

ارزیابی روش ریزقطعه‌نمونه برای برآورد تراکم زادآوری گیلاس وحشی (*Prunus avium* L.)

کیان یگان دوست^۱ و بهمن کیانی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران. (kiyan.yegandoost138@gmail.com)

۲- دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران. (bnkiani@yazd.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۱۶

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی دقت و صحت روش ریزقطعه‌نمونه منفرد در برآورد زادآوری گونه نادر گیلاس وحشی و معرفی روش جایگزین بوده است. برای این منظور، ابتدا با انجام جنگل‌گردشی، سه پارسل از سری هفت سفارود که دارای درختان مادری و زادآوری طبیعی گیلاس وحشی بودند، انتخاب شدند. تعداد ۵۰ قطعه‌نمونه دایره‌ای هریک به مساحت ۱۰۰۰ مترمربع، به صورت منظم تصادفی، در شبکه‌ای به ابعاد ۱۵۰×۲۰۰ متر برداشت شد. در هر قطعه‌نمونه، چهار ریزقطعه‌نمونه، هریک به شعاع دو متر مشخص و نهال‌های گیلاس وحشی موجود در آنها، که ارتفاع کمتر از ۱/۳۰ متر داشتند، شمارش شدند. در هر قطعه‌نمونه، یک ترانسکت به عرض ۰/۲ و طول ۱۰ متر نیز مشخص و نهال‌های گیلاس وحشی موجود در آن شمارش شد. در مساحت ۱۰۰۰۰ مترمربع مشتمل بر ۱۰ قطعه‌نمونه، تمام نهال‌های گیلاس وحشی شمارش و تراکم به دست آمده، به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج، خطای نمونه-برداری در روش ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای حداقل (۱۸/۶۹ درصد) و در روش ترانسکت حداکثر (۴۵/۶۲ درصد) بود. همچنین، روش ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای بیشترین صحت (۱۵/۷۲ درصد) و روش ترانسکت کمترین صحت (۱۱۱/۷۴ درصد) را در برآورد تراکم داشت. آزمون t تک‌نمونه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین روش‌های نمونه‌برداری ترانسکت عریض و ریزقطعه‌نمونه منفرد با شاهد در سطح پنج درصد وجود دارد. درحالی‌که روش ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای از نظر آماری اختلافی با شاهد نداشت.

واژه‌های کلیدی: زادآوری، سفارود، قطعه‌نمونه، نمونه‌برداری، نهال.

مقدمه

کیفی توده‌های جنگلی منطقه حفاظت‌شده ارسباران نیز (Moradi Dirmandrik et al., 2019) از همین روش استفاده کردند. در تحقیق Mirschel et al. (2011) از دو ریزقطعه‌نمونه هریک به مساحت ۲۵ مترمربع در قطعه‌نمونه‌های ۴۰۰ مترمربعی برای بررسی زادآوری در جنگل‌های شمال شرق آلمان استفاده شد. در تحقیق Windmuller and Long (2016) چهار ریزقطعه‌نمونه برای بررسی وضعیت زادآوری *Pinus flexilis* (James.) در جنگل‌های آمریکای شمالی استفاده شد. در پژوهش Vousoghian and Shojai (2017) و همچنین Hassanzad Navroodi and Hassannezhad (2015) در هر قطعه‌نمونه یک ریزقطعه نمونه در مرکز آن، به شکل دایره‌ای برای بررسی زادآوری در نظر گرفته شد. در برخی پژوهش‌ها تعداد زیادی ریزقطعه‌نمونه برای بررسی زادآوری مورد استفاده قرار گرفته است (Sheikholeslami et al., 2013, Malekshahi et al., 2015, Mohammadzadeh et al., 2016). دیگر پژوهش‌ها از تعداد محدود ۴-۵ ریزقطعه‌نمونه استفاده کرده‌اند (Alizadeh et al., Hu et al., 2017, Amiri et al., 2008, al., 2019). در برخی موارد که زادآوری نادر و کمیاب بوده، در کل سطح قطعه نمونه شمارش و اندازه‌گیری آن انجام شده که از بین آن‌ها می‌توان به Bagheri et al. (2014) و Omidi and Mirzaei (2015) اشاره کرد. (Khosrowpour et al., 2011) برخی پژوهش‌ها نیز به تعیین تعداد و ابعاد بهینه قطعه‌نمونه برای بررسی تراکم، تاج‌پوشش، حجم در هکتار و غیره پرداخته که از بین آن‌ها می‌توان به Grussu et al. (2015) برای برآورد تنوع زیستی جنگل‌های گینه، Lynch (2017) برای ثابت نگاه داشتن هزینه نمونه‌برداری، Pellico Netto et al. (2014) برای نمونه‌برداری جنگل‌های برزیل (2015)

گیلاس وحشی یا آلوکک با نام علمی *Prunus avium* (L.) متعلق به تیره گل سرخیان است. گسترش این گونه در سراسر جنگل‌های شمال ایران و تا ارتفاع حداکثر ۲۸۰۰ متری از سطح دریا بوده، پراکنش آن به صورت لکه‌ای و معمولاً در قالب گروه‌های کوچک است (Khanjani-Shiraz et al., 2013). گیلاس وحشی در اروپای مرکزی در جنگل‌های پهن‌برگ آمیخته تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا ظاهر شده و تا قفقاز، شمال غربی آفریقا، کریمه و شمال ترکیه پراکنش دارد (Shiranpour et al., 2013). گیلاس وحشی از تخریب درامان نبوده و مطابق با نظر IUCN در گروه گونه‌های آسیب‌پذیر قرار دارد. متأسفانه قطع بی‌رویه این درختان برای استفاده از پوست و چوب آن‌ها و همچنین انتقال نهال‌های مستقرشده در جنگل توسط مردم محلی برای استفاده به‌عنوان پایه پیوند در باغ‌ها، مشکلات متعددی را برای این گونه باارزش به وجود آورده است. نهال‌های گیلاس وحشی تنها در جنگل‌های تحت حفاظت به سنین بالا می‌رسند از این‌رو توجه به این گونه باارزش پیشگام و پژوهش در مورد آن از اهمیت زیادی برخوردار است (Molashahi et al., 2009).

اگرچه روش متداول در ایران و در کارهای اجرایی برای شمارش و اندازه‌گیری زادآوری، برداشت یک ریزقطعه‌نمونه در مرکز قطعه نمونه اصلی است، اما بررسی منابع نشان می‌دهد که در پژوهش‌های مختلف، تعداد، مساحت و الگوهای مختلفی از ریزقطعه‌نمونه به صورت سلیقه‌ای برای بررسی زادآوری استفاده شده است. به‌عنوان مثال Shahriari et al. (2007) در رویشگاه‌های طبیعی گیلاس وحشی از یک ریزقطعه‌نمونه ۱۰۰ متر مربعی در هر قطعه نمونه استفاده کردند. در بررسی ویژگی‌های کمی و

استفاده می‌شود (McWilliams et al., 2005). فرض این پژوهش این بوده است که در مورد گونه‌های نادر، برداشت یک ریزقطعه‌نمونه در هر قطعه‌نمونه احتمالاً کافی نبوده و منعکس‌کننده وضعیت واقعی زادآوری گونه‌های نادر مانند گیلاس وحشی نیست. برداشت تعداد ناکافی ریزقطعه‌نمونه موجب می‌شود، با وجود اهمیتی که گونه‌های نادر از نظر اکولوژیک و تنوع زیستی دارند، برآورد مناسبی از فراوانی آن‌ها به دست نیاید. از این‌رو تحقیق پیش‌رو به بررسی صحت و دقت روش متداول در برداشت زادآوری از یک سو و مقایسه آن با روش پیشنهادی جایگزین از سوی دیگر پرداخته و در عین حال روش ترانسکت را به واسطه سریع بودن، برای نخستین بار در برآورد زادآوری مورد آزمون قرار داده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

حوضه آبخیز سفارود در استان گیلان، بین شهرستانهای رضوانشهر، پره‌سر و ارتفاعات تالش قرار دارد. بیشینه ارتفاع آن ۲۳۲۱ متر و کمینه آن ۸۲ متر از سطح دریا بوده و بیش از ۷۰ درصد آن پوشیده از جنگل و مرتع است. مهم‌ترین منبع آبی این منطقه، رودخانه چفرود به طول ۲۱ کیلومتر است که به دریای خزر می‌ریزد (Azizi et al., 2019). این پژوهش در منطقه جنگلی رودبارسرا در فاصله ۱۰ کیلومتری جنوب شهرستان رضوانشهر انجام شده است. سری هفت سفارود معروف به نسانیه، هفتمین سری از حوزه آبخیز سفارود است که در طول جغرافیایی ۴۰" تا ۴۹° ۲' تا ۴۹° ۷' ۱۰" شرقی و عرض شمالی ۲۰" ۱' تا ۳۷° تا ۳۷° ۸' ۳۰' واقع شده و مساحت آن ۱۵۶۹ هکتار است. جهت کلی سری شمالی و شیب در بخش‌های مختلف آن متفاوت بوده و بین ۱۰ تا ۸۰

Henttonen and Kangas برای نمونه‌برداری جنگل - های فنلاند و Maleki and Kiviste (2016) برای نمونه‌برداری جنگل‌های توس در استونی اشاره کرد. مرور منابع بیانگر آن است که ریزقطعه‌نمونه و اهمیت تعداد، مساحت و الگوی قرارگیری آن به‌ندرت مورد بررسی قرار گرفته است. در این خصوص می‌توان به پژوهش Zobeiri and Erfani-Fard (2003) اشاره کرد که تعداد چهار ریزقطعه‌نمونه به شکل مربع را برای بررسی زادآوری گونه راش در شمال ایران مناسب دانستند. نتیجه پژوهش انجام‌شده در جنگل‌های بابل نیز نشان داد که اندازه ریزقطعه‌نمونه بر خصوصیات کمی زادآوری جنگل تأثیر قابل‌توجهی نداشته اما تعداد آن اهمیت زیادی دارد (Malekshahi et al., 2015). در دیگر منابع، معمولاً مساحت، تعداد ریزقطعه‌نمونه و همچنین چیدمان ریزقطعه‌نمونه‌ها در قطعه نمونه اصلی، به‌صورت سلیقه‌ای انجام و بررسی خاصی در مورد دقت و صحت الگوها، سطوح و تعداد متفاوت ریزقطعه‌نمونه انجام نشده است.

زادآوری درختان جنگلی ضامن بقای آن‌ها است و بررسی کمی و کیفی آن اهمیت زیادی دارد. برای انجام چنین بررسی از روش‌های متفاوت نمونه‌برداری می‌توان استفاده کرد که هر یک مزایا و معایبی دارد. در حال حاضر در کارهای اجرایی از یک ریزقطعه‌نمونه به شعاع دو متر در مرکز قطعه‌نمونه برای اندازه‌گیری و شمارش نهال درختان جنگلی استفاده می‌شود. این در حالی است که طبق نظر FAO (2015) قرار گرفتن ریزقطعه‌نمونه زادآوری به‌طور مستقیم در مرکز قطعه نمونه اصلی ایده مناسبی نیست زیرا امکان دارد زادآوری در اثر تردد اعضای اکیپ آماربرداری در مرکز قطعه‌نمونه آسیب دیده یا از بین برود. از این‌رو، در برخی از کشورها مانند ایالات متحده از چهار ریزقطعه‌نمونه در هر قطعه‌نمونه برای بررسی زادآوری

و با فاصله هفت متر از مرکز قطعه نمونه مشخص (McWilliams et al., 2005) و با توجه به عرف سازمان جنگل‌ها برای بررسی زادآوری در سطح ریزقطعه نمونه، تمامی نهال‌ها با ارتفاع کمتر از ۱۳۰ سانتی متر مورد شمارش و اندازه‌گیری قرار گرفتند (Hassanzad Navroodi and Safarkar, 2019).

این نکته نیز ضروری است که هنگام شمارش درخت یا زادآوری، مقدار عددی برای تمامی قطعه نمونه یا ریزقطعه نمونه‌های بدون گونه مورد بررسی، برابر با صفر منظور شده و از آنجا که هدف برآورد تراکم بوده است، مقادیر صفر در محاسبات شرکت کرده‌اند.

اندازه‌گیری‌های جانبی شامل ارتفاع بر حسب سانتی متر (با خطکش یا شاخص مدرج بسته به اندازه نهال و تا دقت ۰/۵ سانتی متر)، قطر یقه بر حسب میلی متر (با کولیس تا دقت ۰/۵ میلی متر) و قطر تاج بر حسب سانتی متر (با خطکش تا دقت ۰/۵ سانتی متر) بود و به منظور آگاهی از ابعاد نهال‌های موجود در جنگل انجام شد. لازم به ذکر است که شعاع قطعه نمونه پس از اندازه‌گیری شیب قطعه نمونه با شیب-سنج ستو در نقاط شیب‌دار مورد اصلاح قرار گرفت.

در هر قطعه نمونه یک ترانسکت به عرض ۰/۲ متر (۰/۱ متر در هر طرف متر نواری) و طول ۱۰ متر از مرکز قطعه نمونه به سمت آزیموت صفر درجه مشخص (شکل ۲) و کلیه نهال‌های گیلاس وحشی که در فاصله کمتر از ۰/۱ متر از محور آن قرار داشتند مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (Hessenmoller et al., 2013). از آنجا که انتخاب قطعه‌ای از منطقه به‌عنوان شاهد نمی‌تواند به‌عنوان معرف تمامی ناهمگنی‌های جنگل در نظر گرفته شود، تعداد ۱۰ قطعه نمونه از ۵۰ قطعه نمونه مشخص شده روی نقشه، به‌صورت تصادفی منظم (قطعه نمونه نخست با قرعه‌کشی و دیگر قطعات نمونه به‌صورت پنج تا در میان) انتخاب

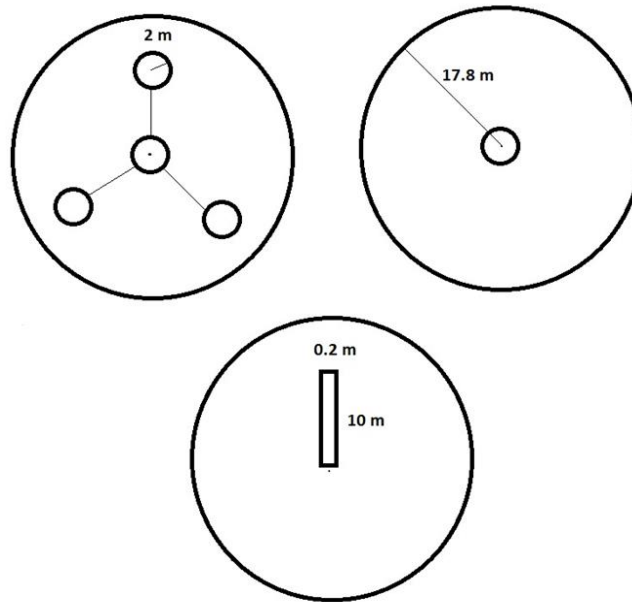
درصد متغیر است. اقلیم منطقه به روش دومارتن، سرد تعیین شده که البته در ارتفاعات پایین حوزه، از شرایط معتدل و مرطوب برخوردار است. این جنگل به-صورت پهن‌برگ آمیخته بوده و شامل گونه‌های ممرز، انجیلی، گیلاس وحشی و تک پایه‌های بلوط است (Tarrahan Sabz Albors, 2003).

روش پژوهش

ابتدا جنگل گردشی انجام و پارسل‌های دو، سه و چهار به مساحت ۱۷۱ هکتار که دارای درختان مادری و زادآوری طبیعی گیلاس وحشی بودند، انتخاب شد. سپس نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ از شرکت شفارود تهیه و محدوده سه پارسل روی آن مشخص شد. یک شبکه تصادفی-منظم به ابعاد ۲۰۰×۱۵۰ متر که محل تلاقی اضلاع آن قطعات نمونه را مشخص می‌کرد، روی کاغذ میلی‌متری مشخص و با کمک یک نقطه تصادفی، نقشه منطقه روی آن قرار گرفت. قطعات نمونه روی نقشه مشخص شده، فاصله و آزیموت یکی از قطعات نمونه از دوراهی جاده موجود در نزدیکی یکی از پارسل‌ها اندازه‌گیری و برای بازیابی قطعه نمونه در جنگل یادداشت شد. در جنگل با مترکشی و ضمن تصحیح شیب، در آزیموت از پیش تعیین شده حرکت کرده و محل اولین قطعه نمونه مشخص شد. با توجه به توپوگرافی منطقه و تغییرات ارتفاعی آن، مسیرهای آماربرداری به‌صورت شمالی-جنوبی تعیین و برای اعضای اکیپ تشریح شد. هر ۱۵۰ متر در جهت شیب و هر ۲۰۰ متر در جهت خطوط تراز (فاصله افقی) قطعات نمونه دایره‌ای به مساحت ۱۰۰۰ مترمربع برداشت شد. در هر قطعه نمونه یک ریزقطعه نمونه به شعاع دو متر در مرکز قطعه نمونه (روش متداول در سازمان جنگل‌ها) و سه ریزقطعه نمونه با زاویه ۱۲۰ درجه نسبت به یکدیگر در آزیموت‌های صفر، ۱۲۰ و ۲۴۰ هریک به شعاع دو متر

عریض و ۲۰۰ ریزقطعه‌نمونه برداشت و داده‌ها برای تجزیه و تحلیل آماده شد.

و کلیه نهال‌های گیلاس وحشی در سطح آن‌ها شمارش و میانگین حاصل به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در مجموع ۵۰ قطعه نمونه، ۵۰ ترانسکت



شکل ۱- روش ریزقطعه‌نمونه منفرد به‌عنوان روش متداول در سازمان جنگل‌ها (بالا سمت راست)، ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای به‌عنوان روش متداول در ایالات متحده (بالا سمت چپ) و ترانسکت عریض (پایین)

Figure 2. Single-microplot as common method in Iranian Forest Agency (top right), cluster-microplot as a common method in the United States (top left) and wide transect (bottom)

واقعیت (رابطه ۲) به‌عنوان معیار مقایسه صحت روش‌های نمونه‌برداری استفاده شد (Zobeyri, 2007).

رابطه (۱)

$100 \times (\text{میانگین} / \text{اشتباه نمونه‌برداری}) = \text{درصد اشتباه نمونه‌برداری}$

رابطه (۲)

$100 \times [(\text{واقعیت} / \text{واقعیت} - \text{برآورد})] = \text{درصد صحت}$

ذکر این نکته لازم است که در تحلیل آماری، روش‌های مورد مقایسه به‌عنوان گروه‌های مستقل در نظر گرفته شده و از این‌رو از نظر آماری تفاوت مساحت آن‌ها بلامانع است. رسم نمودارها در نرم‌افزار Excel و تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 21 انجام شد.

نتایج

تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا آماره‌های توصیفی مشخصه‌های تراکم بر حسب اصله در هکتار، مساحت تاج بر حسب متر مربع، قطر یقه بر حسب میلی‌متر و ارتفاع نهال‌ها بر حسب سانتی‌متر محاسبه شد. برای بررسی اختلاف روش‌های نمونه‌برداری با شاهد پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و انجام تبدیل لگاریتمی به‌علت نرمال نبودن، از آزمون t تک نمونه استفاده شد. به‌منظور بررسی اختلاف سه روش مورد بررسی، از آزمون تجزیه واریانس و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. همچنین از درصد اشتباه نمونه‌برداری (رابطه ۱) به‌عنوان معیار مقایسه دقت و از فاصله برآوردهای انجام شده با

در جدول ۱ آماره‌های توصیفی تراکم زادآوری، به-
عنوان متغیر اصلی مورد بررسی در این تحقیق و
همچنین ویژگی‌های کمی نهال‌های گیلان وحشی
آمده است. با توجه به نبودن زادآوری در برخی از
ریزقطعه‌نمونه‌ها و تنوع ابعاد نهال‌های مورد اندازه-
گیری، مقدار اشتباه معیار قابل توجه بوده است.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی نمایه‌های زادآوری

Table 1- Descriptive statistics of the studied variables about regeneration

بیشینه Maximum	کمینه Minimum	اشتباه معیار Standard error	میانگین Mean	تعداد نمونه Sample size	نمایه Index
5573.25	0.000	76.41	959.4	200	تعداد در هکتار Density (plant.ha ⁻¹)
128.5	2	2.22	17.62	108*	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)
21.00	1.00	0.30	3.02	108	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)
0.1625	0.00018	0.002	0.0106	108	مساحت تاج (متر مربع) Crown area (m ²)

*در دیگر ریزقطعه‌نمونه‌ها زادآوری گیلان وحشی وجود نداشت.

Tere was no regeneration in other microplots

دارای اریبی مثبت بوده و تراکم را بیشتر از مقدار
واقعی برآورد کردند. در این میان روش ریزقطعه‌نمونه
خوشه‌ای بیشترین صحت (کمترین فاصله تا مقدار
واقعی) و روش ترانسکت کمترین صحت (بیشترین
فاصله تا مقدار واقعی) را در برآوردها داشتند (جدول
۲).

آماره‌های توصیفی نمایه تراکم زادآوری برای سه
روش نمونه‌برداری، در جدول ۲ آمده است. مقدار
خطا در روش میکروقطعه نمونه خوشه‌ای حداقل و در
روش ترانسکت حداکثر بود (جدول ۲). روش
میکروقطعه نمونه منفرد نیز در حد وسط قرار داشت. از
نظر صحت برآوردها هر سه روش ریزقطعه‌نمونه
منفرد، ترانسکت عریض و ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای،

جدول ۲- آماره‌های توصیفی نمایه تراکم زادآوری در هکتار

Table 2 - Descriptive statistics of regeneration density per hectare

صحت (درصد) Accuracy (%)	خطا (درصد) Error (%)	بیشینه Max	کمینه Min	انحراف معیار Standard deviation	میانگین Mean (plant.ha ⁻¹)	روش Method
51.70	26.45	3980.89	0.00	1161.7	1242.04	ریزقطعه‌نمونه منفرد Single microplot
15.72	18.69	2587.58	0.00	626.29	947.45	ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای Clustered microplot
111.74	45.62	6666.67	0.00	2796.17	1733.33	ترانسکت Transect
					818.7	مقدار واقعی Control

نتایج آزمون t تک نمونه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین روش‌های نمونه‌برداری ترانسکت و ریزقطعه‌نمونه منفرد با شاهد (۸۱۸/۶ پایه در هکتار) وجود دارد در حالی که روش ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای از نظر آماری اختلافی با شاهد در سطح پنج درصد نداشت (جدول ۳).

جدول ۳- نتیجه آزمون t برای مقایسه آماری تراکم برآوردی توسط روش‌های نمونه‌برداری با مقدار واقعی

Table 3- One-sample t-test for comparing estimated density by sampling methods and real density

روش	برآورد	شاهد	معنی‌داری	آماره آزمون
Method	Estimation	Control	P-value	t
ریزقطعه‌نمونه منفرد Single microplot	1242.04		0.013	2.581*
ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای Clustered microplot	947.45	818.7	0.150	1.462 ^{ns}
ترانسکت عریض Transect	1733.33		0.025	2.315*

شکل ۲ مقایسه روش‌های نمونه‌برداری را با یکدیگر نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، بین روش‌های ریزقطعه‌نمونه منفرد و روش ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، اما روش ترانسکت عریض تراکم را خیلی بیشتر از روش‌های مبتنی بر ریزقطعه‌نمونه برآورد کرده است.

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف سه روش در برآورد تراکم از نظر آماری معنی‌دار است (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین روش ریزقطعه‌نمونه منفرد و ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای وجود ندارد، اما روش ترانسکت به‌طور معنی‌داری متفاوت از دو روش دیگر است.

جدول ۴- مقایسه آماری سه روش نمونه‌برداری در برآورد تراکم زادآوری

Table 4 - Statistical comparison of three sampling methods in estimating regeneration density

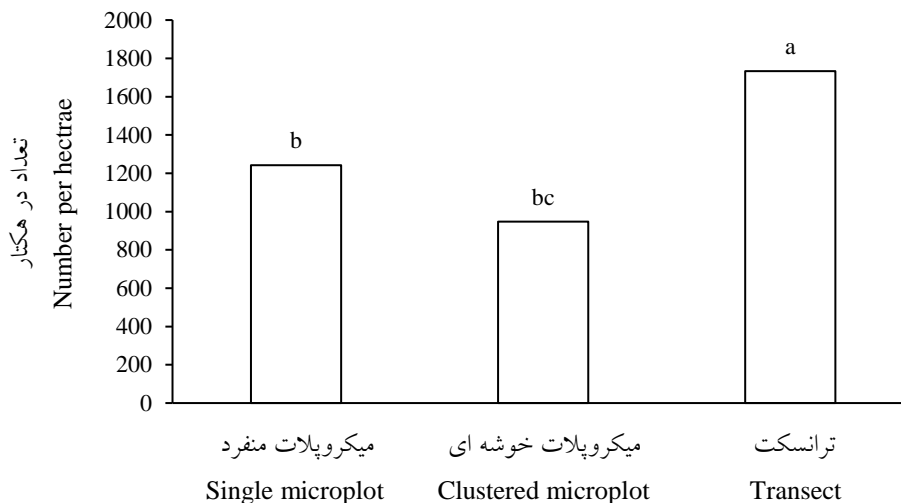
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	معنی‌داری
Sources of variations	df	Mean squares	p-value
روش نمونه‌برداری Sampling method	2	15.21	0.000
خطا error	147	1.76	

اجرای، برای ارزیابی زادآوری گیلاس وحشی به‌عنوان یک گونه نادر، مورد آزمون قرار گیرد. در این پژوهش، مقدار انحراف معیار قابل توجه بود که دلیل آن مشخص‌نکردن مرز برای شمارش و اندازه‌گیری نهال‌ها است. در واقع تمامی نهال‌ها با هر سن و ابعاد مورد

بحث
در تحقیق پیش‌رو، برخی روش‌های نمونه‌برداری برای بررسی تراکم نهال‌های گیلاس وحشی در جنگل‌های شفاورد در استان گیلان مورد ارزیابی گرفته و تلاش شد تا دقت و صحت روش متداول در کارهای

2018). در هر صورت انحراف معیار روش ریزقطعه نمونه خوشه‌ای، بسیار کمتر از ریزقطعه‌نمونه منفرد به‌عنوان روش متداول در آماربرداری جنگل محاسبه شد.

اندازه‌گیری قرار گرفته‌اند. به‌علاوه این یک بررسی تک‌گونه بوده و فقط نهال‌های گیلاس مورد بررسی قرار گرفته‌اند. لازم به ذکر است که نهال‌های این گونه پراکنش کپه‌ای داشته و عموماً وابسته به روشنه‌های ایجاد شده در تاج‌پوشش جنگل هستند (Yegandoost,



شکل ۳- مقایسه روش‌های مختلف نمونه‌برداری با یکدیگر در برآورد تراکم

Figure 3. Comparison of estimated density by different sampling methods together

برای استقرار است. در پژوهش Hessemoller et al. (2013) اگرچه به سرعت زیاد روش ترانسکت بهینه-سازی شده، در بررسی زادآوری اشاره شد، اما تأکید شد که ریزقطعه‌نمونه، زادآوری جنگل را چه در توده-های پهن‌برگ و چه سوزنی‌برگ، در هر دو مجموعه داده‌های واقعی و شبیه‌سازی‌شده، به‌صورت همگن-تری نشان می‌دهد. در یک پژوهش، Unger et al. (2014) تلاش کردند تا با ترکیب روش‌های مختلف نمونه‌برداری فاصله‌ای، روش جدیدی ابداع و برآورد صحیح و دقیق از زادآوری درختان جنگلی به‌دست بیاورند. نتایج آن‌ها نشان داد که این روش، به‌طور صحیح تراکم زادآوری را در جمعیت‌های با الگوی پراکنش تصادفی برآورد کرده اما برآوردهای آن نسبت به ریزقطعه‌نمونه‌های ۴/۰۵ متر مربعی متغیرتر بود. در

نتایج این تحقیق نشان داد که در منطقه مورد بررسی، از نظر صحت برآوردها، هر سه روش ریزقطعه‌نمونه منفرد، ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای و ترانسکت عریض، تراکم را بیش از مقدار واقعی برآورد کردند. در این میان روش ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای بیشترین صحت (۱۵/۷ درصد) و روش ترانسکت کمترین صحت (۱۱۱/۷ درصد) را در برآورد تراکم داشت. فاصله زیاد روش ترانسکت با مقدار واقعی، بیانگر آن است که استفاده از این روش برای بررسی زادآوری گونه‌های نادر همچون گیلاس وحشی، مناسب نیست. ذکر این نکته ضروری است که، اعداد و ارقام به‌دست‌آمده در این پژوهش، حاصل از بررسی زادآوری تک‌گونه، و آن هم گونه‌ای نادر و نورپسند هستند که زادآوری آن تابع شرایط خاصی

نمونه‌برداری کمتر خواهد بود. در تحقیق Erfani-Fard and Zobeiri (2003) برای بررسی زادآوری گونه راش، اشتباه نمونه‌برداری ۲۲/۹ درصد برای یک ریزقطعه نمونه و ۳۰/۵ درصد برای چهار ریزقطعه نمونه به دست آمد. در مقایسه، در تحقیق پیش‌رو مقدار اشتباه نمونه‌برداری برای یک ریزقطعه‌نمونه ۲۶/۴ درصد و برای چهار ریزقطعه‌نمونه با الگوی خوشه‌ای ۱۸/۷ درصد بود. خاطر نشان می‌سازد که در تحقیق پیش‌رو، گونه گیلاس وحشی به‌عنوان گونه کمیاب مدنظر بوده در حالی که گونه راش سهم اصلی را در ترکیب راشستان‌های شمال داشته و زادآوری متراکم و فراوان در واحد سطح دارد.

مقایسه آماری نشان داد که در برآورد تراکم زادآوری، بین روش‌های نمونه‌برداری ترانسکت عریض و ریزقطعه‌نمونه منفرد با مقدار شاهد (تراکم واقعی) اختلاف معنی‌داری وجود دارد، در حالی که روش ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای اختلافی با شاهد نداشت. بر این اساس باید گفت تعداد یک ریزقطعه-نمونه در هر قطعه نمونه، دقت کافی برای بررسی زادآوری تک‌گونه، به‌ویژه گونه‌های نادری مانند گیلاس وحشی نداشته و لازم است زادآوری در بیش از یک ریزقطعه‌نمونه مورد بررسی قرار گیرد. در تحقیق Erfani-Fard and Zobeiri (2003) در خصوص شکل مناسب ریزقطعه‌نمونه برای بررسی زادآوری گونه راش (*Fagus orientalis L.*) در شمال ایران، مشخص شد که شکل چهارگوش برای ریزقطعه نمونه نتایج صحیح‌تری نسبت به شکل دایره ارائه می‌دهد. همچنین بیان شد که برداشت چند ریزقطعه نمونه دایره‌ای به‌صورت خوشه‌ای، نسبت به یک ریزقطعه‌نمونه نتایج بهتری دارد، اگرچه مستلزم صرف زمان بیشتر در کار میدانی است.

الگوی کپه‌ای، روش مذکور تراکم زادآوری را بیش از حد تخمین زده و نسبت به روش نمونه‌برداری با ریزقطعه‌نمونه دقت کمتری داشت. بررسی نشان داد که برای رسیدن به دقت یکسان تعداد نمونه در این روش حداقل باید ۱۰ برابر شود. این نتیجه، برتری روش ریزقطعه‌نمونه را بر دیگر روش‌ها مانند ترانسکت نشان می‌دهد.

تعداد ریزقطعه‌نمونه در هر قطعه نمونه بستگی به هدف از آماربرداری و همچنین نوع جنگل مورد بررسی دارد. به‌عنوان مثال Gama et al. (2015) در تحقیق خود تلاش کردند تا تعداد و اندازه مناسب ریزقطعه‌نمونه را برای برآورد زادآوری جنگل‌های آمازون مشخص کنند. نتایج آن‌ها نشان داد که برای برآورد مناسب در خصوص تنوع فلورستیک زادآوری، باید مساحت قطعه نمونه حداقل ۷۰ متر مربع بوده و در آن حداقل باید ۱۴ ریزقطعه‌نمونه برداشت شود. ارزیابی‌های انجام شده توسط McWilliams et al. (2005) در ایالات متحده و بررسی واریانس برآوردها هنگام استفاده از ۴ تا ۱۶ ریزقطعه‌نمونه در هر قطعه نمونه، نشان داد که استفاده از چهار ریزقطعه‌نمونه در هر قطعه نمونه، برای برآورد تراکم زادآوری جنگل کافی است. در برآورد زادآوری گونه‌های نادر مثل گیلاس وحشی با توجه به نتایج این پژوهش، به‌نظر می‌رسد که برداشت چهار ریزقطعه‌نمونه کافی است. البته افزایش تعداد ریزقطعه‌نمونه زمان نمونه‌برداری را افزایش خواهد داد و تصمیم در این مورد نیازمند بررسی زمانی و درنظر گرفتن توأم خطا و هزینه است. نتایج این پژوهش همچنین نشان داد از نظر اشتباه نمونه‌برداری، روش ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای دارای خطای کمتر (دقت بیشتر) است. مطابق انتظار با توجه به این که در هر قطعه نمونه تعداد چهار ریزقطعه-نمونه برداشت می‌شود، تعداد نمونه زیاده‌تر و خطای

اختصاص داده و با همان تعداد نیروی انسانی قابل اجرا است اما در مقابل، دقت و صحت بیشتری در برآورد تراکم زادآوری دارد. باتوجه به شرایط فعلی جنگل‌های شمال و اهمیت گونه‌های جنگلی نادر مانند گیلاس وحشی، در کارهای اجرایی برداشت تعداد ریزقطعه‌نمونه بیشتری در هر قطعه نمونه ضروری به نظر می‌رسد. این رویه در بسیاری از کشورها مانند ایالات متحده مرسوم بوده و مورد تأیید سازمان خوار و بار جهانی نیز قرار دارد. اگرچه برداشت بیش از یک ریزقطعه‌نمونه مستلزم صرف وقت و هزینه بیشتر است، اما با توجه به اهمیت بومشناختی و حتی اقتصادی گونه‌های نادری مانند گیلاس وحشی، صرف این وقت و هزینه دارای توجیه است. به‌علاوه این که در مورد گونه‌های فراوان نیز نتایج نزدیک‌تر به واقعیت و با صحت بیشتر به‌دست خواهد آمد.

References

Alizadeh, S.H.; Salehi, A., Mirzaei, M.R., The efficiency of geostatistical methods in zoning the probability of presence of Persian Oak regeneration. *Journal of Forest Research and Development* **2019**, 5 (1), 137-151. (In Persian)

Amiri, M.; Dargahi, D., Habashi, H., Mohammadi, J., Effect of geographic situation on natural regeneration of oak (*Quercus castaneifolia* C.A. Mey) in Loveh Forest. *Journal of Pajouhesh-va-Sazandegi* **2008**, (special issue), 116-123. (In Persian)

Azizi, M.; Khanmohammadi, M., Panahandeh, M., Investigation of structural consequences of Shafarood dam construction on forest cover of Shafarood watershed using landscape ecology. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research* **2019**, 17 (1), 1-13. (In Persian)

Bagheri, J.; Salehi, A., Taheri Abkenar, K., Effective Factors on Regeneration Establishment and Quantitative and Qualitative Characteristics of *Pistacia atlantica* (Desf.) in different physiographic conditions (Case Study: Khojir National

به‌عنوان یک جمع‌بندی، با توجه به تجربیات میدانی می‌توان گفت، روش ترانسکت عریض یک روش سریع و آسان در اجرا است. این روش برای اجرا، نسبت به روش ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای و روش ریزقطعه‌نمونه منفرد به زمان کمتری نیاز دارد. اما عدم دقت کافی در برآورد فراوانی نهال‌ها و فاصله زیاد برآوردها با واقعیت از معایب آن هستند. روش ریزقطعه‌نمونه منفرد، دقت بالاتری نسبت به روش ترانسکت داشته و همچنین برآورد دقیق‌تری از فراوانی نهال گیلاس وحشی ارائه کرد. اما نیاز به زمان و نیروی کار بیشتری داشته و صحت و دقت آن کمتر از روش ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای بود. در روش ریزقطعه‌نمونه خوشه‌ای، علاوه بر ریزقطعه‌نمونه مرکزی، سه ریزقطعه‌نمونه در زاویه‌های ۱۲۰، ۲۴۰ و ۳۶۰ درجه نیز برداشت شد. این روش زمان بیشتری نسبت به روش ترانسکت و روش ریزقطعه‌نمونه منفرد به‌خود

Park). *Ecology of Iranian Forest* **2014**, 2 (3), 1-12. (In Persian)

Erfani-Frad, J.; Zobeiri, M., Studying about the suitable shape of sample plots for Beech regeneration in the Northern forests of Iran, XII World Forestry Congress, Quebec, Canada, 2003; 6 p.

F.A.O., Knowledge reference for national forest assessments, 2015; 152 p.

Gama, J. R. V.; Botelho, S. A.; de Matos Bentes-Gama, M.; Scolforo, J. R. S., PLOT SIZE AND APPROPRIATE SAMPLE SIZE TO STUDY NATURAL REGENERATION IN AMAZONIAN FLOODPLAIN FOREST. *Cerne* **2015**, 7 (2), 001-011.

Grussu, G.; Testolin, R.; Saulei, S.; Farcomeni, A.; Yosi, C. K.; De Sanctis, M.; Attorre, F., Optimum plot and sample sizes for carbon stock and biodiversity estimation in the lowland tropical forests of Papua New Guinea. *Forestry* **2016**, 89 (2), 150-158.

Hassanzad Navroodi, I., Study of altitude effect on abundance and composition of tree regeneration in natural forest stands of Astara. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)* **2019**, 31 (4), 781-790.

- Hassanzad Navroodi, I.; Sadatmahaleh, H., Comparison of quantitative and qualitative characteristics in managed and unmanaged natural forest stands at district 7-Shenrood (Siahkal). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)* **2015**, 28 (1), 103-115.
- Henttonen, H. M.; Kangas, A., Optimal plot design in a multipurpose forest inventory. *Forest Ecosystems* **2015**, 2 (1), 1-14.
- Hessenmöller, D.; Elsenhans, A.; Schulze, E. D., Sampling forest tree regeneration with a transect approach. *Annals of Forest Research* **2013**, 56 (1), 3-14.
- Hu, H.; Wang, G. G.; Bauerle, W. L.; Klos, R. J., Drought impact on forest regeneration in the Southeast USA. *Ecosphere* **2017**, 8 (4), e01772.
- Khanjani Shirazi, B.; Talebi, K.; Hemmati, A., Ecological and silvicultural characteristics of wild cherry (*Prunus avium* L.) in Guilan province. *Iranian Journal of Forest* **2013**, 4 (4), 365-376.
- Khosrowpour, E.; Heidari, M., Etemad, V., Quantitative and qualitative status of regeneration of trees in enclosure and non-irrigated part of Shadi Bagh Forest Case Study: Yazd, Regional Knowledge-Based Conference on Sustainable Management of Agriculture and Natural Resources, Gorgan, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 2011; 7 p. (In Persian)
- Lynch, T. B., Optimal plot size or point sample factor for a fixed total cost using the Fairfield Smith relation of plot size to variance. *Forestry: An International Journal of Forest Research* **2016**, 90 (2), 211-218.
- Maleki, K.; Kiviste, A., Effect of sample plot size and shape on estimates of structural indices: A case study in mature silver birch (*Betula pendula* Roth) dominating stand in Järvelja. *Forestry Studies* **2015**, 63 (1), 130.
- Malekshahi, M.; Etemad, V., Moradi, M., Quantitative and qualitative investigation of forest stands regeneration after ten years of implementing of forestry plan (Case Study: Babol-Kenar Forests), 2nd International Conference on Sustainable Development, Solutions and Challenges Focusing on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism, 2015; 4 p. (In Persian)
- McWilliams, W.H.; Bowersox, T.W., Brose, P.H., Devlin, D.A., Finley, J.C., Gottschalk, K.W., Horsley, S., King, S.L., LaPoint, B.M., Lister, T.W., McCormick, L.H., Miller, G.W., Scott, Ch.T., Steele, H., Steiner, K.C., Stout, S.L., Westfall, J.A., White, R.L., Measuring Tree Seedlings and Associated Understory Vegetation in Pennsylvania's Forests. In: McRoberts, Ronald E.; Reams, Gregory A.; Van Deusen, Paul C.; McWilliams, William H.; Cieszewski, Chris J., eds. Proceedings of the fourth annual forest inventory and analysis symposium; Gen. Tech. Rep. NC-252. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station, 2005; p. 21-26.
- Mirschel, F.; Zerbe, S.; Jansen, F., Driving factors for natural tree rejuvenation in anthropogenic pine (*Pinus sylvestris* L.) forests of NE Germany. *Forest ecology and management* **2011**, 261 (3), 683-694.
- Mohammadzadeh, A.; Bagheri, F., Torahi, A.A., Moallemi, N., Investigation of natural regeneration of shisham reservery in khuzistan provience. *Journal of Wood and Forest Science and Technology* **2016**, 23 (2), 65-79. (In Persian)
- Mollashahi, M.; Hosseini, S. M.; Naderi, A., Effect of seed provenances on germination, height and diameter growth of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedlings. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2009**, 17 (1), 107-115.
- Moradi Dirmandrik, SH.; Ramezani Kakroudi, E., Alijanpour, A., Banj Shafiei, A., Quantitative and qualitative characteristics of Arasbaran Forest Protected Area in slope gradient classes. *Journal of Forest Research and Development* **2019**, 1 (1), 1-15. (In Persian)
- Omidi, H.; Mirzaei, J., The Effects of Some Environmental Factors on Natural Regeneration of Trees and Shrubs Species in Zagros Forests (Case Study: Forest of Baye, Ilam). *Journal of Zagros Forests Researches* **2015**, 2 (1), 93-104.
- Pellico Netto, S. P.; Tello, J. C. R.; Wandresen, R. R., Size and shape of sample units in native forests and plantations. *Open Journal of Forestry* **2014**, 2014.
- Shahriari, GH.; Zarin Kafsh, M., Kia Lashaki, A., Babaei Kafaki, S., Ecological investigation (relation between tree and soil) of three natural sites of wild cherry in the forests of northern Iran. *Journal of*

- Agricultural Sciences* **2007**, 13 (2), 367 - 384. (In Persian)
- Shiranpour, B.; Tabari, M.; Hossini, S.; Rezaee, A., Effect of moisture regulation method on viability of wild cherry seeds and determination of its threshold drought tolerance. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2012**, 20 (3), 514-523.
- Tarrahan Sabz Alborz., Review plan of Chafrood basin, district seven, Guilan Department of Natural Resources, Shafarood Forestry Corporation, 2003; 850 p. (In Persian)
- Unger, D.; Stovall, J. P.; Oswald, B. P.; Kulhavy, D.; Hung, I., A test of the mean distance method for forest regeneration assessment. **2014**.
- Vousoghian, A.; Shojaishami, A., Investigation of structure and regeneration of forest trees in logged and non-logged (Case of study: Darabkola Forest of Sari). *Journal of Natural Ecosystems of Iran* **2017**, 7 (4), 69-81. (In Persian)
- Windmuller-Campione, M. A.; Long, J. N., Limber pine (*Pinus flexilis* James), a flexible generalist of forest communities in the intermountain west. *PLoS One* **2016**, 11 (8), e0160324.
- Yegandoost, K., Determining suitable method for investigating the regeneration of wild Cherry (*Prunus Avium* L.), Master thesis, Faculty of Natural Resources, Yazd University, 2018; 66 p. (In Persian)
- Zobeyri, M., 2007. Forest biometrics, University of Tehran Press, Tehran, 416 p. (In Persian)

Evaluating the microplot method to estimating the regeneration density of wild cherry (*Prunus avium* L.)

K. Yegandoost¹ and B. Kiani^{*2}

1- M.Sc. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, I. R. Iran. (kiyan.yegandoost138@gmail.com)

2- Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, I. R. Iran. (bnkiani@yazd.ac.ir)

Received: 06.09.2020 Accepted: 05.12.2020

Abstract

The aim of this study was to investigate the accuracy and precision of single microplot method in estimating the regeneration of wild cherry and introducing an alternative method. For this purpose, after a primary survey, three parcels in district-7 from Shafarood basin, which had mother trees and wild cherry regeneration, were selected. A total of fifty circular plots were taken randomly, in a 150×200 m grid, each 1000 m² area. Four microplots were measured at a radius of 2 m and all the cherry seedlings were counted. A transect, 0.2 m wide and 10 m long was laid in each plot and all of the cherry seedlings under 1.3 m height were counted. In an area of 10,000 m², including 10 randomly selected plots, all wild cherry seedlings were counted and calculated density was considered as control. Based on the results, the sampling error in the clustered-microplot method was minimal (18.69%) and in the transect method was maximum (45.62%). In terms of the accuracy, the clustered-microplot method had the highest accuracy (15.72%) and transect method had the least accuracy (111.74%) in density estimates. One-sample t-test showed that there is a significant difference between transect and single-microplot methods with the control in 5% confidence level, while the clustered-microplot was not statistically different. It can be said that the clustered-microplot method is more superior to single-microplot method and is preferable for accurate and precise estimation of regeneration for rare specieses like wild cherry.

Keywords: Plot, regeneration, sampling, seedling, Shafarood.

* Corresponding author

Tel: +989139144256