

مقایسه کارآیی سه پلات چندمقیاسی برای ارزیابی تنوع گونه‌ای (مطالعه موردی: مرتع کرسنگ شهرکرد)

الهام امیدزاه اردلی^۱، محمدعلی زارع چاهوکی^۱، حسین ارزانی^۱، عطااله ابراهیمی^۲ و پژمان طهماسبی^۲

^۱ کرج، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی

^۲ شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، گروه مرتع و آبخیزداری

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۲۴

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۳

چکیده

سرعت، دقت، صحت و سهولت کاربرد، انتخاب روشها و ابزارهای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای را تحت تاثیر قرار می‌دهد. برای ارزیابی این معیارها، سه پلات ویتاکر تعدیل شده، ویتاکر تعدیل شده فشرده و پلات C مورد مطالعه قرار گرفتند. پلات‌ها با توجه به شدت چرا و جهت دامنه (سبک-شرقی، سبک-غربی، متوسط-شرقی و متوسط-غربی) در چهار تیمار و در سه تکرار بصورت تصادفی-سیستماتیک در مرتع کرسنگ شهرکرد استقرار یافتند. داده‌های درصد پوشش در پلاتهای یک متر مربعی برای محاسبه دقت و صحت ثبت شدند. زمان استقرار، نمونه برداری و کل زمان برای هر پلات اندازه‌گیری و محاسبه شد. مقایسه پلاتها از نظر صحت، دقت و زمان با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه صورت گرفت. نتایج نشان داد که پلات ویتاکر تعدیل شده از نظر دقت و صحت مناسب‌تر است اما در تکرار مساوی؛ استقرار و اندازه‌گیری پلاتهای ویتاکر تعدیل شده فشرده و پلات C زمان بسیار کمتری نیاز داشت. همچنین نتایج نشان داد کاربرد پلات ویتاکر فشرده و پلات C به ترتیب با ۸ و ۹ تکرار زمان کمتری نسبت به کاربرد ۳ پلات ویتاکر تعدیل شده نیاز دارند. از طرف دیگر پلات‌های ۱۰۰ مترمربعی به دلیل سطح کوچکتر به راحتی در ناهمگنی‌ها استقرار می‌یابند و اهداف شناسایی گونه‌های نادر، کنترل و ثبت گونه‌های مهاجم و حفظ تنوع زیستی تحقق می‌یابد. بطور کلی اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای با استفاده از پلات‌های ۱۰۰ مترمربعی با تکرار بیشتر پیشنهاد می‌شود ضمن اینکه پلات C به دلیل سرعت و سهولت کاربرد نسبت به پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده ارجحیت دارد.

واژه‌های کلیدی: پلات ویتاکر تعدیل شده، پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده، پلات C، تنوع گونه‌ای، مرتع کرسنگ

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۶۳۲۲۴۹۳۱۳، پست الکترونیکی: mazare@ut.ac.ir

مقدمه

سرعت در عین کارآیی و دقت را می‌تواند محقق می‌سازد (۱۶).

برای اندازه‌گیری و ارزیابی تنوع گونه‌ای از روش‌های ساده با ترانسکت و با پلات تک مقیاسی و روش‌های آشیانه‌ای با پلات چندمقیاسی استفاده شده است (۵). پس از معرفی پلات ویتاکر برای اندازه‌گیری تنوع گیاهی؛ تاکنون پلات‌های چندمقیاسی متنوعی از آن نسخه‌برداری و بکاربرده شده است که مشخصه اصلی هر کدام یک پلات بزرگ با

برخی از روش‌های نمونه‌برداری تنوع و غنای گونه‌ای پیچیده، زمان بر و پرهزینه می‌باشند و در مطالعات تنوع گونه‌ای تعدادی از این روش‌های زمان بر گزارش شده است (۱). با توجه به اهمیت ارزیابی سریع تنوع گونه‌ای ضروری است نمونه برداری با استفاده از روش‌های مناسب، دقیق و کارآمد صورت گیرد. بطوریکه استفاده از روش‌های مناسب، اهداف مدیریت از جمله سادگی و

چند زیرپلات می‌باشد. در برخی موارد علاوه بر افزایش مقیاس‌ها و تعداد زیرپلات، موقعیت زیرپلات‌ها نیز تغییر یافته است که صحت، دقت و سرعت نمونه برداری را تحت تأثیر قرار داده است (۱۷ و ۲۰).

برخی از پلات‌های چندمقیاسی به کار برده شده بدلیل زیر پلات‌های زیادتر و مقیاس‌های متنوع، با وجود دقت بیشتر؛ وقت‌گیر و هزینه‌بر می‌باشند (۱۷، ۲۰ و ۲۳). ضمن این که برخی از این پلات‌ها به دلیل ساختار پلات آشیانه‌ای طراحی شده و قرارگرفتن زیر پلات‌ها در یکدیگر تحت تأثیر خود همبستگی فاصله‌ای قرار می‌گیرند که از اشکالات عمده این پلات‌ها می‌باشد. بنابراین با توجه به عوامل محدودکننده انتخاب پلات همچون زمان، هزینه، دقت و صحت نمونه‌برداری، باید در خصوص اندازه و تعداد پلات و توزیع پلات‌ها تصمیم‌گیری صحیح صورت گیرد (۱۵). پلات‌های چندمقیاسی‌ای؛ بهینه، مطلوب و مدنظر مدیریت می‌باشند که در زمان کوتاه با سرعت، دقت و کارایی بیشتر تنوع گونه‌ای را برآورد و اندازه‌گیری نمایند.

از مهمترین ابزار و روش‌های ارزیابی و اندازه‌گیری تنوع گیاهی پلات ویتاکر (Whittaker plot) بوده است که در تحقیقات و مطالعات پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گرفته است. این پلات علی‌رغم مزیت‌هایی (سرعت بیشتر، کمی کردن استاندارد غنای گونه‌ای در جوامع مختلف گیاهی، اثر اندازه کوادرات هنگام تعیین روابط سطح-گونه) به دلیل اشکالات فراوان (قرار گرفتن بیشتر زیر کوادرات‌ها در مرکز کوادرات، نزدیکی زیر کوادرات‌های یک متر مربعی به یکدیگر و هم‌پوشانی زیر کوادرات‌ها در نتیجه همبستگی بالا بین داده‌ها و انحراف نتایج) اصلاح و پلات ویتاکر تعدیل شده (Modified Whittaker plot) معرفی شد (۲۴). علی‌رغم معرفی پلات ویتاکر تعدیل شده، همچنان نام پلات ویتاکر بر زبان‌ها جاری است و تحقیقات معدودی برای اندازه‌گیری و ارزیابی تنوع گونه‌ای

از نسخه تعدیل شده استفاده کرده اند (۲، ۱۴، ۹، ۱۰ و ۱۹). پلات ویتاکر تعدیل شده نیز دارای مزایا (دقت و کارایی بیشتر، در برگرفتن گونه‌های منحصر به فرد بیشتر، دقت منحنی سطح-گونه بالا، در برگرفتن غنای گونه‌ای بیشتر، تخمین بهتر پوشش گیاهی و آنالیز الگوهای تنوع، ارزیابی پایداری و رفتار جوامع گیاهی، گونه‌های نادر و مهاجم) و معایبی (گران، پرهزینه و زمان بر بودن، محدودیت تعداد پلات) است. این پلات هرچند ممکن است برای تعیین تنوع گونه‌ای مناسب باشد اما زمان نمونه‌برداری و بدنبال آن هزینه؛ تکرار پلات (تعداد پلات) را محدود می‌کند.

در نتیجه تعداد محدود پلات در منطقه خوب توزیع نخواهد شد و گونه‌هایی که به صورت تجمعی و متراکم حضور می‌یابند و گونه‌های نادر را ممکن است چشم پوشی کند (۱۵ و ۱۶). استولگرن و همکاران (۲۵) با هدف رفع اشکالات نسخه قبلی (۲۴) محل قرار گرفتن زیرپلات‌های یک مترمربعی در ویتاکر تعدیل شده را تغییر دادند اما سطح آن همچنان ۱۰۰۰ متر مربع باقی ماند.

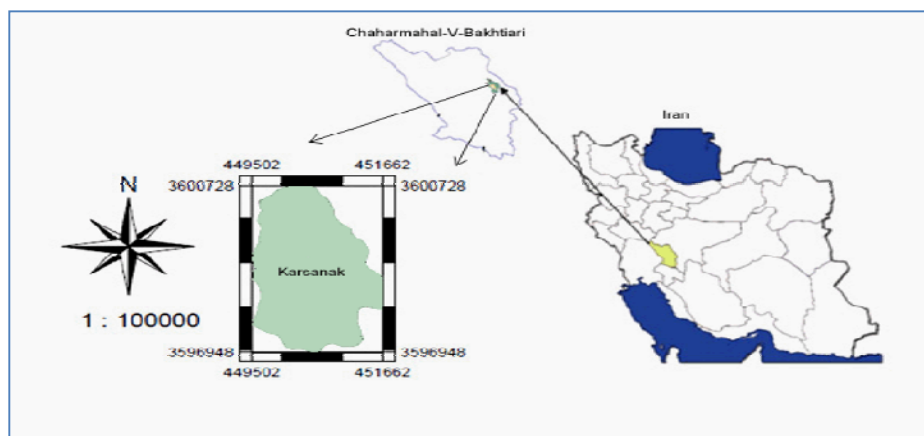
در مطالعه بارنت و استولگرن (۱۶) پلات گسترده (Extensive plot) ۱۰۰ متر مربعی (۲۰m × ۵m) به کار رفته است که دارای معایبی همچون زمان بر و پرهزینه بودن و برآورد ناقص غنای گونه‌ای می‌باشد. طرح پلات چندمقیاسی کوچک‌تر (شکل ۳) یا پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده (Intensive modified Whittaker plot)، نسخه فشرده و کوچکتر می‌باشد که در جهت رفع اشکال پلات ویتاکر تعدیل شده توسط بارنت و استولگرن (۱۶) پیشنهاد و به کار برده شده است. این پلات نیز دارای مزیت‌هایی همچون برآورد بهتر گرادیان‌های محیطی، مؤثر بودن در کالیبره کردن دیگر تکنیک‌های نمونه‌برداری، تعیین ساده غنای گونه‌ای، فراهم کردن اندازه‌گیری عوامل، گرادیان پیچیده محیطی و مکان‌یابی ایستگاه‌های نادر می‌باشد (۱۶).

برای تعیین پلات مناسب معیارهای دقت، صحت و سرعت را ضروری دانسته‌اند. بر این اساس ضروری است مطالعاتی مقایسه‌ای در خصوص این پلات‌ها صورت گیرد و کارایی آنها مورد بررسی قرار گیرد. در این مطالعه دو پلات ذکر شده و نسخه جدید پلات ویتاکر تعدیل‌شده (۲۵) از نظر دقت، صحت، و زمان (سرعت) مورد مقایسه قرار می‌گیرند.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه: مرتع کرسنک بخشی از حوزه آبخیز بارده و ورعبدالله و جزء مناطق نیمه استپی است که در شهرستان شهرکرد (استان چهارمحال و بختیاری) قرار دارد. وسعت منطقه مورد مطالعه ۶۰۰ هکتار می‌باشد که در محدود جغرافیایی $29^{\circ} 30' 32''$ تا $32^{\circ} 30' 33''$ عرض شمالی و $44^{\circ} 27' 44''$ تا $50^{\circ} 29' 09''$ طول شرقی در فاصله ۶۷ کیلومتری شمال غربی شهرکرد واقع شده است. بارندگی سالانه ۴۲۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۲ درجه سانتیگراد است. حداکثر ارتفاع آن از سطح دریا ۳۱۰۰ متر و حداقل ارتفاع آن ۲۲۵۰ متر بوده و متوسط شیب منطقه حدود ۲۰-۳۰ درصد می‌باشد.

اخیراً نسخه جدید پلات ۱۰۰ مترمربعی با نام پلات C بوسیله مؤسسه ملی علوم گونه‌های غیربومی (NISS) (The National Institute of Invasive Species) معرفی شده است. پلات C به شکل مربع $10.0m \times 10.0m$ می‌باشد که چهار زیرپلات یک مترمربعی در گوشه‌های داخلی و یک زیرپلات ۱۰ مترمربعی ($3.16m \times 3.16m$) در مرکز آن قرار دارد (شکل ۴). با توجه به اینکه علاوه بر دقت؛ سرعت و سهولت کاربرد نیز از اهمیت زیادی برخوردار است (۱۸) پلات C هرچند شاید در تکرار مساوی، دقت پلات ویتاکر تعدیل شده را نداشته باشد ولی مزیت آن سطح کوچکتر و استقرار آسان می‌باشد که در تکرارهای بیشتر دقت، صحت و سرعت آن نسبت به پلات ویتاکر تعدیل شده بیشتر خواهد بود. با توجه به خصوصیات بارز این پلاتها؛ در ایران اولین بار پلات C (۳) و همچنین پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده (۴) معرفی و در عرصه به کار گرفته شدند. امیدزاده و همکاران (۵) استفاده از تعداد زیادتر پلات C را پیشنهاد دادند؛ با این جود تعداد مناسب پلات را مشخص نکردند. علاوه بر این، امیدزاده و همکاران (۶) تصریح کردند که از طریق اندازه‌گیری و مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای نمی‌توان پلات مناسب را تعیین نمود و



شکل ۱- نقشه و محدوده مرتع کرسنک در استان چهارمحال و بختیاری

و با هدف نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری تنوع گیاهی در موقعیت‌های همگن (در نظر گرفتن شدت چرا و جهت

روش نمونه‌برداری: ابتدا در چند نوبت از منطقه بازدید صحرائی به عمل آمد و با توجه به توپوگرافی متنوع منطقه

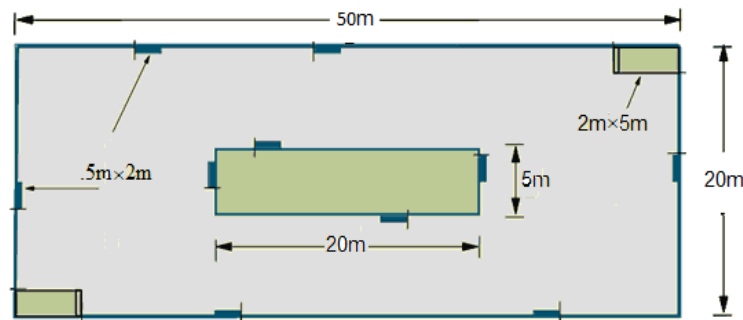
بطور کلی نزدیک بودن اندازه‌گیری‌های مکرر از یک کمیت مشابه را دقت گویند (۲۲). بطور کلی برآورد دقیقی از نمونه در صورت تکرار اندازه‌گیری دقت عمل می‌باشد؛ یعنی در صورت تکرار اندازه‌گیری نتایج مشابه باشند ولی با این وجود ممکن است از صحت برخوردار نباشند. دقت عمل صفتی است که حد پراکندگی مشاهدات را حول میانگین آنها توصیف می‌کند. همچنین دقت بر اساس ضریب تغییرات (CV) بدست می‌آید:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

که در آن CV: ضریب تغییرات، \bar{x} : میانگین نمونه‌ها و σ : انحراف معیار از میانگین می‌باشد.

علاوه بر این، نزدیک بودن مقدار اندازه‌گیری شده به مقدار واقعی آن را صحت گویند (۲۲)، بطور کلی صحت برآورد درستی از مقدار جمعیت را نشان می‌دهد. برای برآورد پارامترهای جامعه، نمونه‌بردار امیدوار است که با هزینه‌ای مناسب، برآورد صحیحی از پارامتر مورد نظر به دست آورد که مقدار آن به مقدار واقعی نزدیک باشد (۱۳).

که در آن SE: مقدار خطای استاندارد، S: مقدار انحراف معیار و n: تعداد نمونه می‌باشد.



شکل ۲- پلات ویتاگر تعدیل شده (۲۵)

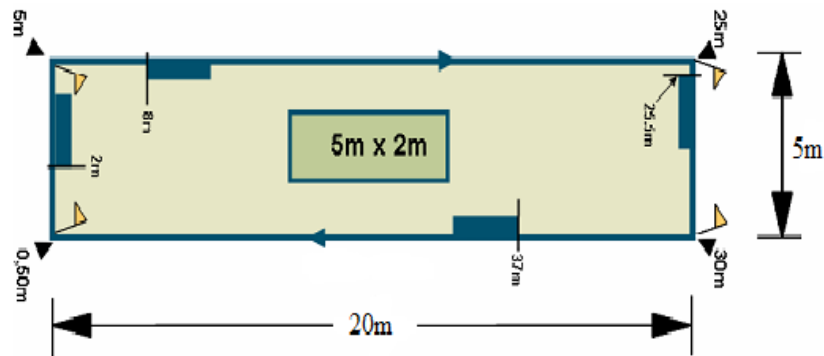
در صورت استفاده از تجزیه واریانس داده‌ها باید نرمال باشند برای ارزیابی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولوموگراف-اسمیرنوف استفاده شد (۱۲) و در صورت

دامنه؛ برای تعیین ۴ تیمار مورد مطالعه (دو موقعیت دامنه غربی و شرقی با شدت چرای دام سبک و متوسط (با توجه به مشاهدات صحرائی، تغییرات پوشش، دانش‌بومی مردم و استفاده از تجربه چندساله کارشناس مرکز تحقیقات استان) انتخاب شد (۵). در نهایت چهار موقعیت متفاوت شامل؛ شدت چرای متوسط-دامنه غربی، شدت چرای متوسط-دامنه شرقی، شدت چرای سبک-دامنه غربی و شدت چرای سبک-دامنه شرقی به عنوان تیمار انتخاب شدند. در هر موقعیت پلات‌های ویتاگر تعدیل شده (شکل ۲)، پلات ویتاگر تعدیل شده فشرده (شکل ۳) و پلات C (شکل ۴) (در سه تکرار در مجموع ۳۶ پلات) بصورت تصادفی-سیستماتیک استقرار یافتند. پس از استقرار پلات‌ها حضور گونه‌های یکساله و چندساله، تعداد گونه و تعداد افراد هر گونه برای گیاهان چندساله و درصد پوشش گیاهان یکساله و چندساله، در هر پلات یک مترمربعی تخمین زده و یادداشت شد. زمان اندازه‌گیری مشخصه‌های پوشش گیاهی برای هر پلات (زمان برآورد) و کل زمان (طناب و پیکه) برای کار مطالعاتی یادداشت شد. دقت، صحت و زمان استقرار پلات‌ها با توجه به داده‌های به دست آمده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (در زیر روش محاسبه دقت و صحت ارائه شده است).

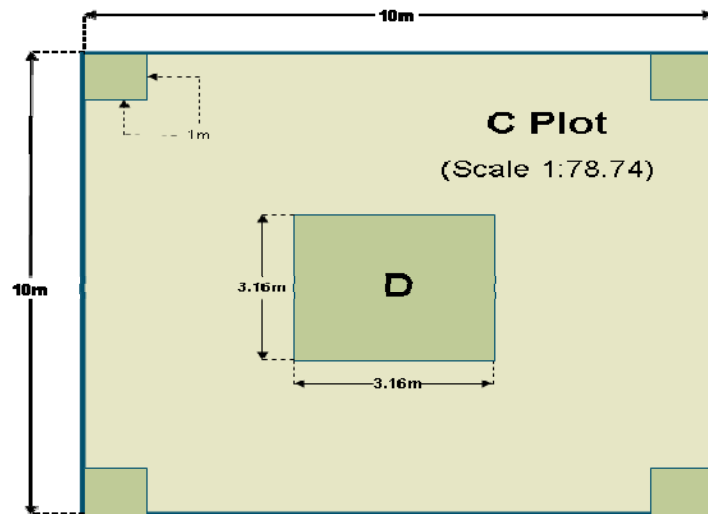
تجزیه و تحلیل داده‌ها: پس از جمع‌آوری داده‌ها، برای مقایسه میانگین تعداد گونه، زمان نمونه‌برداری و سایر داده‌های جمع‌آوری شده از تجزیه واریانس استفاده شد.

تبدیل و نرمال شدند. از آزمون کولموگروف اسمیرنوف نیز برای داده‌های غیر نرمال استفاده شد.

عدم تبعیت بعضی از داده‌ها از توزیع نرمال با استفاده از روش‌های مختلف مانند ریشه دوم یا جذر مربع آرکسینوس



شکل ۳- پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده (۱۶)



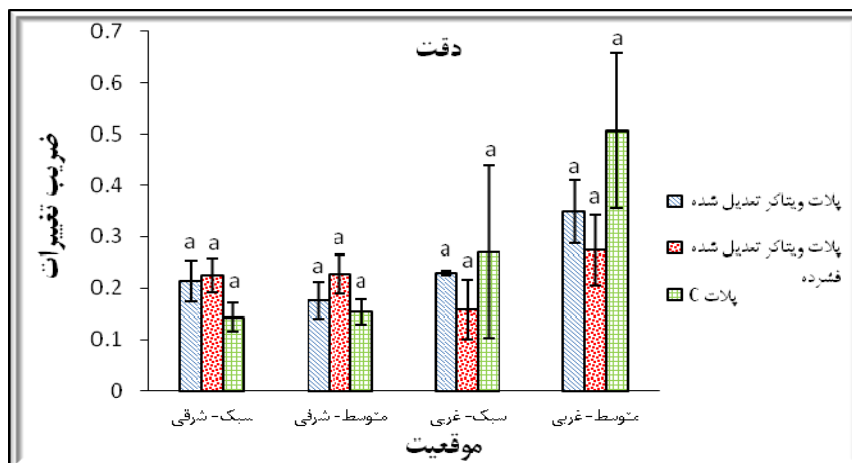
شکل ۴- پلات C (۲۶)

پلات‌های چندمقیاسی در موقعیت‌های مختلف: بر اساس نتایج به دست آمده دقت در پلات ویتاکر تعدیل شده، ویتاکر تعدیل شده فشرده و پلات C در چهار موقعیت (تیمار) سبک-شرقی، متوسط-شرقی، سبک-غربی و متوسط-غربی اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. بطور کلی مقایسه سه پلات در موقعیت‌های مختلف نشان می‌دهد که روند خاص کاهش و یا افزایش را دنبال نمی‌کنند. (شکل ۵).

به دلیل تفاوت موقعیت‌ها برای مقایسه متغیرهای اندازه-گیری و محاسبه شده در هر موقعیت (چهار دامنه متفاوت) به طور جداگانه از تجزیه واریانس یک طرفه و برای مقایسه سه پلات در هر موقعیت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. از رابطه $SE = \frac{s}{\sqrt{n}}$ برای محاسبه صحت و از فرمول ضریب تغییرات ($CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$) برای محاسبه دقت استفاده شد.

نتایج

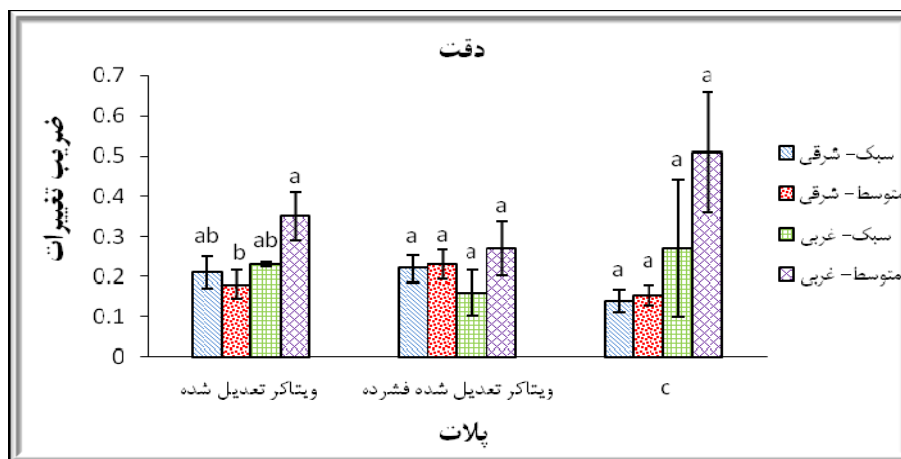
مقایسه دقت، صحت و زمان (سرعت) با استفاده از



شکل ۵- نمودار مقایسه دقت پلات‌های چند مقیاسی در موقعیت‌های مختلف

فشرده در تیمار سبک-غربی بیشترین دقت و در تیمار متوسط-غربی کمترین دقت را دارد. پلات C بیشترین دقت را در موقعیت (تیمار) سبک-شرقی و کمترین دقت را در موقعیت متوسط-غربی دارد. بطور کلی مقایسه هر پلات در موقعیت‌های مختلف نشان می‌دهد که روند خاصی را دنبال نمی‌کنند (شکل ۶).

پلات ویتاگر تعدیل شده در چهار موقعیت (تیمار) از نظر دقت اختلاف معنی‌دار دارند ولی در پلات ویتاگر تعدیل شده فشرده و C بین چهار موقعیت از نظر دقت اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. پلات ویتاگر تعدیل شده در موقعیت متوسط-شرقی با کمترین ضریب تغییرات (۰/۱۸) بیشترین دقت و با بیشترین ضریب تغییرات (۰/۳۵) کمترین دقت را در موقعیت متوسط-غربی دارد. پلات ویتاگر تعدیل شده

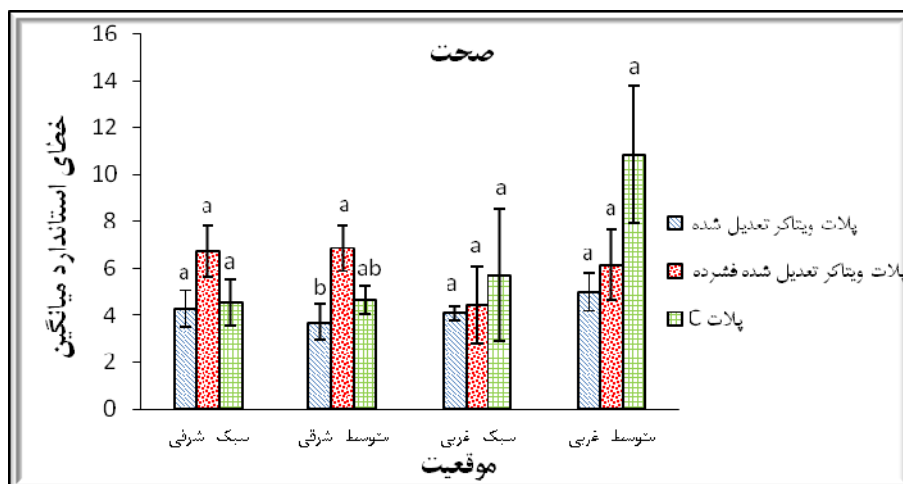


شکل ۶- نمودار مقایسه دقت در موقعیت‌های مختلف در هر پلات

۶/۷ کمترین صحت را دارد. در موقعیت متوسط شرقی نیز پلات ویتاگر تعدیل شده با خطای استاندارد میانگین ۳/۷ بیشترین و پلات ویتاگر تعدیل شده فشرده با خطای استاندارد میانگین ۶/۹ کمترین صحت را دارد. در موقعیت سبک غربی پلات ویتاگر تعدیل شده با خطای استاندارد میانگین ۴/۱ بیشترین و پلات C با خطای استاندارد

هر سه پلات در موقعیت (تیمار) سبک-شرقی، سبک-غربی و متوسط-غربی از نظر صحت اختلاف معنی‌دار ندارند ولی در موقعیت متوسط-شرقی اختلاف معنی‌دار دارند. در موقعیت (تیمار) سبک-شرقی پلات ویتاگر تعدیل شده با خطای استاندارد میانگین ۴/۳ بیشترین و پلات ویتاگر تعدیل شده فشرده با خطای استاندارد میانگین

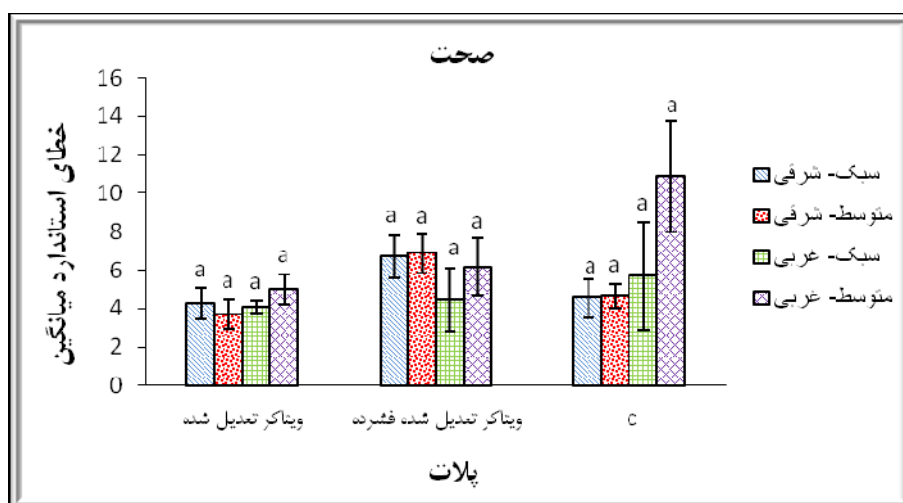
میانگین ۵/ کمترین صحت را دارد. در موقعیت متوسط غربی پلات ویتاکر تعدیل شده با خطای استاندارد میانگین ۱۰/۸۷ بیشترین و پلات C با خطای استاندارد میانگین ۴/۴۴ بیشترین صحت را دارد. بطور کلی پلات ویتاکر تعدیل شده بیشترین صحت را دارد (شکل ۷).



شکل ۷- نمودار مقایسه صحت پلات‌های چند مقیاسی در موقعیت‌های مختلف

صحت و در موقعیت متوسط-شرقی با خطای استاندارد میانگین ۶/۸۷ کمترین صحت را دارد. پلات C در موقعیت سبک-شرقی با خطای استاندارد میانگین ۴/۵۳ بیشترین صحت و کمترین صحت را در موقعیت متوسط-غربی با خطای استاندارد میانگین ۱۰/۸۷ دارد. بطور کلی مقایسه هر پلات در موقعیت‌های مختلف نشان می‌دهد که روند خاصی را دنبال نمی‌کنند (شکل ۸).

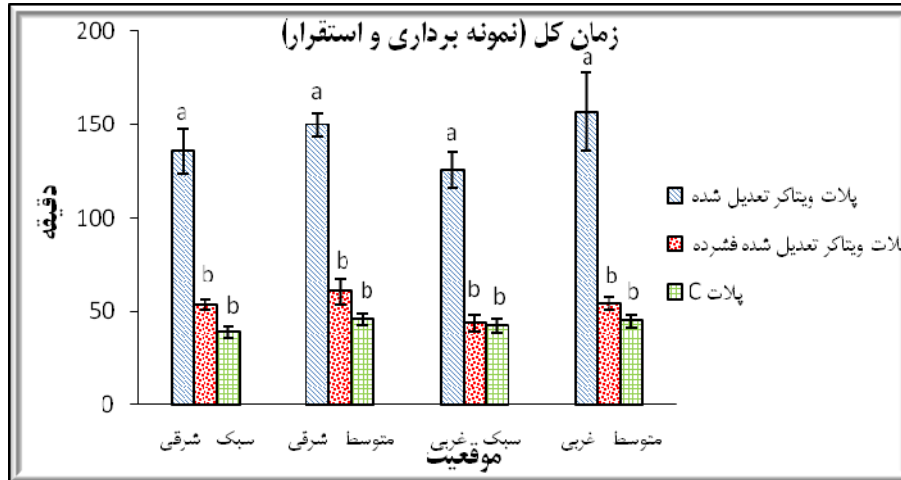
هر سه پلات در چهار موقعیت (تیمار) از نظر صحت اختلاف معنی‌دار ندارند. پلات ویتاکر تعدیل شده در موقعیت (تیمار) متوسط- شرقی با کمترین خطای استاندارد میانگین ۳/۷ بیشترین صحت و با خطای استاندارد میانگین ۵ کمترین صحت را در موقعیت متوسط غربی دارد. پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده در موقعیت سبک-غربی با خطای استاندارد میانگین ۴/۴۴ بیشترین



شکل ۸- نمودار مقایسه صحت در موقعیت‌های مختلف در هر پلات

دنبال می‌کنند. بطوری که در همه موقعیت‌ها پلات ویتاکر تعدیل شده بیشترین زمان و پلات C کمترین زمان را دارند (شکل ۹).

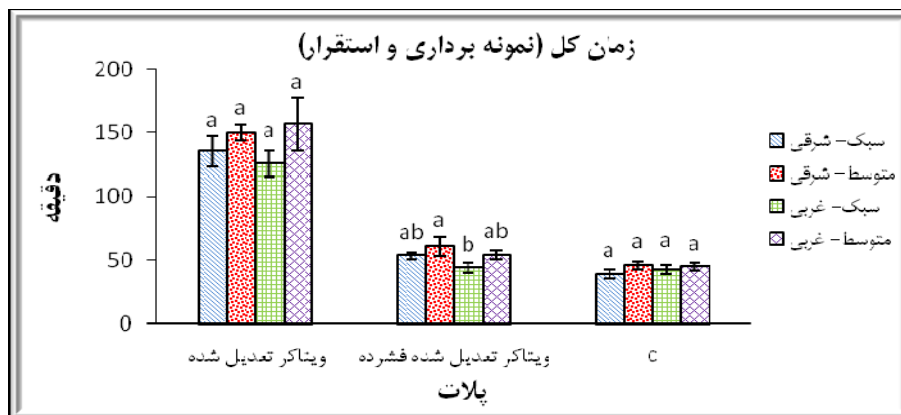
هر سه پلات در چهار موقعیت از نظر زمان کل (بر حسب دقیقه) اختلاف معنی‌دار دارند. بطور کلی مقایسه هر پلات در موقعیت‌های مختلف نشان می‌دهد که روند خاصی را



شکل ۹- نمودار مقایسه زمان کل پلات‌های چند مقیاسی در موقعیت‌های مختلف

زمان (۶۰/۴۴ دقیقه) و در موقعیت سبک-غربی کمترین زمان (۴۳/۸۲ دقیقه) را دارد. پلات C در تیمار متوسط-شرقی بیشترین زمان (۴۵/۸۷ دقیقه) و در موقعیت سبک-شرقی کمترین زمان (۳۸/۸۹ دقیقه) را به خود اختصاص می‌دهد. بطور کلی مقایسه هر پلات در موقعیت‌های مختلف نشان می‌دهد که روند خاصی را دنبال نمی‌کنند (شکل ۱۰).

پلات ویتاکر تعدیل شده و C (هر کدام جداگانه) در چهار موقعیت (تیمار) از نظر زمان کل اختلاف معنی‌دار ندارند. با این وجود، پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده در چهار موقعیت از نظر زمان کل اختلاف معنی‌دار دارند. پلات ویتاکر تعدیل شده در موقعیت متوسط-غربی بیشترین زمان (۱۵۶/۵۷ دقیقه) و در موقعیت سبک-غربی کمترین زمان (۱۲۵/۵۴ دقیقه) را به خود اختصاص می‌دهد. پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده در موقعیت متوسط-شرقی بیشترین



شکل ۱۰- نمودار مقایسه زمان کل در موقعیت‌های مختلف در هر پلات

استقرار و نمونه‌برداری سه پلات تعدیل شده، ۸ پلات تعدیل شده فشرده و ۹ پلات C می‌باشد. بطور کلی نمونه-برداری با پلات ۱۰۰ مترمربعی با سه پلات نیز قابل انجام است ولی با کاربرد ۸ پلات تعدیل شده فشرده و ۹ پلات C هنوز همچنان در مقایسه با کاربرد ۳ پلات تعدیل شده کمتر است. بر این اساس در این مقاله پیشنهاد شده است به جای ۳ پلات تعدیل شده پلات‌های با اندازه کوچکتر به کار رود ضمن اینکه در زمان صرفه جویی می‌شود و تعداد حداقل زیر پلات نیز افزایش می‌یابد که این زیر پلات‌ها در افزایش دقت و صحت نقش عمده ای دارند.

جدول ۱ زمان استقرار، زمان نمونه برداری، زمان کل (زمان استقرار و نمونه برداری) بر حسب دقیقه در پلات‌های نمونه برداری با حداقل ۳ تکرار در یک موقعیت و در مجموع ۱۲ تکرار در چهار موقعیت و همچنین حداقل تعداد پلات لازم برای نمونه برداری بر حسب زمان را نشان می‌دهد. در جدول زیر حداقل زمان سه پلات حداقل زمان صرف شده برای استقرار و نمونه برداری در این مطالعه می‌باشد؛ تعداد پلات لازم برای نمونه‌برداری تعداد پلاتی که زمان آن کمتر یا مساوی زمان سه پلات ویتاکر تعدیل شده می‌باشد و زمان مورد نیاز برای حداقل تعداد پلات لازم برای نمونه‌برداری؛ زمان لازم برای

جدول ۱- زمان استقرار، زمان نمونه برداری، زمان کل و تعداد پلات لازم برای حداقل نمونه برداری

موقعیت	پلات	ویتاکر تعدیل شده			ویتاکر تعدیل شده فشرده			C	
		کل	نمونه-برداری	استقرار	کل	نمونه-برداری	استقرار	کل	نمونه-برداری
سبک- شرقی	۱	۱۱۵/۳۳	۸۹/۱۷	۲۶/۱۶	۴۹/۱۹	۳۱/۴۲	۱۸/۱۷	۳۸/۱۷	۲۴/۵۷
	۲	۱۵۶/۳	۱۱۳/۳۶	۴۳/۳۴	۵۸/۵۲	۳۴/۰۴	۲۵/۱۸	۴۵/۱	۳۰
	۳	۱۳۵/۲۳	۹۴/۱۴	۴۱/۴۹	۵۲/۰۹	۲۹/۰۸	۲۳/۴۱	۳۴/۰۸	۲۰/۳۸
متوسط- شرقی	۴	۱۶۲/۳۸	۹۸/۰۱	۶۴/۳۷	۷۳/۱۴	۳۲/۲	۴۱/۳۴	۴۰/۰۹	۲۳/۲۶
	۵	۱۴۷/۰۳	۹۲/۲	۵۴/۴۳	۶۰/۳۹	۲۶/۰۹	۳۴/۳	۵۱/۰۵	۳۱/۲۵
	۶	۱۴۱/۱	۹۴/۵۱	۴۶/۱۹	۴۸/۱۹	۲۷/۰۷	۲۱/۱۲	۴۶/۴۵	۲۹/۲۷
سبک- غربی	۷	۱۲۱/۳۶	۷۷/۵۸	۴۳/۳۸	۴۲/۱۵	۲۲/۲۵	۲۰/۳	۴۷/۳۴	۲۴/۱۳
	۸	۱۴۵/۰۵	۸۹/۲۹	۵۵/۳۶	۵۲	۳۰/۱	۲۲/۳	۴۵/۰۱	۲۶/۴
	۹	۱۱۱/۰۱	۸۱/۳۶	۳۰/۰۵	۳۷/۳	۲۵/۲۶	۱۲/۴۴	۳۵/۳۳	۲۵/۲۳
متوسط- غربی	۱۰	۱۸۶/۲۱	۱۰۸/۳۳	۷۸/۲۸	۵۸/۵۳	۳۶	۲۲/۵۳	۴۶/۱۱	۲۸/۱۶
	۱۱	۱۶۷/۰۱	۱۰۴/۴۳	۶۲/۵۸	۵۶/۰۷	۳۱/۱۶	۲۵/۳۱	۵۰/۱۳	۲۳/۴۴
	۱۲	۱۱۶/۴۶	۷۰/۳۶	۴۶/۵	۴۷/۲۴	۳۰/۳۱	۱۷/۳۳	۳۸/۴۹	۲۶/۳۸
میانگین	۹۳/۱۳	۴۹/۳۴	۴۹/۳۴	۵۳/۳	۲۹/۵۸	۲۴/۰۴	۴۳/۱۱	۲۶/۰۵	
اشتباه معیار	۴/۲۳	۴/۰۱	۴/۲۳	۳/۱۱	۱/۱۲	۲/۲۱	۲/۰۴	۱/۳	
مجموع زمان کل		۱۷۰۲/۴۷			۶۳۵/۲۱				
متوسط زمان سه پلات		۱۴۲/۲۷			۵۳/۳۳				
حداقل زمان سه پلات		۴۲۷/۲۱			۱۶۰/۳۹				
تعداد پلات لازم برای نمونه-برداری		۳			۸			۹	
زمان لازم برای حداقل تعداد پلات		۴۲۷/۲۱			۴۲۷/۰۴			۳۸۸/۳۹	

بحث و نتیجه‌گیری

تفاوت دامنه ضریب تغییرات در پلات ویتاکر تعدیل شده (۰/۱۸-۰/۳۵)، ویتاکر تعدیل شده فشرده (۰/۱۶-۰/۲۷) و پلات C (۰/۱۴-۰/۵۱) در چهار موقعیت (تیمار) نشان دهنده دقت بیشتر پلات ویتاکر تعدیل شده می‌باشد. مقایسه دقت بدون در نظر گرفتن موقعیت نشان داد هر سه پلات از نظر دقت اختلاف معنی‌داری ندارند و داده‌ها از نظر عددی تقریباً نزدیک هستند.

در ارزیابی صحت، دامنه خطای استاندارد در سه پلات نشان داد که پلات ویتاکر تعدیل شده با خطای استاندارد کمتر بیشترین صحت را دارد. به نظر می‌رسد افزایش زیر پلات‌های یک مترمربعی در پلات تعدیل شده تأثیر عمده‌ای در افزایش صحت اندازه‌گیری داشته‌اند که با اظهارات میلر و آمبروس (۲۲) که افزایش شدت نمونه برداری را در بهبود صحت تخمین پوشش موثر می‌دانند همخوانی دارد.

هر سه پلات در موقعیتهای مختلف از نظر زمان کل اختلاف معنی‌دار دارند. زمان کل در هر موقعیت در پلات ویتاکر تعدیل شده بیشتر و پلات C کمتر است. نتایج این مطالعه با یافته‌های آرخی و همکاران (۲) که نشان دادند در مجموع مدت زمان اندازه‌گیری در قاب ویتاکر تعدیل شده بیشتر از قاب اصلی می‌باشد همخوانی دارد. اما با توجه به نتایج بدست آمده در مطالعه ذکر شده تنها در زیرکوادرات یک مترمربعی تفاوت معنی‌دار از نظر زمان اندازه‌گیری مشاهده شد که علت آن می‌تواند پراکنش زیرکوادرتهای یک مترمربعی در سطح کوادرتهای ۱۰۰۰ مترمربعی و تغییر شکل آن از مربع به مستطیل باشد. لئیس و همکاران (۲۱) در مقایسه با سایر روش‌ها نشان دادند که پلات ویتاکر تعدیل شده غنای گونه‌ای زیادی دارد اما زمان کمتر و کارایی بیشتری دارد.

در خصوص زمان کل پلات‌ها در موقعیتهای مختلف می‌توان نتیجه گرفت که برای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای با

پلات ویتاکر تعدیل شده زمان بیشتری صرف می‌شود. زمان کل در سه پلات در موقعیتهای مختلف نشان داد برای پلات ویتاکر تعدیل شده بیشترین و پلات C کمترین زمان ثبت شده است. اندازه پلات ویتاکر تعدیل شده در افزایش زمان اندازه‌گیری موثر بوده است. همچنین شکل پلات و توزیع زیر پلات‌ها در سرعت اندازه‌گیری پلات C نسبت به پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده اثر داشته است. تأثیر اندازه و شکل پلات، تعداد زیر پلات یک متر مربعی و توزیع زیر پلات‌های یک متر مربعی در پلات بزرگتر در افزایش سرعت اندازه‌گیری تأکید شده است (۲)، (۹، ۱۹).

با در نظر گرفتن حداکثر زمان، زمان لازم برای ۳ پلات ویتاکر تعدیل شده تقریباً کمی بیشتر از ۸ پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده و ۹ پلات C می‌باشد، به عبارت دیگر زمان ۸ پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده و ۹ پلات C کمتر از ۳ پلات ویتاکر تعدیل شده می‌باشد، هرچند دقت و صحت پلات تعدیل شده بیشتر است. بنابراین با افزایش تکرار پلات‌های کوچکتر ۱۰۰ مترمربعی نسبت به ۳ پلات ۱۰۰۰ متر مربعی می‌توان نمونه‌برداری را با دقت و صحت زیادتر نیز انجام داد ضمن این که زمان نمونه برداری نیز کاهش می‌یابد، با تکرار بیشتر، توزیع پلات‌ها در منطقه بهتر خواهد بود و گونه‌های نادر و در خطر در ناهمگنی‌ها بهتر شناسایی می‌شوند.

بطور کلی از مزایای پلات‌های کوچکتر می‌توان استقرار سریع و سهولت کاربرد را ذکر کرد ضمن اینکه در صورت افزایش تکرار پلات می‌توان صحت و دقت را افزایش داد و پلات‌ها را در ناهمگنی‌ها توزیع نمود. با توجه به استدلال فوق می‌توان گفت پلات ۱۰۰ متر مربعی (ویتاکر تعدیل شده فشرده و C) سطح پهنه برای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای است و در صورت افزایش تکرار پلات‌های ۱۰۰ متر مربعی تا تعداد مشخصی علاوه بر سرعت بیشتر، دقت و صحت اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای نیز افزایش خواهد

که دو نتیجه حاصل می‌شود یکی این که استقرار این پلات‌ها در ناهمگنی‌ها به راحتی صورت می‌گیرد و گونه‌های نادر و با اهمیت که احتمال حضور در آشیان اکولوژیکی خاصی دارند را می‌توان پایش نمود و دیگر اینکه به دلیل نیاز به نیروی کار کمتر هزینه کاهش خواهد یافت. از مزایای کاربرد پلات‌هایی با مساحت کمتر این است که حتی با افزایش پلات تا میزان مشخصی زمان یا سرعت نمونه برداری بیشتر خواهد بود. بطور کلی با توجه به نتایج بدست آمده و مزایا و معایب پلات‌ها می‌توان گفت برای اندازه‌گیری و ارزیابی تنوع گونه‌ای به جای حداقل سه پلات ویتاکر تعدیل شده می‌توان به ترتیب حداقل هشت پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده و نه پلات C بکار برد تا ضمن افزایش دقت و صحت؛ سرعت نمونه برداری، سهولت استقرار و توزیع در ناهمگنی‌های محیطی نیز حاصل شود. علاوه بر این پلات C به دلیل سرعت و سهولت کاربرد نسبت به پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده ترجیح داده می‌شود. با توضیحات فوق اهداف دقت، صحت، سرعت و سهولت نمونه‌برداری با کاربرد تعداد ۱۰ پلات C در مقایسه با سه پلات ویتاکر تعدیل شده نیز قابل تحقق است.

در مطالعات قبلی؛ امیدزاده و همکاران (۵) استفاده از تعداد زیادتر پلات C را پیشنهاد دادند؛ با این وجود تعداد مناسب پلات را مشخص نکردند. علاوه بر این، امیدزاده و همکاران (۶) تصریح کردند که از طریق اندازه‌گیری و مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای نمی‌توان پلات مناسب را تعیین نمود. بر این اساس آنها معیارهای دقت، صحت و سرعت برای تعیین پلات مناسب در اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای را ضروری دانسته‌اند. مطالعه حاضر این معیارها را مورد ارزیابی قرار داد و نتیجه کلی پیشنهاد پلات‌های کوچکتر ۱۰۰ مترمربعی (ویتاکر تعدیل شده فشرده و C) و توصیه پلات C در مقایسه با ویتاکر تعدیل شده فشرده به دلیل سهولت کاربرد می‌باشد.

یافت. علاوه بر این، پلات ویتاکر تعدیل شده به دلیل زیر پلات‌های بیشتر با تعداد پلات برابر نسبت به پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده و پلات C، دقت و صحت را بیشتر برآورد کرده است بطوریکه دقت و صحت سه تکرار پلات با ۳۰ عدد زیر پلات (در پلات تعدیل شده) بیشتر از سه تکرار با ۱۲ زیر پلات (در پلات ۱۰۰ متر مربعی) برآورد می‌شود. به عبارت دیگر در صورت ۸ تکرار پلات ۱۰۰ متر مربعی علاوه بر زمان کمتر نسبت به ۳ پلات ویتاکر تعدیل شده به دلیل افزایش زیر پلات‌ها به ۳۲ زیر پلات (نسبت به ۳۰ زیر پلات ویتاکر تعدیل شده) احتمال افزایش دقت و صحت پلات‌های ۱۰۰ متر مربعی نیز افزایش خواهد یافت.

اگر هدف حداقل پلات برای نمونه برداری است می‌بایست حداقل سه پلات ویتاکر به کار رود. با این حال ۹ پلات C با زمان کمتر تفاوت چندانی با سه پلات ویتاکر تعدیل شده از نظر زمانی ندارد؛ بنابراین با یک حساب سرانگشتی تعداد ۹ یا ۱۰ پلات C نیز برای نمونه برداری بلا مانع است. نتیجه اینکه با افزایش پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده و پلات C از حداقل سه پلات به ترتیب به ۸ تا ۹ پلات (یا ۱۰ پلات C) ضمن این که پلات‌های بیشتری با زمان تقریباً برابر می‌توان به‌کار برد، به دلیل تعداد زیادتر در ناهمگنی‌های محیطی بهتر و با سهولت بیشتری توزیع می‌شوند و مزیت برآورد تعداد گونه بیشتر پلات تعدیل شده جبران خواهد شد. با کاربرد حداقل هشت پلات تعدیل شده فشرده با چهار زیرپلات یک مترمربعی حداقل ۳۲ زیر پلات یک متر مربعی در هر موقعیت نمونه برداری وجود خواهد داشت که حتی بیشتر از تعداد زیر پلات‌های پلات تعدیل شده (۳۰ پلات) خواهد بود. در این صورت دقت و صحت نیز افزایش خواهد یافت.

به‌طور کلی می‌توان گفت برای دستیابی به سهولت استقرار و پراکنش مناسب، هر چه پیچیدگی پلات کمتر باشد بهتر و با تعداد نیروی کار کمتری می‌توان پلات‌ها را استقرار داد

جنگل به کار می‌رود (۱۱) و یا روشهایی که در مرتع تعداد پلات را بیش از حد برآورد می‌کنند (۱) می‌توانند با تعداد کمتری پلات چندمقیاسی جایگزین شوند و از مزایای دیگر این پلات‌ها نیز بهره‌برده شود. بطور کلی پیشنهاد می‌شود علاوه بر در نظر گرفتن این مهم، با توجه به عدم مطالعه پلات‌های چندمقیاسی مختلف از جمله دنگلر و همکاران (۱۷) و سایر پلات‌های بکار برده شده در عرصه (در مطالعات صورت گرفته در خارج کشور) تحقیقات آینده پلات‌های چندمقیاسی مختلف را مورد مطالعه قرار دهند و مزایا و معایب هر کدام را تشریح کنند. ضمن اینکه با تحقیقات دقیق‌تر در آینده احتمال دارد پلات چندمقیاسی مناسب‌تری جایگزین پلات معرفی شده در این مقاله معرفی گردد، به عبارت دیگر این مقاله تحقیقات آینده را به چالشی برای انتخاب بهترین و مناسب‌ترین پلات از بین پلات‌های معرفی شده فرا می‌خواند.

در این مطالعه تعداد پلات تعدیل شده فشرده و پلات C با تخمین و محاسبه بدست آمده است، با این وجود مطالعاتی می‌تواند در آینده فرضیه دقت، صحت و سرعت بیشتر کاربرد تعداد ۸ پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده و ۹ (یا حتی ۱۰) پلات C در مقایسه با سه تکرار پلات تعدیل شده را در عرصه عملاً آزمون کنند. همچنین پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده پلات C را در حداقل ۹ تکرار برای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای بکار گیرند. علاوه بر دقت، صحت و زمان؛ معیارهایی همچون هزینه، سهولت کاربرد و رضایت کاربر می‌تواند به عنوان معیارهایی برای تعیین مناسب‌ترین پلات با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره مورد ارزیابی قرار گیرند.

علیرغم اینکه در مطالعات خارج کشور در رشته‌های جنگل و مرتع، پلات‌های چندمقیاسی زیادی به کار برده شده است؛ برخی روشهایی که برای بررسی تنوع گونه‌های گیاهی در

منابع

- ۱- اجتهادی، ح، عکافی، ح. و قریشی الحسینی، س.ج. ۱۳۸۱. بررسی و مقایسه شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای در دو رویشگاه با مدیریت چرای متفاوت. مجله زیست‌شناسی ایران، سال ۱۳، شماره ۴-۳، ص ۴۹-۵۸.
- ۲- آرخی، ص.، آرخی، م. و صفی‌خانی، ک. ۱۳۸۸. مقایسه کارایی کوادرات‌های اصلی و تعدیل شده ویتاکر در تعیین غنای گونه‌ای (مطالعه موردی: مراتع مشجر پشته میوله استان ایلام). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، شماره ۳، ص ۷۶-۸۹.
- ۳- امیدزاده اردلی، ا.، زارع چاهوکی، م.، ارزانی، ح.، شاهرخی، ا. و خدردی غریب‌وند، ح. ۱۳۹۱. معرفی پلات چندمقیاسی C: اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای در مرتع کرسنک شهرکرد. سومین همایش ملی دانشجویی مرتع، آبخیز و بیابان، کرج، انجمن علمی دانشجویی گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی.
- ۴- امیدزاده اردلی، ا.، زارع چاهوکی، م.، ارزانی، ح. و شیرمردی، ح. ۱۳۹۱. معرفی پلات ویتاکر تعدیل شده فشرده: اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای در مرتع کرسنک شهرکرد. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، تهران، وزارت کشور.
- ۵- امیدزاده اردلی، ا. ۱۳۹۲. اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای با استفاده از پلات‌های چندمقیاسی (مطالعه موردی: مرتع کرسنک شهرکرد)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ۶- امیدزاده اردلی، ا.، زارع چاهوکی، م.، ارزانی، ح. و خدردی غریب‌وند، ح. ۱۳۹۲. ارزیابی اثر جهت دامنه و شدت چرا بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای با استفاده از پلات چندمقیاسی C در زیست بوم‌های مرتعی کرسنک شهرکرد. نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"، دوره اول، شماره ۳، ص ۱۳-۱.
- ۷- امیدزاده اردلی، ا.، زارع چاهوکی، م.، ارزانی، ح.، طهماسبی، پ. و خدردی غریب‌وند، ح. ۱۳۹۲. مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای با استفاده از پلات‌های چندمقیاسی (مطالعه موردی: مرتع کرسنک شهرکرد). نشریه علمی پژوهشی مرتع، سال هفتم، شماره ۴، ص ۲۹۲-۳۰۳.
- ۸- بمان میر جلیلی، ع. و ارزانی، ح. ۱۳۹۱. کارایی شاخص‌های فاصله-ای و کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش بوته‌زارهای استان یزد. چکیده مقالات پنجمین همایش ملی مرتع و مرتعداری ایران،

- از سطح دریا در جنگل‌های سرد آبرود چالوس. مجله زیست‌شناسی ایران، دوره ۲۴، شماره ۳، ص ۱۴۴.
- ۱۲- شیرزاد، م.ع. و طبری، م. ۱۳۹۰. اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع فلور چوبی رویشگاه ارس کوه‌های هزار مسجد. مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۴، شماره ۶، ص ۸۰۸-۸۰۰.
- ۱۳- مصداقی منصور. ۱۳۹۰. روش‌های آمار و رگرسیون «با رویکرد کاربردی در علوم گیاهی و جانوری». انتشارات آستان قدس رضوی (شرکت به نشر)، چاپ اول، ۴۲۲ صفحه.
- ۱۴- ناصری، ح.، آذرینوند، ح.، جعفری، م.، پور رضایی، ج. ۱۳۸۹. مقایسه غنا و تنوع گونه‌ای در تپ‌های گیاهی حاشیه پلایای میقان. اولین همایش ملی مقابله با بیابان زایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران، اراک، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور.
- 15-Abrahamson, I.L. 2009. Assessing the performance of sampling designs for measuring abundance of understory plants after forest restoration. Thesis presented in partial fulfillment of the requirements, Environmental Studies. Binghamton University. 59p.
- 16-Barnett, D.T., Stohlgren, T.J. 2003. A nested-intensity design for surveying plant diversity. *Biodiversity and Conservation J.* 12:2. 255-278.
- 17-Dengler, J. 2009. A flexible multi-scale approach for standardized recording of plant species richness patterns. *Ecological Indicators J.* 9:6. 1169-1178.
- 18-Gage, E. and Cooper, D.J. 2010. Vegetation Sampling for Wetland Delineation: a review and synthesis of methods and sampling issues (No. ERDC/CRREL-CR-10-2). COLORADO STATE UNIV FORT COLLINS DEPT OF FOREST AND WOOD SCIENCES. 55p.
- 19-Ghorbani, J. Taya, A. Shokri, M. Naseri, H. R. 2011. Comparison of Whittaker and Modified-Whittaker plots to estimate species richness in semi-arid grassland and shrubland. *Desert J.* 16:1.17-22.
- 20-Jackson, Jr B.C. 2008. Assessing Species Composition in Second Growth and Old Growth Rich Coves of the Southern Appalachians, مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۲۸-۲۶ اردیبهشت، بروجرد، ایران، ۳۷۹ صفحه.
- ۹- تایا، ع. ۱۳۸۵. مقایسه کوادرات‌های اصلی و تعدیل شده ویتاکر در تعیین غنای گونه‌ای پارک ملی سالوک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
- ۱۰- تایا، ع. ناصری، ح. قربانی پاشا کلایی، ج. و مریم شگری، م. ۱۳۸۸. بررسی لیست فلورستیک و غنای گونه‌ای در پارک ملی سالوک (خراسان شمالی). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۶، شماره ۴، ص ۴۶۷-۴۵۶.
- ۱۱- حاجی میرزا آقایی، س.، جلیلود، ح.، کوچ، ی. و پور مجیدیان، م. ۱۳۹۰. تنوع گونه‌های گیاهی در ارتباط با عامل اکولوژیک ارتفاع Thesis to the Graduate Faculty of North Carolina State University, 199p.
- 21-Leis, S.A., Engle, D.M., Leslie, D.M., Jr. Fehmi, J.S., Kretzer, J. 2003. Comparison of Vegetation Sampling Procedures in a Disturbed Mixed-Grass Prairie. In PROCEEDINGS-OKLAHOMA ACADEMY OF SCIENCE, 83: 7-15.
- 22-Miller, A.W. and Ambrose, R.F. 2000. Sampling patchy distributions: comparison of sampling designs in rocky intertidal habitats. *Marine Ecology Progress Series J.* 196:43.1-14.
- 23-Peet, R.K., Wentworth, T.R., White, P.S. 1998. A flexible, multipurpose method for recording vegetation composition and structure. *Castanea J.* 63:3. 262-274.
- 24-Stohlgren, T.J., Falkner, M.B., Schell, L.D. 1995. A modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio J.* 117:2.113-121.
- 25-Stohlgren, T.J., Bull, K.A., Otsuki, Y. 1998. Comparison of rangeland vegetation sampling techniques in the Central Grasslands. *Range Management J.* 51:2. 164-172.
- 26-www.niiss.org

Comparison of Performance of three the multi-scale plots for evaluation of plant diversity in Karsanak Rangeland of Shahrekord

Omidzadeh Ardali E.¹, Zare Chahouki A. M.¹, Arzani H.¹, Ebrahimi A.² and Tahmasebi P.²

¹ Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions Dept., Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, I.R. of Iran

² Range and Watershed Management Dept., Faculty of Natural Resource and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, I.R. of Iran

Abstract

Selection of the appropriate tools and methods to measure species diversity affected by criteria such as time (speed), precision, accuracy and easy to use. In order to assess these criteria, three plots including modified Whittaker plot, intensive modified Whittaker plot and C plot were evaluated to choose the appropriate size and number of plots to evaluate species diversity. Karsanak Rangeland was chosen with two grazing intensities of light and medium and two slope aspects of the eastern and western including the four treatments of light-eastern, light-western, heavy-eastern and heavy-western. Each plot in three replicates per treatment was allotted *as random systematic sampling*. Comparison of plots in different treatments was performed using ANOVA on SPSS. The results comparing the three plots showed that precision and accuracy of the modified Whittaker plot is greater than two others. But equally replicated intensive modified Whittaker plot and C plot take very *fewer time* than modified Whittaker plot. Overall results showed that in the application of intensive modified Whittaker and C plots in up to 8 and 9 repeats respectively, takes less time than 3- repeat of the modified Whittaker plot. As a result species diversity can be measured using intensive modified Whittaker and C plot with greater repetitions. Subplots of 1m² have a crucial role in determining of precision and accuracy. Due to the rise of these subplots (8 and 9 repeats with 32 and 36 one square plots), in addition to reduce the time, increase the precision and accuracy of these plots. Moreover, because of the smaller area, these plots establish easily on environmental heterogeneity and realize the aims of identification of rare species, the record of invasive species and finally conservation of biodiversity in rangelands. Due to less time and easier use, C plots rather than intensive modified Whittaker plot is preferred.

Key words: modified Whittaker plot, intensive modified Whittaker plot, C plot, species diversity, Karsanak rangeland.