Archive of SID

دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران
جلد ۱۴ شماره ۲، صفحه ۸۶-۹۳، (۱۳۹۵)

مدل‌سازی تولید بذر برودار (*Quercus brantii* Lindl.) در جنگل‌های زاگرس در راستای حفاظت از درختان مادری

مهدی پورهاشمی*[۱]، سیدکاظم بردبار[۲]، یحیی خداکرمی[۳] و پریسا پناهی[۴]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
پست الکترونیک: Pourhashemi@rifr-ac.ir

۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۳- پژوهشگر، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

۴- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۲۰

چکیده

تخریب روزافزون جنگل‌های زاگرس تأثیر نامطلوبی بر توان تولید بذر گونه‌های مختلف بلوط وارد کرده است و این نگرانی وجود دارد که ادامه این روند باعث نابودی پایه‌های باارزش بلوط شود. متأسفانه به‌دلیل دشواری اندازه‌گیری، در حال حاضر اطلاعات جامعی از وضعیت تولید بذر این درختان وجود ندارد. پژوهش پیش‌رو با هدف حل این معضل، به ارزیابی یکی از رایج‌ترین و دقیق‌ترین تکنیک‌های برآورد چشمی بذر درختان بلوط به‌نام روش کونیگ (Koenig) در مورد برودار (*Quercus brantii* Lindl.) در جنگل‌های دشت ارژن فارس و داربادام کرمانشاه طی سه سال (۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰) می‌پردازد. در هر منطقه با استفاده از روش نمونه-برداری تصادفی با مونه‌بندی، ۴۰ درخت گزینش و شماره‌گذاری شدند. در نیمه اول شهریور و با استفاده از روش شمارش تاجی کلیه بذرها روی تاج شمارش شدند. سپس با استفاده از روش برآورد چشمی کونیگ، تعداد بذر شمارش شده در مدت ۳۰ ثانیه برای هر درخت به‌صورت چشمی مشخص شد. اندازه‌گیری‌ها طی سه سال تکرار و درنهایت، مدل رگرسیونی خطی ساده بین شمار بذر به‌دست‌آمده از دو روش شمارش تاجی و کونیگ محاسبه شد. ضریب تبیین (R^2) مدل‌ها برای دشت ارژن و داربادام به‌ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۸۲ و خطای جذر میانگین مربعات (*RMSE*) نیز به‌ترتیب ۰/۲۹۲ و ۰/۲۳۰ به‌دست آمد. درمجموع سودمندی روش کونیگ برای درختان برودار تأیید شد. مدل‌های محاسبه شده به‌راحتی امکان برآورد شمار بذر تولیدی درختان برودار را در مناطق مورد مطالعه برای سال‌های آینده با صرف زمان و هزینه کمتر امکان‌پذیر می‌سازند، درنتیجه امکان شناسایی درختان مادری و باارزش بلوط با سهولت بیشتری میسر خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: برآورد چشمی کونیگ، برودار، بذر بلوط، زاگرس.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تجدید حیات جنسی گونه‌های جنگلی دارای پیچیدگی‌ها و قواعد متنوعی می‌باشد که متأثر از نوع گونه و شرایط محیطی است. همواره پرسش‌های مختلفی در مورد تجدیدحیات جنسی مطرح می‌شود، اما تعیین وضعیت بذردهی گونه‌های جنگلی و محاسبه یا برآورد شمار بذر آنها ازجمله اولویت‌های مهم در این زمینه است که بر سایر پژوهش‌ها برتری دارد. جنس بلوط (*Quercus*) نیز از این قاعده مستثنی نیست و جنگلبانان و متخصصان حیات‌وحش به موضوع تولید بذر گونه‌های مختلف بلوط توجه خاصی دارند.

گستره وسیع جنگل‌های زاگرس و غالب بودن گونه‌های مختلف جنس بلوط در این گستره (Sagheb Talebi *et al.*, 2014) از یک‌سو و تخریب روزافزون این بوم‌سازگان ارزشمند همراه با فقدان اطلاعات کامل و جامع از توان تولید بذر بلوط‌های بومی زاگرس از سوی دیگر، لزوم انجام پژوهش‌هایی در مورد تولید بذر درختان بلوط، نوسانات بذردهی و شناسایی درختان مادری را الزامی می‌سازد. تولید بذر در بلوط‌ها رمز بقاء و استمرار تولید بوم‌سازگان‌های جنگلی بلوط و حیوانات وابسته است (DeGraaf *et al.*, 1992; Edwards *et al.*, 1993; Rose *et al.*, 2012).

تعیین شمار بذر درختان بلوط فرآیندی دشوار است، زیرا هم باید به‌طریقی بذر درختان بلوط شمرده شود که نیاز به صرف زمان و هزینه است و هم اینکه معمولاً برای دستیابی به نتایج بهینه این‌گونه مطالعات باید حداقل در یک بازه زمانی میان‌مدت انجام شود (Gysel, 1956)، به‌همین دلیل پژوهش‌های انجام‌شده درمورد تعیین یا برآورد شمار بذر درختان بلوط بومی زاگرس بسیار محدود است. این درحالیست که شناسایی پایه‌های مادری بلوط در راستای تأمین تمهیدات لازم برای حفاظت از آنها الزامیست. شمار این پایه‌های ارزشمند روزبروز در حال کاهش است و عدم توجه به آنها، بیم نابودی آنها را در آینده نزدیک به‌همراه دارد.

تعیین شمار بذر درختان بلوط با استفاده از روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است. دقیقترین و در عین حال دشوارترین روش، شمارش درختی یا تاجی است که به‌صورت شمارش کلیه بذرها روی تاج درخت انجام می‌شود (Gysel, 1956). به‌دلیل دشواری اجرای روش شمارش تاجی، روش‌های نمونه‌گیری همانند استفاده از تله‌های بذر و یا شمارش بذر در سطح یا حجم مشخصی از تاج درخت (Wolff, 1996) کاربرد بیشتری پیدا کرده‌اند. نقطه اوج روش‌های برآورد شمار بذر درختان بلوط که از اوایل قرن گذشته معرفی شده و مورد استفاده قرار گرفتند، روش‌های برآورد چشمی بودند که با هدف کاهش هزینه‌های کارگری و همچنین دستیابی به نتایج قابل قبول در مدت زمان کوتاه‌تر، ابداع شدند. نتایج این روش‌ها منجر به ارائه شاخص تولید بذر می‌شود که بیانگر توان تولید بذر یک گونه در منطقه مشخصی است (Snow, 1940; Uhlig, 1952; Wright, 1953; Whitehead, 1969; Christisen & Kearby, 1984; Mcdonald, 1992, Pons & Pausas, 2012).

کونیگ در سال ۱۹۹۴ یک روش چشمی برای برآورد بذر درختان بلوط ابداع و معرفی کرد که نتایج آن برخلاف سایر روش‌های مشابه به‌صورت مدل ارائه می‌شود (Koenig *et al.*, 1994). در این مدل متغیر مستقل، بذر شمارش شده در مدت زمان ۳۰ ثانیه است که مطابق با شیوه‌نامه این روش به‌دست می‌آید و متغیر وابسته شمار بذر واقعی درخت است که با استفاده از روش شمارش تاجی یا یکی از روش‌های نمونه‌گیری مانند تله‌های بذر به‌دست می‌آید. درصورتی‌که برای یک گونه بلوط در یک منطقه مشخص این مدل محاسبه شود، برای سال‌های آینده می‌توان فقط با شمارش بذر در مدت زمان ۳۰ ثانیه به برآورد به‌نسبت دقیقی از شمار بذر واقعی این گونه در همان منطقه دست یافت. روش کونیگ درحال حاضر یکی از متداول‌ترین و دقیق‌ترین روش‌های برآورد چشمی بذر درختان بلوط است و در مورد گونه‌های مختلف بلوط، مدل‌سازی شمار بذر با استفاده از این روش انجام شده است (Koenig *et al.*, 1994; Perry & Thill, 1999; García-Mozo *et al.*, 2007; Masaki & Abe, 2008, Carevic *et al.*, 2014; Koenig *et al.*, 2015). در تمام پژوهش‌های مذکور برای

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین شمار بذر واقعی درخت (متغیر وابسته) از روش نمونه‌برداری با تله‌های بذر استفاده شده است.

متأسفانه پژوهش‌های داخلی درمورد تعیین یا برآورد شمار بذر درختان بلوط به‌دلیل دشواری‌های اندازه‌گیری و طولانی بودن بازه نمونه‌برداری بسیار محدود است. در تنها پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور، مدل‌های رگرسیونی خطی ساده‌ای با ضریب تبیین‌های ۰/۶۹ و ۰/۶۰ به‌ترتیب برای برآورد شمار بذر مازودار (*Q. infectoria*) و برودار (*Q. brantii*) در جنگل‌های شهرستان بانه استان کردستان محاسبه شد (Pourhashemi *et al.*, 2011, 2013).

در پژوهش پیش‌رو سعی شد ضمن ارزیابی دقت روش کونیگ، مدل مناسبی برای برآورد شمار بذر درختان برودار در بخش‌هایی از جنگل‌های استان‌های فارس و کرمانشاه ارائه شود تا شرایط لازم برای برآورد درازمدت توان تولید بذر این گونه در مناطق مورد مطالعه با استفاده از مدل ارائه شده فراهم شود. در صورتی‌که مدل به‌دست‌آمده از دقت کافی برخوردار باشد، می‌توان برای سال‌های آینده و پژوهش‌های بعدی از مدل مذکور برای برآورد بذر درختان همان گونه در مناطق مورد مطالعه استفاده کرد. در نتیجه در سال‌های بعد هزینه‌های زمانی و کارگری بسیار ناچیز خواهد بود. از سوی دیگر کسب نتایج قابل قبول می‌تواند برای گسترش کاربرد روش کونیگ در سایر مناطق انتشار گونه‌های مختلف بلوط دلایل کافی را ارائه کند و زمینه‌های لازم برای شناسایی درختان مادری و ارزشمند بلوط را فراهم سازد. مجموعه این عامل‌ها در نهایت منجر به طرح‌ریزی برنامه‌های حفاظتی برای نگهداری و مراقبت این پایه‌ها خواهد شد.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه

پژوهش پیش‌رو طی سه سال (۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰) در بخشی از جنگل‌های دشت‌ارژن شیراز واقع در استان فارس و دارابادام گیلان غرب واقع در استان کرمانشاه در مورد گونه برودار انجام شد. منطقه مورد مطالعه در دشت ارژن در محدوده جغرافیایی ″۱۴ ′۵۰ °۵۱ تا ″۴۴ ′۵۰ °۵۱ طول شرقی و ″۴۹ ′۳۷ °۲۹ تا ″۰۱ ′۳۸ °۲۹ عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع از سطح دریای منطقه اجرای طرح ۲۲۰۰ متر بوده و در دامنه شمالی و شمال شرقی قرار گرفته است.

میانگین بارندگی سالانه منطقه براساس جدیدترین آمار آب و هوایی ایستگاه شیراز (۱۳۷۵ تا ۱۳۹۳) ۳۰۸/۶ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۱۸/۶ درجه سانتی‌گراد است. منطقه مورد مطالعه در دارابادام در محدوده جغرافیایی ″۱۹ ′۲۵ °۴۶ تا ″۲۳ ′۲۵ °۴۶ طول شرقی و ″۰۶ ′۰۱ °۳۴ تا ″۱۲ ′۰۱ °۳۴ عرض شمالی ، دامنه شمالی و در ارتفاع ۱۷۴۰ متری از سطح دریا واقع شده است. میانگین بارندگی سالانه این منطقه براساس جدیدترین آمار آب و هوایی ایستگاه گیلان غرب (۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳) ۴۲۹/۸ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۲۲ درجه سانتی‌گراد است (Anonymous, 2016).

روش پژوهش

در هر منطقه ۴۰ درخت نمونه با استفاده از روش نمونه-برداری تصادفی با مونه‌بندی گزینش شدند و پس از شماره‌گذاری، موقعیت آنها با استفاده از GPS ثبت شد تا در سال‌های مورد مطالعه بازیابی آنها با سهولت امکان‌پذیر باشد. برای این منظور، پس از جنگل‌گردشی‌های اولیه حد پایین و بالای قطر برابر سینه درختان برودار در مناطق مورد مطالعه مشخص شد. سپس دامنه قطری موجود در هر منطقه به طبقه‌های پنج سانتی‌متری تقسیم‌بندی شد و ۴۰ درخت نمونه طوری انتخاب شدند که در هر طبقه قطری حداقل دو درخت اندازه‌گیری شود. تعداد طبقه‌های قطری در جنگل دشت ارژن و دارابادام به‌ترتیب پنج و هشت بود.

برای درختان نمونه به ویژگی‌های بالغ بودن، تک‌پایه بودن، دارا بودن حداقل قطر برابر سینه ۱۵ سانتی‌متر و عدم هم‌پوشانی تاج درختان مجاور توجه شد (Healy *et al.*, 1999; Garrison *et al.*, 1998). از آنجایی‌که برای محاسبه مدل رگرسیونی پیشنهادی کونیگ ضروریست برای اولین بار در منطقه مورد مطالعه مقدار متغیر وابسته (شمار واقعی بذر

www.SID.ir

Archive of SID

درختان گونه مورد نظر) با استفاده از روش شمارش تاجی یا یکی از روش‌های مختلف نمونه‌برداری مشخص یا برآورد شود، در این پژوهش با توجه به کم بودن ارتفاع درختان و وجود کارگران محلی زبده، برای تعیین مقدار واقعی بذر درختان از دقیق‌ترین روش یعنی شمارش تاجی استفاده شد و بذر درختان نمونه روی تاج شمارش شد.

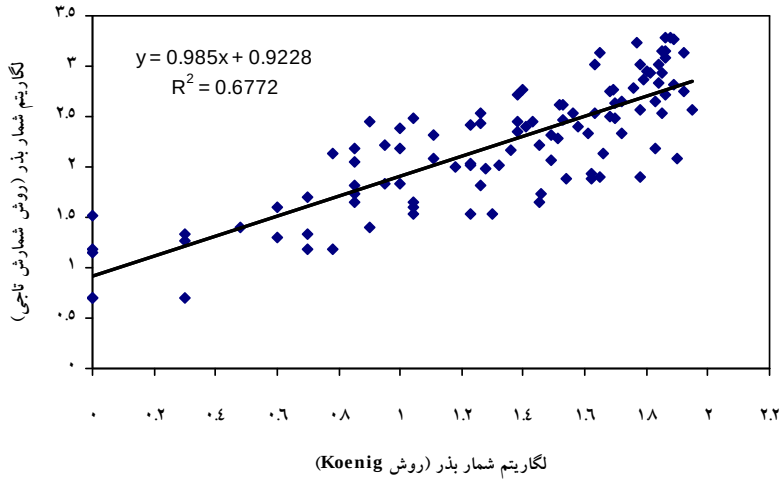
برای اجرای روش کونیگ ابتدا با چشم غیرمسلح تاج زنده هر درخت به دو نیمه زبرین و زیرین تقسیم شد. سپس هر نیمه به سه قطاع تقسیم شده و به‌طور کاملاً تصادفی یک قطاع از هر نیمه برای شمارش بذرها انتخاب شد. یک مشاهده‌کننده ابتدا در مدت ۱۵ ثانیه بذرهای قابل مشاهده یکی از قطاع‌های منتخب را شمارش کرد. سپس همین شخص در مدت ۱۵ ثانیه دیگر همین کار را برای قطاع منتخب دوم انجام داد و از مجموع دو عدد، تعداد بذرهای شمارش شده در مدت ۳۰ ثانیه محاسبه شد که اصطلاحاً در این روش به آن N_{30} گفته می‌شود (Koenig *et al.*, 1994). بین این عدد با عدد به‌دست‌آمده از روش شمارش تاجی معادله رگرسیونی خطی ساده محاسبه شد. شمارش بذرها در نیمه اول شهریور (قبل از شروع ریزش اولین بذرها) انجام شد و طی سه سال مورد بررسی تکرار شد، بنابراین درمجموع داده‌های شمار بذر ۱۲۰ درخت در محاسبات وارد شد. درضمن، با توجه به اینکه بذر گونه برودار دوساله بالغ می‌شود (Djavanchir Khoei, 1969)، برای شمارش بذرها رویش سال پیشین شاخه‌ها مورد توجه قرار گرفت.

برای تعیین مدل رگرسیونی، ابتدا ابرنقاط دو متغیر شمار بذر در صفحه دو محور مختصات ترسیم شد. سپس داده‌های پرت مشخص و حذف شدند و مدل رگرسیونی خطی ساده محاسبه شد. نرمال بودن توزیع مقادیر خطا (باقی‌مانده‌ها) با استفاده از آزمون شاپیرو- ویلک انجام شد. شایان ذکر است که در مدل‌سازی به روش کونیگ چون معمولاً توزیع مقادیر خطا برای داده‌های اصلی شمار بذر نرمال نمی‌شود، لگاریتم داده‌ها در مدل‌سازی استفاده می‌شود (Koenig *et al.*, 1994).

نتایج

مدل‌های خطی ساده محاسبه‌شده برای مناطق مورد مطالعه در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده‌اند. میزان ضریب تبیین به‌دست‌آمده بیانگر این بود که مدل برازش داده شده در دشت ارژن ۶۸ درصد و در داربادام ۸۲ درصد تغییرات متغیر مورد بررسی را نشان می‌دهد. مقدار خطای جذر میانگین مربعات نیز برای دشت ارژن و داربادام به‌ترتیب ۰/۲۹۲ و ۰/۲۳۰ به‌دست آمد.

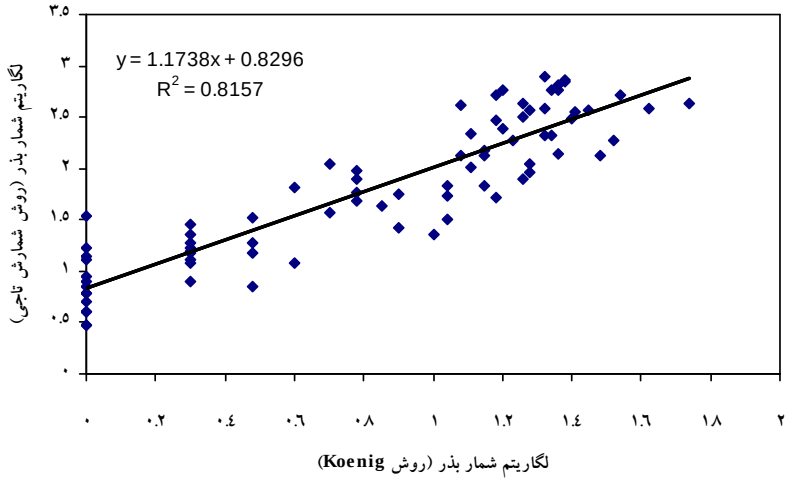
سطح معنی‌داری به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس نشان داد که مدل‌های محاسبه شده در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱).



شکل ۱- ابر نقاط و مدل رگرسیونی لگاریتم شمار بذر (روش کونیگ) با لگاریتم شمار بذر (شمارش تاجی) در دشت ارژن

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- ابر نقاط و مدل رگرسیونی لگاریتم شمار بذر (روش کونیگ) با لگاریتم شمار بذر (شمارش تاجی) در جنگل داربادام

جدول ۱- تجزیه واریانس مدل رگرسیونی لگاریتم شمار بذر (روش کونیگ) با لگاریتم شمار بذر (شمارش تاجی) در مناطق مورد مطالعه

منطقه	مدل	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
دشت ارژن	رگرسیون	۱	۱۸/۴۹۱	۱۸/۴۹۱	۲۱۶/۰۴۱	۰/۰۰۰**
	باقیمانده	۱۰۳	۸/۸۱۶	۰/۸۶		
	مجموع	۱۰۴	۲۷/۳۰۶			
داربادام	رگرسیون	۱	۱۸/۰۴۶	۱۸/۰۴۶	۳۴۰/۷۰۱	۰/۰۰۰**
	باقیمانده	۷۷	۴/۰۷۸	۰/۰۵۳		
	مجموع	۷۸	۲۲/۱۲۴			

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

آزمون معنی‌دار بودن ضریب‌های مدل‌های محاسباتی نیز در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به مقادیر سطح معنی‌داری مشخص شد که تمام ضریب‌های دو مدل در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار هستند.

نتایج بررسی نرمال بودن توزیع باقی‌مانده‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده مشخص شد که باقیمانده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند.

جدول ۲- ضریب‌های رابطه رگرسیونی بدست‌آمده و آزمون معنی‌داری آنها در مناطق مورد مطالعه

منطقه	مدل	ضریب‌های استانداردنشده		ضریب‌های استانداردشده	t	معنی‌داری
		B	اشتباه معیار	Beta		
دشت ارژن	مقدار ثابت	-۰/۲۱۰	۰/۱۰۸		-۱/۹۴۹	۰/۰۴۵*
	$Log N_{30}$	۰/۶۸۷	۰/۰۴۷	۰/۸۲۳	۱۴/۶۹۸	۰/۰۰۰**
داربادام	مقدار ثابت	-۰/۴۲۴	۰/۰۷۳		-۵/۸۴۲	۰/۰۰۰**
	$Log N_{30}$	۰/۶۹۵	۰/۰۳۸	۰/۹۰۳	۱۸/۴۵۸	۰/۰۰۰**

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ *معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج بررسی نرمال بودن توزیع باقی‌مانده‌ها در دو منطقه مورد مطالعه

منطقه	درجه آزادی	آماره شاپیرو- ویلک	سطح معنی‌داری
دشت ارژن	۱۰۵	۰/۹۹۱	۰/۷۱۶
داربادام	۷۹	۰/۹۸۳	۰/۳۷۸

بحث

در مدل‌سازی به روش کونیگ همواره سعی می‌شود مدل ساده‌ای انتخاب شود که ضمن سهولت استفاده، دقت لازم آماری را نیز داشته باشد، بنابراین در پژوهش‌های مختلف مدل‌های معرفی شده، مدل‌های ساده خطی هستند. علاوه‌براین، در بیشتر پژوهش‌ها برای تعیین متغیر وابسته از روش تله-گذاری استفاده می‌شود و ارتباط رگرسیونی بین روش کونیگ با روش تله‌گذاری بررسی می‌شود، اما در برخی پژوهش‌ها مشاهده شده است که از روش‌های دیگری مانند روش شمارش تاجی و یا روش‌های نمونه‌برداری شاخه‌ای استفاده شده است. در تنها پژوهش داخلی مدل رگرسیونی خطی ساده y =۱/۳۸۵ x +۱/۲۱۲ با ضریب تبیین ۰/۶۹ برای گونه مازودار در جنگل‌های شهرستان بانه استان کردستان معرفی شد که متغیر وابسته آن شمار بذر به‌دست‌آمده از روش شمارش تاجی بود (Pourhashemi *et al.*, 2011). در پژوهش دیگری در جنگل‌های ژاپن، شمار بذر واقعی درخت با استفاده از روش نمونه‌برداری شاخه‌ای Mizui به‌دست آمد (Masaki & Abe, 2008). در این پژوهش رابطه رگرسیونی توانی $y = 1.47\ x^{0.35}$ محاسبه شد که به‌کمک آن می‌توان با استفاده از روش کونیگ (متغیر مستقل)، شاخص Mizui (متغیر وابسته) را که بیانگر تولید بذر درختان *Q. crispula* است، محاسبه کرد. در رابطه فوق y بیانگر تعداد بذر شمارش‌شده در ۳۰ ثانیه (روش کونیگ) و x نشان‌دهنده شمار بذر ۵۰ سانتی‌متر انتهایی شاخه (روش Mizui) است.

Koenig و همکاران (۱۹۹۴) پس از ۱۲ سال مطالعه در مورد ۲۵۰ اصله درخت بلوط از شش گونه مختلف (*Q. lobata*، *Q. douglasii*، *Q. agrifolia*، *Q. kelloggii*، *Q. chrysolepsis* و دورگ *Q. lobata* × *Q. douglasii*) در جنگل‌های بلوط کالیفرنیای مرکزی در آمریکا علاوه‌بر معرفی روش ابداعی خود، مدل‌های خطی ساده‌ای را با ضریب‌های تبیین بین ۰/۲۱ تا ۰/۸۲ ارائه کردند که در اکثر موارد نتایج حاکی از دقت قابل قبول این مدل‌ها داشت. پژوهشگران فوق در سال ۲۰۱۵ با استفاده از روش ابداعی خود، تولید بذر ۲۵۰ اصله درخت بلوط از پنج گونه فوق‌الذکر (به‌جز گونه دورگ) را طی ۳۴ سال (۱۹۸۰ تا ۲۰۱۳) در همین منطقه بررسی کردند (Koenig *et al.*, 2015). در پژوهشی دیگر با استفاده از روش Koenig و نیز روش تله‌گذاری، بذردهی ۲۰ اصله درخت *Q. kelloggii* بررسی شد و مدل رگرسیونی خطی y = 1.885 x + 3.132 برای محاسبه زی‌توده کل بذرهای تولیدی درختان بلوط با استفاده از شمار بذر به‌دست‌آمده در ۳۰ ثانیه محاسبه شد که در آن Y زی‌توده کل بذرهای تولیدی درخت و X تعداد بذر شمارش شده در مدت زمان ۳۰ ثانیه بود (Garrison *et al.*, 1998). ، روش کونیگ برای مدل‌سازی تولید بذر با استفاده از داده‌های ۱۰۵ اصله *Q. alba* در ۴ توده آمیخته سوزنی‌برگ- پهن‌برگ با دو تیمار توده‌های دخالت-نشده و توده‌هایی که برداشت ضعیفی در آنها انجام شده است، نیز استفاده شد. در این پژوهش مدل رگرسیونی خطی ساده y =۱/۱۳ x +۰/۰۵ با ضریب تبیین ۰/۷۰ محاسبه شد که بیانگر دقت قابل قبول روش کونیگ بود (Perry & Thill, 1999). همچنین، درمورد گونه *Q. ilex* ssp. *ballota* در درختزارهای جنوب غربی اسپانیا با استفاده از روش کونیگ، سه مدل خطی برای برآورد تولید بذر (وزن تر) به‌ترتیب برای سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۰۷، ۲۰۰۹-۲۰۰۸ و ۲۰۱۰-۲۰۰۹ با ضریب تبیین‌های ۰/۵۳۲، ۰/۷۸۷ و ۰/۷۵۱ ارائه شد (Carevic *et al.*, 2014).

دو نکته مهمی که در روش کونیگ باید به آن توجه کرد، انتخاب روش نمونه‌برداری (روش انتخاب درختان نمونه) و بازه زمانی مورد مطالعه است که بر تعداد درخت نمونه

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیرگذارند. درمورد روش نمونه‌برداری دو حالت کلی نمونه‌برداری تکراری و غیرتکراری وجود دارد. در نمونه‌برداری تکراری، در سال اول آماربرداری، تعدادی درخت انتخاب می‌شوند و روش کونیگ درمورد آنها اجرا می‌شود. در سال‌های بعد نیز همین درختان مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرند. به‌عبارت دیگر درختان ثابتی در طول دوره آماربرداری شمارش بذر می‌شوند، اما در روش نمونه‌برداری غیرتکراری برخلاف روش پیشین، هرساله درختان جدیدی شمارش بذر می‌شوند.

روش نمونه‌برداری تکراری نسبت به روش غیرتکراری دو مزیت عمده دارد: یکی اینکه در روش تکراری ضمن اینکه وضعیت تولید بذر توده جنگلی مورد مطالعه مشخص می‌شود، الگوهای بذردهی درختان نمونه نیز قابل بررسی است. با توجه به اینکه بلوط‌ها دارای سیکل بذردهی هستند، این مزیت روش نمونه‌برداری تکراری به شناسایی این سیکل کمک شایانی خواهد کرد. دوم اینکه در روش تکراری چون درختان نمونه در سالیان مختلف ثابت هستند، خطاهای ناشی از تغییر کیفیت و ویژگی‌های ذاتی درختان نمونه و تأثیر آن بر توان تولید بذر کاهش می‌یابد، درنتیجه نوسانات سالانه بذردهی مشخص‌تر خواهد شد (Koenig *et al.*, 1994). تفاوت اصلی تنها پژوهش داخلی انجام شده توسط Pourhashemi و همکاران (۲۰۱۱) که در منطقه هلو شهرستان بانه انجام شد، با پژوهش پیش‌رو نیز این است که در پژوهش اشاره‌شده، روش نمونه‌برداری غیرتکراری (نمونه‌برداری فقط در سال ۱۳۸۸) استفاده شد، درحالی‌که در پژوهش پیش‌رو نمونه‌برداری تکراری طی سه سال مورد استفاده قرار گرفت.

زمانی‌که روش نمونه‌برداری مورد استفاده نمونه‌برداری تکراری باشد، برای دست‌یابی به یک دقت مشخص نیاز به تعداد درختان نمونه کمتری نسبت به حالتی است که روش نمونه‌برداری غیرتکراری انتخاب شود. به‌عنوان مثال، Koenig و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند که در یک بازه زمانی ۵ ساله برای اینکه بتوان به ۹۵ درصد دقت واقعی دست پیدا کرد، در روش تکراری انتخاب ۲۵ درخت کافیست، درحالی‌که در روش نمونه‌برداری غیرتکراری برای دست‌یابی به همین دقت باید ۴۵ درخت شمارش بذر شوند. علاوه‌براین، هرچه بازه زمانی مورد مطالعه بیشتر باشد، با تعداد درخت نمونه کمتری می‌توان به دقت مشخصی دست یافت. به‌عنوان مثال، در پژوهش مذکور مشخص شد که در روش نمونه‌برداری غیرتکراری برای دست‌یابی به ۹۵ درصد دقت واقعی در یک بازه زمانی ۵ ساله نیاز به شمارش بذر ۴۵ اصله درخت نمونه می‌باشد، درحالی‌که با افزایش بازه زمانی مورد مطالعه به ۱۴ سال، با شمارش بذر فقط ۴ اصله درخت می‌توان به همین دقت دست یافت. با توجه به مستندات فوق، برای پژوهش پیش‌رو که روش نمونه‌برداری تکراری درنظر گرفته شده بود، ۴۰ درخت انتخاب شد تا نتایج قابل اطمینان‌تر و دقیق‌تر باشد.

درمجموع، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش پیش‌رو و نتایج پژوهش‌های مشابه در سایر نقاط دنیا می‌توان بیان کرد که روش برآورد چشمی کونیگ از دقت کافی برخوردار است و در صورتی‌که شیوه‌نامه این روش به‌دقت رعایت شود، می‌توان با صرف هزینه بسیار کم و در مدت زمان کوتاه، در یک فرآیند نسبتاً طولانی وضعیت تولید بذر درختان بلوط را با استفاده از مدل‌های بسیار ساده مورد پایش قرار داد. در نتیجه می‌توان برای هر گونه بلوط در هر منطقه، اطلاعات باارزشی از قبیل سیکل بذردهی، نوسان‌های بذردهی بین پایه‌های مختلف و بین سال‌های مختلف را به‌دست آورد. تکرار پژوهش پیش‌رو در مورد گونه برودار در سایر مناطق انتشار این گونه در جنگل‌های زاگرس و همچنین سایر گونه‌های بلوط بومی می‌تواند زمینه‌ساز اطلاعات مفیدی درمورد تجدیدحیات جنسی بلوط‌ها و شناسایی درختان مادری و بذرده شود.

سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از اعتبارات و امکانات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های فارس و کرمانشاه انجام شده است که جا دارد از مسئولین محترم کمال تشکر و قدردانی به‌عمل آید. همچنین ضروریست از همکاری صمیمانه کلیه عزیزانی که در مراحل مختلف اجرای این پژوهش یاریگر ما بودند، سپاسگزاری شود.

www.SID.ir

Archive of SID

References

- Anonymous, 2016. The data of Iran Meteorological Organization. http://www.irimo.ir.
- Carevic, F.S., Alejano, R., Fernández, M. and Martín, D., 2014. Assessment and comparison of the visual survey method for estimating acorn production in holm oak (*Quercus ilex* ssp. *ballota*) open woodland of Southwestern Spain. Arid Land Research and Management, 28: 102-108.
- Christisen, D.M., and Kearby, W.H., 1984. Mast measurement and production in Missouri (with special references to acorns), Missouri Department of Conservation, Terrestrial Series 13, Missouri.
- DeGraaf, R.M., Yamasaki, M., Leak, W.B. and Lanier, J.W., 1992. New England wildlife: management of forested habitats. USDA Forest Service, General Technical Report NE-144, 271p.
- Djavanchir Khoei, K., 1969. The new classification of genus *Quercus*. Bulletin of Faculty of Forestry, University of Tehran, 17: 113-121.
- Edwards, J.W., Guynn, D.C.Jr. and Loeb, S.C., 1993. Seasonal mast availability for wildlife in the Piedmont Region of Georgia. USDA Forest Service, Research Paper SE-287, 13p.
- García-Mozo, H., Gómez-Casero, M.T., Domínguez, E., and Galán, C., 2007. Influence of pollen emission and weather-related factors on variations in holm-oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) acorn production. Environmental and Experimental Botany, 61: 35-40.
- Garrison, B.A., Wachs, R.L., Jones, J.S. and Triggs, M.L., 1998. Visual counts of acorns of California black oak (*Quercus kelloggii*) as an indicator of mast production. Western Journal of Applied Forestry, 13: 27-31.
- Gysel, L.W., 1956. Measurement of acorn crops. Forest Science, 2(1): 305-313.
- Healy, W.M., Lewis, A.M., and Boose, E.F., 1999. Variation of red oak acorn production. Forest Ecology and Management, 116: 1-11.
- Koenig, W.D., Knops, J.M.H., Carmen, W.J., Stanback, M.T., and Mumme, R.L., 1994. Estimating acorn crops using visual surveys. Canadian Journal of Forest Research, 24: 2105-2112.
- Koenig, W.D., Walters, E.L., Knops, J.M.H. and Carmen, W.J., 2015. Acorns and acorn woodpeckers: Ups and downs in a long-term relationship. General Technical Report PSW-GTR-251, pp: 23-33.
- Masaki, T., and Abe, S., 2008. A test of visual assessment of crop size of *Quercus crispula* using a binocular. Journal of the Japanese Forest Society, 90(4): 241-246.
- McDonald, P.M., 1992. Estimating seed crops of conifer and hardwood species. Canadian Journal of Forest Research, 22: 832-838.
- Perry, R.W. and Thill, R.E., 1999. Estimating mast production: an evaluation of visual surveys and comparison with seed traps using white oaks. Southern Journal of Applied Forestry, 16(3): 164-169.
- Pons, J., and Pausas, J.G., 2012. The coexistence of acorns with different maturation patterns explains acorn production variability in Cork oak. Oecologia, 169(3): 723-731.
- Pourhashemi, M., Panahi, P. and Zande Basiri, M., 2013. Investigation on the relationships between morphological characters of Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) trees with acorn crops in Baneh forests. Iranian Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 26(3): 257-266.
- Pourhashemi, M., Zande Basiri, M., and Panahi, P., 2011. Estimation of acorn production of gall oak *(Quercus infectoria* Olivier) in Baneh forests by Koenig visual method. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(2): 194-205.
- Rose, A.K., Greenberg, C.H. and Fearer, T.M., 2012. Acorn production prediction models for five common oak species of the eastern United States. The Journal of Wildlife Management, 76(4): 750-758.
- Sagheb Talebi, Kh., Sajedi, T., and Pourhashemi, M., 2014. Forests of Iran: A Treasure from the Past, A Hope for the Future, Springer.
- Snow, A.G., 1940. Seed crop report for forest trees in northeast. Northeastern Forest Experiment Station, Pa: U.S. Forest Service, Upper Darby.
- Uhlig, H.G., and Wilson, H.L., 1952. A method of evaluating an annual mast index. The Journal of Wildlife Management, l6(3): 338-343.
- Whitehead, J.R., 1969. Oak mast yields on wildlife management areas in Tennessee. Tennessee Wildlife Resources Agency, Nashville, TN., Tennessee.
- Wolff, J.O., 1996. Population fluctuations of mast-eating rodents are correlated with production of acorns. Journal of Mammalogy, 77: 850-856.
- Wright, J.W., 1953. Notes on flowering and fruiting of northeastcrn trees. Northeastern Forest Experiment Station, Pa: U.S. Forest Service, Upper Darby, Paper No: 60.

www.SID.ir