‌کند که اشتباه نمونه‌گیری ناشی از عواملی است که مهمترین آنها عوامل فردی و انسانی است و در مراتعی که تنوع و تغییرات زیاد بوده، ممکن است این خطا به بیش از ۴۰ یا ۵۰ درصد برسد، در حالی‌که اثر حاشیه‌ای هیجگاه در نهایت از ۲۰ درصد بالاتر نمی‌رود (۱۰). نتایج این تحقیق نیز نشان داد که خطای ناشی از اثر حاشیه‌ای را در مقیاس مورد مطالعه نسبت به بقیه منابع خطا از جمله خطای فردی بسیار ناچیز بود.

جدول۴- تجزیه واریانس داده‌های پوشش گیاهی

عامل	درجه آزادی	مجموع مربعات ترتیبی[1]	مجموع مربعات تعدیل شده[2]	میانگین مربعات تعدیل شده[3]	آماره f	آماره p
شکل	۲	۲۷/۷۵۱	۲۷/۷۵۱	۱۳/۸۷۵	۱/۵۹	۰/۲۳۱$^{n.s}$
اندازه	۱	۱۶۳/۲۳۰	۱۶۳/۲۳۰	۱۶۳/۲۳۰	۱۸/۷۵	۰/۰۰۰**
شکل*اندازه	۲	۷/۲۷۰	۷/۲۷۰	۳/۶۳۵	۰/۴۲	۰/۶۶۵$^{n.s}$
خطا	۱۸	۱۵۶/۷۲۱	۱۵۶/۷۲۱	۸/۷۰۷		
کل	۲۳	۳۵۴/۹۷۱				

****: اثر عامل در سطح یک درصد معنی‌دار است و n.s: اثر عامل معنی‌دار نیست.**

جدول ۵- میزان اثر حاشیه‌ای در شکل و اندازه‌های مختلف پلات‌های بررسی شده

شکل پلات	مساحت (مترمربع)	اندازه طول و عرض یا قطر(متر)	اثر حاشیه‌ای
مربعی	۱	۱×۱	۴
	۲	۱/۴۱×۱/۴۱	۲/۸۲
مستطیلی	۱	۰/۵×۲	۵
	۲	۱×۲	۳
دایره ای	۱	۱/۱۳	۳/۵۵
	۲	۱/۶۰	۲/۵۱

1- Sequential sums of squares
2- Adjusted sums of squares
3- Adjusted mean square

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی پوشش گیاهی و اندازه نمونه و میانگین‌های به‌دست آمده از شکل‌ها و اندازه‌های مختلف پلات در این مطالعه، علاوه بر تأکید بر لزوم تعیین الگوی پراکنش گیاهان در سطح مرتع، استفاده از روش متناسب با این نحوه توزیع گیاهان را در مرتع به‌منظور برآورد صحیح و دقیق پوشش در اندازه‌گیری پوشش گیاهان را ضروری می‌داند. در مراتع نیمه‌استپی با پوشش گون-گراس که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفت و گیاهان از الگوی پراکنش تصادفی تبعیت می کردند و در مقیاس مورد مطالعه، چنین نتیجه گرفته شد که در این مراتع استفاده از پلات دو مترمربعی به شکل مستطیل مناسب‌تر است، تا علاوه بر برآورد صحیح در اندازه‌گیری پوشش گیاهی، دقت مطالعات بالاتر رود و در صرف هزینه، زمان و نیروی کار نیز صرفه‌جویی شود. در نهایت با مطالعه شکل‌ها و اندازه‌های مختلف پلات در الگوی پراکنش تصادفی گیاهان، شکل‌های مختلف پلات اختلاف معنی‌داری نداشته است، همانگونه که الزینگا و همکاران نیز در شبیه سازی پراکنش پایه‌های گیاهی و تعیین اندازه نمونه در الگوی پراکنش تصادفی شکل پلات را بی‌تأثیر دانسته‌اند. این در حالی است که اندازه پلات در برآورد ویژگی‌های پوشش گیاهی دارای تأثیر معنی‌داری بوده است. در نهایت با توجه به اندازه نمونه پایین‌تر و هزینه و زمان کمتر برداشت اطلاعات پلات مستطیلی دو متر مربعی پیشنهاد شد.

باتوجه به نسبت محیط به مساحت در هر شکل از پلات و در نتیجه آن اثر حاشیه‌ای در برداشت اطلاعات از منطقه مؤثر خواهد بود. هر چه اثر حاشیه‌ای در پلات‌های مختلف کاهش یابد می‌تواند میزان دقت مطالعه را افزایش دهد، از این‌رو در بین شکل‌های مختلف پلات‌ها، پلات‌های دایره‌ای کمترین اثر حاشیه‌ای را داشتند که البته توجه به این نکته ضروری است که در برخی مناطق استقرار پلات‌های دایره‌ای سخت‌تر است. همچنین هر چه اندازه پلات بزرگتر شود، به‌طور مثال در پلات‌های دایره‌ای شکل ۲ مترمربعی میزان اثر حاشیه‌ای کاهش یافت و دقت بالاتری را فراهم کرد. در بسیاری از مطالعات قبلی برای حذف یا کاهش اثر حاشیه‌ای در مناطقی که امکان استفاده از پلات‌های با شکل و اندازه مناسب وجود نداشت، حدی از اطراف هر پلات را در نظر نمی‌گیرند.

نتایج این تحقیق نشان داد که مهمترین عامل در انتخاب پلات با شکل و اندازه مناسب برای بررسی پوشش گیاهی، خصوصیات گونه‌های گیاهی مد نظر در مطالعه است (اندازه گیاهان، فواصل گیاهان از هم، الگوی پراکنش و...) که مد نظر قرار دادن این ویژگی‌ها در هر منطقه مطالعاتی با توجه به شرایط تیپ‌های رویشی، می‌توان پلات مناسب را انتخاب کرد تا به میزان دقت قابل قبولی در مطالعات دست یافت. نظر به تأثیر عوامل مختلف در انجام پلات‌گذاری در سطح مرتع مورد مطالعه، پیشنهاد می شود تا در مطالعات بعدی به بررسی تأثیر پارامترهایی همچون زمان و هزینه لازم برای برداشت داده‌ها، سهولت استقرار پلات در مقایسه با شکل‌ها و اندازه‌های مختلف پلات و عملی بودن و امکان اجرای روش پلات‌گذاری در اندازه‌گیری پوشش گیاهی با توجه به شکل و اندازه پلات به‌دست آمده در این پژوهش، پرداخته شود.

با توجه به تنوع خصوصیات پوشش گیاهی (فرم رویشی، تراکم، تنوع و الگوی پراکنش) در هر منطقه و در بین مناطق مختلف، انتخاب پلات با ابعاد و شکل مناسب و تصمیم در این مورد به‌صورت نسبی انجام‌پذیر است و حتی با مطالعات دقیق، در تصمیم‌گیری نهایی قضاوت نظری و تجربه محقق دخالت خواهد داشت، به‌طوری‌که امکان ارائه قوانین مشخص و ثابت در محاسبه ابعاد پلات و یا انتخاب شکل پلات مشکل به نظر می‌رسد، بنابراین جمع‌آوری اطلاعات کاملی از اندازه‌های مختلف پلات برای تیپ‌های مختلف رویشی ضروری است. در این زمینه نیز انجام مطالعات مشابه برای سایر مناطق آب و هوایی ایران توصیه می‌شود.

References

1- Abedi, M., 2006. Comparison of two methods of yield estimation in grass and shrub lands. Thesis submitted for M Sc. Tarbiat Modares University, 172p. (In Persian)
2- Arzani, H., 1990. Relationship between cover basal and yield of range species.Thesis submitted for M Sc. Thesis Tehran University. Faculty of Natural Rsources, 212p. (In Persian)
3- Baghestani, N., 2008. Determination of adequate sample size in step lands in Yazd. Journal of Rageland in Iran, 56(2): 162-171. (In Persian)
4- Baghestani, N., H. Arzani & M. Zare, 2006. Relationship between cover and yieldof some range species in steppie ragion of Yazd province. Journal of Biaban, 11: 57-67. (In Persian)
5- Barani, H. & S. Rastgar, 2010. Comparison of different statistical models for estimating optimum sample in plant vegetation studies (Case study: Steppe range lands in North-East of Golestan province**)**. Journal of Rangeland in Iran, 3(4): 559-570. (In Persian)
6- Baranian, E., M. Bassiri., H. Bashari & M. Tarkesh, 2011. Study of spatial pattern of Plants using point pattern analysis, spatial and quadrate indices (Rangeland of Fereidan in Isfahan province). Journal of rangeland in Iran, 5(3): 258-269. (In Persian)
7- Barbour, M.G.J., H. Burk & W.D. Pitts, 1987. Terrestrials plant Ecology. The Benjiamin/cummings publishing company. 365p.
8- Bartlett, J. E., J. W. Kotrlik & C.C. Higgins, 2001. Organizational Research: Determining Appropriate Sample Size in Survey Research. Journal of Information Technology, Learning, and Performance, 19: 23-31.
9- Bassiri, M. & M. Iravani, 2009. Vegetation change after 19 years of grazing exclosure in the central Zagros region. Journal of Rangeland in Iran, 3(2):155-170. (In Persian)
10- Bonham, Ch.D., 1998. Measurement for terrestrial vegetation. John Wiley & Sons publishers, U.S.A. 338p.
11- Brummer, J.E., 1994. Efficiency of different quadrat sizes and shapes for sampling standing crops. Journal of Range management, 47:84-89.
12- Burlison, V.H., 1949. Relative plot efficiency in sampling Palouse bunch grass range. Journal of Range management, 49: 23-35.
13- Causton, R.D., 1998. Introduction to Vegetation Analysis. London. Univ. Hyman publisher, 143p.
14- Chambers, J.O. & R.W. Brown, 1983. Methods for vegetation sampling and analysis on revegetated minedlands, Forest and Range Experiment Station, General Tech. Report INT-151, USA.167p.
15- Cook, C.W. & Y. Stubbendieck, 1988. Range research: Basic problems and and Techniques. Society for Range Management. 98p.
16- Eberhardt, L.L & J.M. Thomas, 1991. Designing environmental field studies. Journal of Ecological Monographs, 61: 53-73.
17- Elzinga, C.L., D.W. Salzer & J.W. Willoughby, 2005. Measuring and monitoring plant population, BLM Technical Reference: 1730-1, USA, 489p.
18- Evants, T.C. & W.G. O'Regan, 1963. Sampeling problems in the measurement of range vegetation. In range research methods, U.S.Dep. Journal of Agr.Misc. 940: 54-60.
19- Ghanbarian. G., M. Mesdaghi & H. Barani, 2009. An analysis on the efficiency of sampling strategies in range evaluation on southern Zagros. Journal of angeland in Iran. 3(1): 1-16. (In Persian)
20- Gonzalez, X.P., 2004. Evaluation of land distributions with joint regard to plot size and shape. Journal of Agricultural Systems, 82: 31-43.
21- Gray, A., 2003. Monitoring stand structure in mature coastal Douglas-fir forests: effect of plot size. Journal of Forest Ecology and Management, 175:1-16.
22- Holechek, J.L., R.D. Pieper & C.H. Herbel, 2004. Range management: principle and practices, Prentice-Hall, Ins. New Jercy, 607p.
23- Jalonen, J., 1998. Optimal sample and plot size for inventory of field and ground layer vegetation in a mature Myrtillus-type boreal spruce forest. Journal of Ann. Bot. Fennici, 35: 191-196.
24- Jurgen, D., 2009. Species constancy depends on plot size – a problem for vegetation classification and how it can be solved. Journal of Vegetation Science. 20: 754-766.
25- Karandions, M.G., 1976. Optimum sample size and comments on some published formula. Journal of Bull. Entomol. SOC. Amer., 22: 417-427.
26- Keeley, Jon E. & C.J. Fotheringham, 2005. Plot shape effects on plant species diversity measurements. Journal of Vegetation Science. 16: 249-256.
27- Kenkel, N. C. & J. Podani, 1991. Plot size and estimation efficiency in plant community studies. Journal of Vegetation Science, Pub. 2. P: 539-544.
28- Krebs, C.J., 1999. Ecological methodology.2nd ed. Addison Wesly Hongman, Menlopark, California, USA, 620p.

29- Kupper, L. & K.B. Huffer, 1989. How appropriate are popular sample size formulas?. Journal of The American Statistication, 43: 101-105.
30- Laurent, T., T. Bennett, S. Judd & M.A. Adms, 2000. Close- range vertical photography for measuring cover changes in perennial grasslands. Journal of Range Management Archives, 53: 634-641.
31- Mesdaghi, M., 1998. Range Management in Iran. Emam Reza University Press, 259p. (In Persian)
32- Mesdaghi, M., 2004. Management of Iranian's Rangelands.Astane-e- ghods publication. Mashhad, 295p. (In Persian)
33- Mirjalili, A., G. Dianati Tilaki & N. Baghestani, 2008. Comparison of five distance methods for estimating density on Shrub Communities in Tang-Laybid Yazd. Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 15(3): 29-38. (In Persian)
34- Moghaddam, M.R., 1998. Range and range management, Tehran University Publication, 470p. (In Persian)
35- Moghaddam, M.R., 2001. Quantitative Plant Ecology. Tehran University Press, 285p. (In Persian)
36- Moghaddam, M.R. & J. Ghorbani Pashakolaee, 2001. A Comparison of Different Plot Sizes and Shapes Efficiency To Estimate of Standing Crop In Steppe, High-steppe and Semi-steppe Regions of Iran. Iranian Journal of Natural Res., 54(2): 191-204. (In Persian)
37- Mohtashamnia., S., G. Zahedi & H. Arzani, 2008. An investigation on synecology of semi-steppe vegetation in relation to Edaphic and Physiographical factors (case study: Eghlid rangelands of Fars). Journal of Agric. Sci. Natur. Resour., 14(6): 111-123. (In Persian)
38- Moravati Sharifabad,M., H. Arzani, N. Baghestani & S.A. Javadi, 2009. The precision of photoghraphy method for estimatin of canopy cover in shrublands of Yazd province. Journal of Rangeland, 3(3): 333-344. (In Persian)
39- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg, 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons publisher, USA, 547p.
40- Papanastasis, V.P., 1977. Optimum size and shape of quadrat for sampling herbage weight in grasslands of Northern Greece. Journal of Range Management, 30: 446-448.
41- Prasifka. J. R., 2005. Assessing the Effects of Pest Management on Nontarget Arthropods:The Influence of Plot Size and Isolation. Journal of Environ. Entomol., 34: 1181-1192 .
42- Ralphs, M. H., M.M. Kothmann & C.A. Taylor, 1990. Vegetation response to increased stocking rates in short- duration grazing, Journal of Range Manage., 43: 104-108.
43- Ravindranath, N.H. & M. Ostwald, 2007. Carbon Inventory Methods Handbook for Greenhouse Gas Inventory, Carbon Mitigation and Roundwood Production Projects. Journal of Springer Netherlands published. 29: 127- 130.
44- Sorrells, L. & S. Glenn, 1991. Review of Sampling Techniques used in Studies of Grassland Plant Communities. Journal of Proc. Okla. Acad. Sci., 71:43-45.
45- Vali, A. & M. Basiri, 2000. Selection of suitable method of measuring in shrub lands. Journal of Agriculture Sciences and Technologies, 4: 17-29. (In Persian)
46- Vandyne, G.M., 1963. Influence of sample plot size and shape on range herbage production estimates. Journal of Ecology, 44: 746-759.
47- Wiegert, R.G., 1962. The selection of an optimum quadrat size for sampling the standing crop of grasses and forbs. J. Ecology, Pub., 43: 125-129.