

معرفی شاخص اجتماع پذیری بذر در ارزیابی پایداری بانک بذر خاک

اعظم نورایی، امید اسماعیل زاده*، سید غلامعلی جلالی و حامد اسدی
گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

چکیده

در پژوهش حاضر، کاربرد ضریب اجتماع پذیری بذر در ارزیابی پایداری بانک بذر خاک در جنگل حفاظت شده سفید پلت پارک جنگلی نور بررسی گردید. نمونه برداری از پوشش گیاهی رو زمینی در خردادماه سال ۱۳۸۹ هنگامی که ترکیب پوشش گیاهی منطقه در اوج بود به روش سیستماتیک-انتخابی انجام شد. نمونه برداری از بانک بذر خاک طی سه دوره زمانی با استفاده از یک قاب ۴۰۰ سانتی متر مربعی در دو عمق (۵-۰ و ۵-۱۰ سانتی متری) در ۴ تکرار در هر قطعه نمونه انجام شد و با استفاده از روش کشت گلخانه‌ای، ترکیب گیاهی بانک بذر خاک تعیین گردید. نتایج نشان داد ۴۲/۲ درصد از ترکیب گیاهی منطقه در گروه بانک بذر موقتی طبقه‌بندی شده، ۵۷/۸ درصد باقی مانده در گروه بانک بذر پایدار بودند که بیشتر آنها مربوط به گونه‌های مراحل اولیه توالی بوده، تنها سه گونه درختی *Ficus carica*، *Morus alba* و *Alnus glutinosa* قادر به تشکیل بانک بذر دائمی بودند. آزمون نیکویی برازش مربع کای ($X^2 = 60/2$) در بررسی استقلال نتایج دو روش طبقه‌بندی ضریب اجتماع پذیری بذر و الگوی توزیع عمقی بذر نشان داد که نتایج این دو روش با احتمال ۹۹ درصد از یکدیگر مستقل نبوده، با یکدیگر انطباق دارند. در این ارتباط، میزان تطابق و همبستگی دو روش مزبور بر مبنای ضریب کاپا و ضریب همبستگی اسپیرمن ۸۵/۲ درصد برآورد شد. بنابراین، نتیجه‌گیری شد که طبقه‌بندی بانک بذر خاک بر اساس الگوی اجتماع پذیری بذر می‌تواند به عنوان روشی جدید در طبقه‌بندی بانک بذر خاک رویشگاه‌های جنگلی کاربرد داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: طبقه‌بندی بانک بذر خاک، پایداری، ضریب اجتماع پذیری بذر (SAI)

مقدمه

بانک بذر خاک، بخشی از فلور یک منطقه است (Erfanzadeh et al., 2012) که فقدان مطلوب آن به دلیل پراکنش محدود و قوه نامیه پایین بذر در بسیاری از گونه‌ها به عنوان عاملی محدود کننده در احیای اکوسیستم‌ها حتی در شرایط مدیریت بهینه عمل کرده،

امروزه افزایش تقاضا برای کسب اطلاعات بیشتر در زمینه بانک بذر خاک برای اهداف علمی، چشم‌اندازهای مدیریتی و اجرایی برای تصمیم‌گیری در رویشگاه‌ها وجود دارد (Holzel and Otte, 2004).

گونه‌ها با بانک بذر موقت به خصوص با رویشگاه‌های تکه تکه شده (patch habitat) افزایش می‌یابد. مرور منابع نشان می‌دهد که بانک بذر خاک به عنوان عاملی کلیدی در بازسازی اکوسیستم‌ها نقش دارد و شناخت آن، موجب ارتقای طرح‌های مدیریت پوشش گیاهی می‌شود. با وجود این، متأسفانه اطلاعات در زمینه نوع بانک بذر خاک و میزان پایداری بذور در بسیاری از گونه‌ها ناشناخته مانده است (Thompson *et al.*, 1997).

Thompson (۱۹۹۳) برای تعیین میزان پایداری بذور در گونه‌های مختلف طرح طبقه‌بندی بانک بذر را در سه گروه و صرفاً بر اساس طول عمر بذور ارائه کردند (Fenner and Thompson, 2005). در این طرح طبقه‌بندی، بذور گونه‌های زود گذر کمتر از یک سال در خاک زنده باقی می‌مانند، بذور گونه‌های با پایایی کوتاه مدت (short term persistent) برای حداقل یک سال اما کمتر از پنج سال در خاک ماندگار هستند در حالی که گونه‌های با پایایی دراز مدت (long term persistent) برای حداقل پنج سال پایدار می‌مانند. سرانجام، Thompson و همکاران (۱۹۹۷) با ارائه کلید طبقه‌بندی که در آن طول عمر بذور با توجه به اعماق خاک بیان می‌شود، طرح طبقه‌بندی بانک بذر خاک را به صورت کاربردی ارائه کردند. در واقع، این گروه‌بندی بر مبنای این فرضیه که بذور عمقی مدفون شده در مقایسه با بذور نزدیک سطح خاک از طول عمر بیشتری برخوردار هستند شکل گرفته است. اما گاهی اوقات کاربرد الگوی طبقه‌بندی Thompson و همکاران (۱۹۹۷) در رویشگاه‌های پر شیب و یا سنگلاخی که ممکن است امکان استخراج و یا تفکیک

خطر انقراض را در بسیاری از گونه‌ها افزایش می‌دهد (Bekker and Berendse, 1999). بوم‌شناسان و زیست‌شناسان به طور فزاینده‌ای به نقشی که بانک بذر خاک در حفظ تنوع زیستی و ژنتیکی جمعیت‌ها و جوامع گیاهی ایفا می‌کند، آگاه شده‌اند (Templeton and Levin, 1979) و همکاران (۱۹۸۹) دریافتند که در طیف گسترده‌ای از زیستگاه‌ها از رویشگاه‌های جنگلی تا مناطق بیابانی، تأخیر در جوانه‌زنی از مشخصه‌های بسیاری از گونه‌های گیاهی است. این ویژگی به گیاهان این امکان را می‌دهد که در صورت مرگ و میر در پوشش گیاهی روزمینی یک منطقه به صورت ذخیره‌ای از بذور رویش نیافته درون خاک آن منطقه باقی مانده، در نتیجه خطر انقراض آنها کاهش یابد (Thompson and Grime, 1979). در تعریف بانک بذر خاک که توسط Templeton و Levin (۱۹۷۹) ارائه شد بر نقش بانک بذر خاک پایدار در حفاظت از تنوع ژنتیکی ترکیب پوشش گیاهی تأکید فراوان شده است و شناخت آن به عنوان بخشی از بانک ژنتیکی رویشگاه‌های طبیعی لازم و ضروری قلمداد می‌شود. اهمیت بانک بذر خاک دایمی در تداوم حیات گونه‌های گیاهی و به تبع آن بقای جوامع گیاهی توسط محققان کشاورزی و بوم‌شناسی حتی پیش از آن که تعریف جامعی از آن ارائه گردد شناخته شده بود (Baskin and Baskin, 1998). بانک بذر خاک دایمی ضامن حفظ بقای گونه‌های گیاهی رویشگاه‌ها به هنگام بروز شرایط مخرب طبیعی و حتی پس از تخریب کلی یک رویشگاه است (Esmailzadeh *et al.*, 2010b). مطالعات Stockline و Fischer (۱۹۹۹) نشان داد که خطر انقراض محلی

همکاران (۱۹۹۷)، قابلیت الگوی SAI در ارزیابی ماندگاری بانک بذر خاک را برای نخستین بار در ایران ارائه نماید. الگوی پیشنهادی SAI می تواند زمانی که روش طبقه بندی عمقی بانک بذر خاک در تشریح ماندگاری بانک بذر خاک با محدودیت همراه است، روشی جایگزین در ارزیابی پایداری بانک بذر خاک باشد.

روش تحقیق

منطقه مطالعه شده

منطقه حفاظت شده سفید پلت با مساحت تقریبی ۵۵۰ هکتار در مختصات جغرافیایی ۳۴' و ۳۶° عرض شمالی و ۵۰' و ۵۱° درجه طول شرقی در جنوب شرقی پارک جنگلی نور قرار دارد. بیشینه و کمینه ارتفاع آن بین ۲۰-۴۳ متر و شیب عمومی آن ۳-۵ درصد است. متوسط بارندگی سالیانه در منطقه ۱۰۹۷/۵ میلی متر و دمای متوسط سالیانه ۱۶/۴ درجه سانتیگراد است. بیشینه دمای گرمترین ماه سال ۳۰ درجه و کمینه دمای سردترین ماه سال ۷/۳ درجه است. بیشینه بارندگی در آذر ماه و کمینه بارندگی در خرداد ماه بوده، طول فصل خشک آن ۱/۵ ماه است. این منطقه از نظر زمین شناسی به عهد کواترنری و از نظر رخساره جزو دشت های آبرفتی محسوب می شود. نوع سنگ مادر رسوبات آبرفتی منشأ آهکی دارد. از نظر خاک شناسی، خاک منطقه آبرفتی بوده، از رسوبات ریز تجمع یافته در قسمت مسطح کنار دریای خزر تشکیل شده است و خاک آن هیدرومورف کامل است (Barzehkar, 1995).

نمونه برداری پوشش گیاهی

نمونه برداری از پوشش گیاهی منطقه در دو دوره

نمونه های خاک در دو عمق مشخص میسر نباشد با محدودیت همراه است. بنابراین، برای طبقه بندی بانک بذر خاک در چنین رویشگاه های بایستی از روش های جایگزین استفاده کرد.

شاخص اجتماع پذیری بذر (SAI, Seed Accumulation Index) ظرفیت اجتماع پذیری بذور ترکیب گیاهی در داخل خاک هر منطقه را ارائه می کند. این شاخص، به دلیل درجه همبستگی بالایی که با شاخص طول عمر بذر دارد، می تواند شاخصی مناسب در ارزیابی درجه ماندگاری بذور در داخل خاک کاربرد داشته باشد (Holzel and Otte, 2004). شاخص طول عمر بذر که Bekker و همکاران (۱۹۹۸) ارائه کرده است، بر آیندی از نتایج گزارش های متفاوت پژوهشگران مختلف در خصوص طبقه بندی بانک بذر خاک هر گونه گیاهی است. از این رو، به عنوان الگوی طلایی و کاربردی در ارزیابی پایداری بذور تلقی می شود. شاخص اجتماع پذیری بذور با تلفیق دو معیار: نسبت مقادیر فراوانی و وفور گونه ها در بانک بذر خاک به فراوانی و وفور آنها در پوشش گیاهی رو زمینی، میزان تمایل بذور گونه های مختلف برای اجتماع پذیری در خاک را ارائه می دهد. نتایج مطالعات Wellstein و همکاران (۲۰۰۷)، Schmidt و Dolle (۲۰۰۹) نشان داده است که SAI به دلیل درجه همبستگی بالایی که با شاخص طول عمر بذر دارد می تواند به عنوان شاخصی مناسب در ارزیابی درجه ماندگاری بذور در داخل خاک کاربرد داشته باشد.

پژوهش حاضر در نظر دارد تا با کاربرد روش عددی SAI در طبقه بندی بانک بذر خاک و تطبیق نتایج حاصل با نتایج الگوی طبقه بندی Thompson و

زمانی: فصل خزان (بهمن ماه) برای ثبت فلور پیش‌بهاره جنگل و فصل رویش (خرداد ماه) هنگامی که انتظار می‌رود اغلب گیاهان در منطقه حضور داشته، به رشد کامل رسیده‌اند با روش سیستماتیک-انتخابی انجام گردید (Esmailzadeh et al., 2010b). شبکه سیستماتیک به گونه‌ای طراحی گردید که کل منطقه را پوشش دهد تا کلیه ناهمگونی پوشش گیاهی منطقه آمار برداری شود. برای این منظور، با توجه به هموار بودن سطح منطقه (شیب عمومی منطقه کمتر از ۵ درصد است) نخست، تعداد ۵ ترانسکت در جهت شمالی-جنوبی (متناسب با عرض رویشگاه) که با فاصله ۳۰۰ متر از یکدیگر قرار داشتند (سیستماتیک) در سطح منطقه طراحی شد. سپس، تعداد ۶ قطعه نمونه ۴۰۰ متر مربعی با فواصل شناور ۱۰۰ و ۲۰۰ متری (انتخابی) بر روی خطوط پیاده شدند. اندازه قطعات نمونه مطابق با اندازه قطعه نمونه پیشنهادی برای مطالعه ترکیب فلوریستیک رویش‌های جنگلی نواحی معتدله ۴۰۰ متر مربع (۲۰ × ۲۰ متر) در نظر گرفته شد (Asri, 2005). در هر قطعه نمونه ابتدا فهرست کلیه گونه‌های گیاهی به تفکیک شکل رویشی ثبت شده و سپس، وفور و چیرگی (درصد تاج پوشش) گونه‌های گیاهی بر مبنای مقیاس براون-بلانکه ثبت شد (Kent and Cocker, 1994). شناسایی و نام‌گذاری گونه‌های گیاهی با منابع فلورا ایرانیکا (Rechinger, 1963-2012)، مجموعه فلور فارسی ایران (Assadi et al., 1988-2001)، فلور رنگی ایران (Ghahraman, 1975-2000) و فرهنگ نام‌های گیاهان ایران (Mozaffarian, 2005) انجام شد.

نمونه برداری بانک بذر خاک

نمونه برداری از بانک بذر خاک در سال ۱۳۸۸ و

روش کشت گلخانه‌ای

در این روش، نمونه‌های بانک بذر خاک در محیط گلخانه با شرایط دمایی ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتیگراد در داخل گلدان‌های پلاستیکی کشت داده شدند. در داخل هر گلدان، نمونه‌های خاک بر روی لایه نازکی از ماسه سترون شده (ضخامت ۳ سانتی متر) به گونه‌ای

بنابراین دارای بذور با بانک بذر موقت هستند) تا ۱۰۰ (گونه‌هایی که تنها در بانک بذر حضور دارند در نتیجه دارای بانک بذر پایدار هستند) است. برای برآورد شاخص اجتماع پذیری بذر در داخل خاک، این دو شاخص با یکدیگر جمع و میانگین آن به عنوان ضریب SAI که بیانگر میزان تمایل گونه‌های مختلف برای تجمع در خاک است محاسبه گردید (Hoelzel and Otte, 2004). گونه‌هایی با SAI بیشتر از ۵۰ در گروه بانک بذر خاک دائمی و گونه‌هایی که SAI آنها کمتر از ۵۰ بود در گروه بانک بذر خاک موقتی طبقه بندی شدند. پس از محاسبه SAI در خصوص وضعیت ماندگاری بذور هر گونه در داخل خاک بر مبنای اینکه مقادیر عددی SAI هر گونه بیشتر از ۵۰ (بانک بذر دائمی) یا کمتر از ۵۰ باشد تصمیم‌گیری شد. مقدار عددی $SAI=50$ به عنوان سطح قطع (cut level) و ملاک طبقه‌بندی دو گروه بانک بذر دائمی و موقتی مد نظر قرار گرفت. در خصوص تعیین آن به روش آزمون و خطا و ملاک قرار دادن مقادیر عددی و تطبیق طبقه‌بندی حاصل با نتایج به دست آمده از روش طبقه‌بندی Thompson و همکاران (۱۹۹۷) بهترین سطح قطع $SAI=50$ در نظر گرفته شد. برای ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی حاصل از روش SAI، استقلال نتایج دو روش طبقه‌بندی SAI و روش توزیع عمقی بذور (Thompson *et al.*, 1997) به عنوان روش مرسوم طبقه‌بندی بانک بذر خاک (Bekker *et al.*, 1998؛ Fenner and Thompson, 2005) با استفاده از آزمون نیکویی برازش مربع کای (داده‌های جدول توافقی) بررسی گردید. همچنین، میزان انطباق نتایج دو روش با استفاده از شاخص تطابق پذیری کاپا و ضریب

پخش شده که ضخامت آنها بیشتر از ۲ سانتی متر نباشد به طوری که بذور در معرض نور و هوا از احتمال جوانه‌زنی بیشتری برخوردار باشند. رطوبت مورد نیاز برای جوانه زنی بذور و رشد نونهال‌ها به صورت تلفیق مه‌پاشی از بالا و آبیاری کرتی از پایین تأمین شد. ثبت و شمارش نهال‌های سبز شده هر گلدان هفته‌ای یک بار به مدت یک سال تا زمانی که دیگر نهال جدیدی سبز نشد انجام گردید (Esmailzadeh *et al.*, 2010a).

شاخص اجتماع‌پذیری بذر (SAI)

شاخص اجتماع‌پذیری بذر (Seed Accumulation Index یا SAI بر اساس دو شاخص فراوانی نسبی و وفور نسبی بانک بذر خاک تعیین می‌شود. این دو شاخص به بیان ارتباط بین حضور گونه‌ها در پوشش رو زمینی و بانک بذر خاک اشاره دارد. شاخص اول حضور هر گونه را در قطعه نمونه‌های بانک بذر نسبت به پوشش رو زمینی ارزیابی می‌کند و به صورت زیر برآورد می‌شود:

رابطه ۱ = فراوانی نسبی بانک بذر خاک

$$AV/SBfreq\ index = (SBf / (SBf + AVf)) \times 100$$

SBf = فراوانی گونه‌ها در بانک بذر خاک

AVf = فراوانی گونه‌ها در پوشش گیاهی رو زمینی

رابطه ۲ = وفور نسبی بانک بذر خاک

$$AV/SBquant\ index = (SBq / (SBq + AVq)) \times 100$$

SBq = تعداد کل بذور هر گونه در بانک بذر خاک

AVq = وفور تجمعی گونه‌ها در ترکیب پوشش گیاهی

رو زمینی

مقادیر هر یک از این دو شاخص بین صفر (گونه‌هایی که تنها در پوشش گیاهی حضور دارند

بالای SAI بودند، البته در این میان برخی از گونه‌ها نظیر: *Athyrium filix-femina*، *Ajuga reptans*، *Microstegium vimineum* و *Poa annua* هر چند که در ترکیب گیاهی رو زمینی حضور نداشتند اما به دلیل اینکه درجه فراوانی و وفور نسبتاً بالایی در بانک بذر خاک داشتند از مقادیر بالای SAI برخوردار بودند (جدول ۱).

بر اساس نتایج روش طبقه‌بندی SAI مشخص شد که ۴۲/۲ درصد از ترکیب گیاهی منطقه دارای اجتماع‌پذیری کمتر از ۵۰ بوده، در نتیجه در گروه بانک بذر موقتی قرار می‌گیرند و ۵۷/۸ درصد از گونه‌ها دارای اجتماع‌پذیری بیشتر از ۵۰ بوده، در نتیجه در گروه بانک بذر خاک دائمی طبقه‌بندی می‌شوند. در این خصوص، در روش طبقه‌بندی بر اساس توزیع عمقی بذور در بانک بذر خاک (روش عمقی) مشخص شد که ۵۴/۲ درصد از گونه‌ها دارای بانک بذر پایدار و ۴۵/۷ درصد از گونه‌ها دارای بانک بذر موقت هستند (جدول ۱).

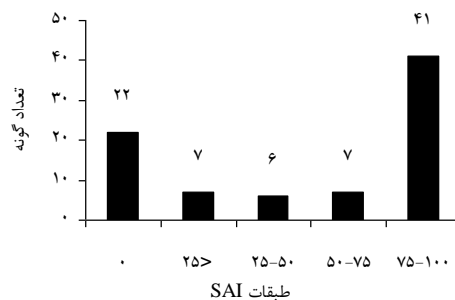
در بررسی میزان انطباق نتایج دو روش طبقه‌بندی بانک بذر خاک بر اساس نتایج جدول توافقی (جدول ۲) و آزمون نیکویی برازش مربع کای ($X^2 = 60/2$) مشخص گردید که نتایج دو روش طبقه‌بندی SAI و عمقی با احتمال ۹۹ درصد از یکدیگر مستقل نبوده، با یکدیگر انطباق دارند. در این ارتباط، میزان تطابق و همبستگی دو روش طبقه‌بندی SAI و روش توزیع عمقی Thompson و همکاران (۱۹۹۷) بر مبنای ضریب کاپا و ضریب همبستگی اسپیرمن ۸۵/۲ درصد برآورد گردید (جدول ۳).

همبستگی پیرسون برآورد شد.

نتایج

طبقه‌بندی گونه‌ها بر اساس شاخص اجتماع‌پذیری SAI

نتایج فراوانی گونه‌ها در طبقات پنج‌گانه SAI نشان می‌دهد که از تعداد کل ۸۳ گیاهی شناسایی شده در منطقه (بر اساس داده‌های تلفیقی بانک بذر خاک و پوشش رو زمینی) تعداد ۴۸ گونه طبقه بیشتر از ۵۰ بود که در واقع می‌توان اذعان داشت که بر اساس شاخص SAI تعداد ۵۸ درصد از گونه‌های گیاهی منطقه قابلیت تشکیل بانک بذر دائمی یا پایدار را دارند (شکل ۱).



شکل ۲- نمودار تعداد گونه‌ها در طبقات SAI

گونه‌هایی که فقط در ترکیب گیاهی رو زمینی حضور دارند و از ترکیب بانک بذر خاک غایب بودند مانند: *Epipactis brachypodium sylvaticum*، *Polypodium fraxinus excelsior helleborine* و *Pteris dentate vulgare* کمترین مقدار SAI را داشتند (SAI=۰)، اما گونه‌هایی که در ترکیب گیاهی رو زمینی حضور نداشتند مانند: *Cardamine hirsute*، *Hypericum perforatum*، *Digitaria sanguinalis* و *Juncus effusus* و *Ruscus hyrcanus*

جدول ۱- طبقه‌بندی بانک بذر خاک بر اساس الگوی طبقه‌بندی SAI و توزیع عمودی Thompson و همکاران (۱۹۹۷). T=بانک بذر خاک موقتی، P=بانک بذر خاک پایدار

نام گونه	روش‌های طبقه‌بندی بانک بذر خاک		
	توزیع عمقی بانک بذر خاک	روش اجتماع‌پذیری	
		SAI	پایداری
<i>Acalypha australis</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Acer velutinum</i> Boiss.	T	۲۱	T
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Ajuga reptans</i> L.	P	۶۹/۵	P
<i>Alliaria petiolata</i> (M.Bieb.) Cavara & Grande	P	۱۰۰	P
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaert.	P	۵۰	P
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Artemisia annua</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	P	۹۵/۳	P
<i>Atropa belladonna</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (L.) P. Beauv.	T	.	T
<i>Cardamine hirsuta</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Carex divulsa</i> Stokes.	P	۷۶/۴۳	P
<i>Carex remota</i> L.	P	۴۲/۳۹	T
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	P	۶۶/۳۱	P
<i>Carpesium abrotanoides</i> L.	T	.	T
<i>Carpinus betulus</i> L.	T	۱۴/۸۱	T
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	T	.	T
<i>Circaea lutetiana</i> L.	T	.	T
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	P	۱۰۰	P
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	P	۱۰۰	P
<i>Crataegus microphylla</i> K. Koch.	T	.	T
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	T	۱۰۰	P
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	P	۱۰۰	P
<i>Diospyros lotus</i> L.	T	۸/۹۳	T
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.	T	.	T
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	P	۱۰۰	P
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz.	T	.	T
<i>Equisetum maximum</i> Lam.	T	۳۶/۲۱	T
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	T	.	T
<i>Ficus carica</i> L.	P	۸۱/۳۵	P
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	T	.	T
<i>Galanthus nivalis</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Galium spurium</i> L.	T	.	T
<i>Geranium robertianum</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Gleditsia caspica</i> Desf.	T	.	T
<i>Hedera pastuchovii</i> Woronow.	T	.	T
<i>Hypericum androsaemum</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Hypericum perforatum</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Juncus effusus</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Lamium album</i> L.	T	.	T
<i>Lithospermum officinale</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Lycopus europaeus</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Lythrum salicaria</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Mentha aquatica</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Mercurialis perennis</i> L.	T	.	T
<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.) A. Camus.	P	۹۲/۸۱	P
<i>Morus alba</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.	T	.	T
<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Roem. & Schult.	P	۵۳	P
<i>Parietaria officinalis</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Parrotia persica</i> C.A.May	T	۲/۴۶	T
<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newman.	T	.	T

نام گونه	روش‌های طبقه‌بندی بانک بذر خاک		
	توزیع عمقی بانک بذر خاک	روش اجتماع پذیری	
		SAI	پایداری
<i>Phytolacca americana</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Plantago major</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Poa annua</i> L.	P	۶۰/۲۲	P
<i>Polypodium vulgare</i> L.	T	.	T
<i>Polystichum aculeatum</i> (L) Schott.	T	.	T
<i>Populus caspica</i> Bornm.	T	۳۲/۳۷	T
<i>Potentilla reptans</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	T	۴۷/۲۸	T
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	T	۶۷/۱۶	P
<i>Pteris cretica</i> L.	P	۳۷/۵	T
<i>Pteris dentata</i> Forssk.	T	.	T
<i>Pterocarya fraxinifolia</i> (Lam.) Spach.	T	۷/۲۲	T
<i>Punica granatum</i> L.	T	.	T
<i>Quercus castaneifolia</i> C.A.May.	T	.	T
<i>Rubus hyrcanus</i> Juz.	P	۸۱/۸	P
<i>Rumex acetosella</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Ruscus hyrcanus</i> Woronow	P	۱۰۰	P
<i>Sambucus ebulus</i> L.	T	.	T
<i>Smilax excelsa</i> Duhamel	T	۷/۶۶	T
<i>Solanum nigrum</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Sonchus arvensis</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	T	۷۴/۳	P
<i>Typha latifolia</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Ulmus minor</i> Mill.	T	۷/۰۹	T
<i>Urtica dioica</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Veronica officinalis</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Vicia cracca</i> L.	P	۱۰۰	P
<i>Viola alba</i> Besser.	P	۳۹/۴۹	T
<i>Vincetoxicum scandens</i> Sommier & Levier	P	۱۰۰	P
گونه ناشناخته	P	۱۰۰	P

بحث

به گفته Thompson و همکاران (۱۹۹۸) مدیریت پوشش گیاهی نیازمند اطلاعات دقیق در مورد ویژگی‌های بسیاری از گونه‌هاست که یکی از مهم‌ترین آنها شناخت میزان پایداری بذور گونه‌های مختلف در خاک است. بانک بذر پایدار یکی از جنبه‌های اساسی در زیست‌شناسی بذر است. این بذور نقش مهمی را در حفاظت و مرمت جوامع گیاهی ایفا کرده، در واقع واکنش گیاهان در برابر تغییرات کاربری زمین، آب و هوا محسوب می‌شود. اما به گفته Thompson و همکاران (۱۹۹۸) اطلاعات درباره پایداری بذور موجود در خاک تنها برای تعداد اندکی از گونه‌ها و اغلب با

جدول ۲- جدول توافقی برای بررسی استقلال نتایج دو روش طبقه‌بندی توزیع عمقی و SAI در معرفی بانک بذر خاک

کل	طبقه‌بندی عمقی		کل
	۱	۲	
۳۵	۱	۳۲	۳۵
۴۸	۲	۳	۴۵
۸۳	کل	۳۷	۴۶

جدول ۳- ضریب کاپا و همبستگی اسپیرمن در بررسی میزان انطباق و همبستگی دو روش طبقه‌بندی توزیع عمقی و SAI. $P < 0.001$:** (انطباق و همبستگی در سطح ۹۹ درصد).

مقدار ضریب کاپا	اشتباه معیار	معنی‌داری
۰/۸۵۲	۰/۰۶۶	۰/۰۰۰***
ضریب همبستگی اسپیرمن = ۰/۸۵۲*** ۰/۰۰۰***		

اندازه بانک بذر خاک را در رویشگاه‌های جنگلی معتدله به خود اختصاص می‌دهند. Thompson *et al.*, (2001؛ Bossuyt and Roovers *et al.*, 2006؛ Esmailzadeh *et al.*, 2011؛ Honnay, 2008). آنچه در احیای پوشش گیاهی رو زمینی در رویشگاه‌های جنگلی اهمیت ویژه دارد حضور گونه‌های درختی در ترکیب بانک بذر پایدار است. در این پژوهش و بر اساس طبقه بندی SAI تنها سه گونه درختی انجیر، توسکا و توت دارای مقادیر عددی SAI بیش از ۵۰ بوده، قابلیت تشکیل بانک بذر پایدار را داشتن. لذا، نتایج این مطالعه تصریح می‌کند با وجود این که ۵۴/۲ درصد از ترکیب گیاهی منطقه (بر اساس نتایج طبقه بندی SAI) قابلیت تشکیل بانک بذر دایمی خاک را دارد اما اکثریت آنها به گونه‌های پیشگام و مراحل اولیه توالی تعلق دارند. در واقع، گونه‌های اصلی منطقه به ویژه درختان سفید پلت، بلند مازو، ون، ممرز به همراه انجیلی و لرگ هر چند که از تراکم نسبتاً در خور توجهی در ترکیب گیاهی رو زمینی منطقه برخوردارند و تقریباً هر ساله بذور فراوان تولید می‌کنند اما به دلیل اینکه بذور آنها از درجه پایداری نسبتاً اندکی برخوردار است، قابلیت اجتماع‌پذیری پایینی در داخل خاک داشته، قادر به تشکیل بانک بذر دایمی نیستند. نتایج تحقیق حاضر از این نظر با نتایج مطالعات Bossuyt و همکاران (۲۰۰۲)، Jalili و همکاران (۲۰۰۳)، Zobel و همکاران (۲۰۰۷) و Bossuyt و Honnay (۲۰۰۸) که در جنگل معتدله اروپا انجام شد و با نتایج مطالعات Esmailzadeh و همکاران (۲۰۱۱) و Asadi و همکاران (۲۰۱۲) که در جنگل‌های معتدله هیرکانی انجام شده همخوانی دارد. اما آنچه در این مطالعه علاوه

کیفیت نامشخص در دسترس است که این اطلاعات در بسیاری از کشورها به ویژه در خارج از اروپا بسیار اندک است. در کشور ایران نیز مطالعه طبقه‌بندی بانک بذر خاک و تعیین نوع بانک بذر در گونه‌ها بسیار اندک است و نیاز به انجام مطالعات در این مورد ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش حاضر، الگویی جدید با تکیه بر مقادیر عددی SAI در بررسی ماندگاری بانک بذر خاک را ارائه داده است. بر اساس این مطالعه و مقادیر عددی SAI، گونه‌هایی که در ترکیب گیاهی رو زمینی حضور ندارند مانند: *Cardamine hirsuta*، *Hypericum perforatum*، *Digitaria sanguinalis*، *Acalypha*، *Juncus effusus*، *Rubus hyrcanus*، *Adiantum capillus veneris* و *australis* دارای مقادیر بالای SAI بودند (SAI=۱۰۰). البته در این میان برخی از گونه‌ها که با درجه فراوانی نسبتاً بالایی در بانک بذر خاک و البته در ترکیب گیاهی رو زمینی نیز حضور داشتند، از مقادیر بالای SAI برخوردار بودند. در این خصوص می‌توان به گونه‌هایی نظیر: *Ajuga*، *Carex divulsa*، *Athyrium filix-femina*، *Creptans*، *Poa* و *Microstegium vimineum*، *Ficus carica* اشاره کرد. به بیان دیگر، مقادیر شاخص SAI در گونه‌های مزبور با وجود این که آنها در ترکیب گیاهی رو زمینی حضور داشتند اما به دلیل اینکه از درجه فراوانی بالایی در بانک بذر خاک برخوردار بودند در سطح نسبتاً بالا ارزیابی گردید. بذور این گونه‌ها به دو دلیل قابلیت تشکیل بانک بذر پایدار را دارند: ۱- هر ساله بذور فراوان تولید می‌کنند، ۲- بذور کوچک و گرد با سطح صاف با سهولت بیشتری در خاک نفوذ می‌کنند، بنابراین سهم عمده‌ای از غنا و

بر بررسی میزان ماندگاری بانک بذر خاک بر اساس مقادیر عددی SAI در منطقه حفاظت شده سفید پلت نور به آن پرداخته شد تعیین میزان انطباق نتایج طبقه بندی SAI با نتایج طبقه بندی توزیع عمقی به عنوان روش رایج در ارزیابی درجه ماندگاری بذر در خاک است.

در رابطه با طبقه بندی توزیع گونه ها در پوشش گیاهی و اعماق مختلف خاک (Thompson *et al.*, 1997) از آنجا که بذر عمقی مدفون شده در مقایسه با بذر نزدیک سطح خاک طول عمر بیشتری دارند و از آنجا که توزیع عمودی بذر در خاک تا حدودی شواهد دقیقی از طول عمر بذر ارائه می دهد (Erfanzadeh *et al.*, Thompson *et al.*, 2003) می توان اذعان داشت که روش مزبور می تواند روشی مناسب در تعیین ماندگاری بذر باشد. در واقع، از آنجا که حرکت بذر در خاک بسیار آرام است و غیر ممکن است که بذر در کوتاه مدت به اعماق پایین مثلاً ۵-۱۰ سانتی متر نفوذ کنند در نتیجه بذوری که در این لایه قرار می گیرند مسلماً اتفاقی نبوده، دارای طول عمر بالایی هستند. بنابراین، بررسی نسبت بذر در لایه های رویی و زیرین می تواند به صورت معیار جایگزین برای طول عمر بذر استفاده شود. در این خصوص، Bekker و همکاران (۱۹۹۸) نیز اعتقاد دارند که بین توزیع بذر در گونه ها در لایه های مختلف خاک با ماندگاری آنها مطابقت شگفت آوری وجود دارد و از آنجا که این مسأله رکنی مهم در روش کلید طبقه بندی Thompson و همکاران (۱۹۹۷) است، لذا روش مزبور به عنوان بهترین شیوه برای برآورد طول عمر بذر و تعیین درجه ماندگاری

بانک بذر خاک معرفی شده است. البته، از معایب روش طبقه بندی عمقی بانک بذر خاک می توان به عبور بذر از شکاف های موجود در خاک جنگل به هنگام دوره خشکی (فصل تابستان) اشاره کرد که در این حالت تعدادی از بذر به لایه های پایین نفوذ کرده، در طبقه بندی عمقی در گروه بانک بذر دایمی طبقه بندی می شوند. این در حالی است که ممکن است درجه ماندگاری آنها در داخل خاک کمتر از یک سال باشد. از دیگر مشکلاتی که کاربرد روش طبقه بندی عمقی را در برخی از رویشگاه های هیرکانی با مشکل رو به رو می کند سنگلاخی بودن رویشگاه و عدم توانایی استخراج نمونه های خاک در عمق دوم و یا تفکیک نمونه های خاک در دو عمق مشخص خاک است. چنین حالتی در عرصه های جنگلی کوهستانی پُرشیب شمال و در جنگل با خاک کم عمق و سنگلاخی نظیر توده شمشادی جنگل سی سنگان قابل مشاهده است (Baseri, 2012). نتایج پژوهش حاضر بر اساس جدول های توافقی و معیار کاپا نشان داد که میزان انطباق نتایج روش طبقه بندی SAI با نتایج روش طبقه بندی عمقی ۸۴/۵ درصد است. بنابراین، نتیجه گیری می شود که روش طبقه بندی SAI می تواند روشی کارآمد برای طبقه بندی بانک بذر خاک رویشگاه های جنگلی باشد به ویژه هنگامی که کاربرد روش توزیع عمودی با محدودیت همراه باشد. نتایج تحلیل همبستگی اسپیرمن، میزان همبستگی بین مقادیر عددی شاخص SAI با نتایج طبقه بندی عمقی را ۸۵ درصد ارزیابی کرد که بر ارتباط نسبتاً بالای دو روش توزیع عمقی و SAI دلالت می کند. بررسی انطباق نتایج دو روش طبقه بندی SAI و کلید طبقه بندی

انطباق نسبتاً بالایی با روش توزیع عمقی طبقه‌بندی بانک بذر خاک موسوم به روش طبقه‌بندی Thompson و همکاران (۱۹۹۷) دارد و ثانیاً در مواردی که نتایج دو روش طبقه‌بندی با یکدیگر همخوانی نداشته است، بر اساس نتایج دیگر پژوهشگران مشخص گردید که دقت نتایج روش طبقه‌بندی SAI در سطح بالاتری نسبت به روش طبقه‌بندی توزیع عمقی بانک بذر خاک یا روش کلید طبقه‌بندی بانک بذر خاک Thompson و همکاران (۱۹۹۷) قرار دارد. بر اساس واقعیت موجود (نتایج سایر پژوهشگران) حاکی از آن است که دقت نتایج روش طبقه‌بندی SAI نسبت به روش طبقه‌بندی توزیع عمقی بانک بذر خاک یا الگوی کلید طبقه‌بندی بانک بذر خاک Thompson و همکاران (۱۹۹۷) بیشتر است. پس، می‌توان ادعان داشت که طبقه‌بندی بانک بذر خاک بر اساس SAI روشی کارآمد و کاربردی برای طبقه‌بندی بانک بذر خاک رویشگاه‌های جنگلی است. البته این بدان مفهوم نیست که روش طبقه‌بندی بانک بذر خاک بر اساس الگوی SAI جایگزین روش طبقه‌بندی توزیع عمقی Thompson و همکاران (۱۹۹۷) باشد.

Thompson و همکاران (۱۹۹۷) نشان می‌دهد که از تعداد ۸۳ گونه موجود در منطقه (مجموع ترکیب پوشش گیاهی رو زمینی و بانک بذر خاک) نتایج این دو روش تنها در مورد ۶ گونه: *Carex remota*, *Pteridium aquilinum*, *Cynodon dactylon* با *Pteris cretica* و *Viola alba*, *Stellaria media* یکدیگر تطابق ندارند. مرور منابع در خصوص ماندگاری بانک بذر خاک این ۶ گونه حاکی از آن است که روش SAI پایداری بانک بذر خاک گونه‌های *Stellaria media*, *Pteridium aquilinum* و *Viola alba* را به درستی ارزیابی کرده است و این در حالی است که در روش طبقه‌بندی توزیع عمقی (کلید طبقه‌بندی) Thompson و همکاران (۱۹۹۷) فقط درجه ماندگاری بانک بذر خاک یا به اصطلاح بانک هاگ خاک (که در مورد سرخس‌ها کاربرد دارد) گونه *Pteris cretica* را به درستی ارزیابی می‌کند (Bossuyt and Thompson et al., 1998؛ Bossuyt and Honnay, 2008؛ Hermy, 2003؛ Asadi et al., 2012؛ Esmailzadeh et al., 2011). به طور کلی نتیجه‌گیری می‌شود که اولاً طبقه‌بندی SAI در تعیین درجه ماندگاری بانک بذر خاک

منابع

- Asadi, H., Hosseini, S. M., Esmailzadeh, O. and Baskin, C. C. (2012) Persistent soil seed banks in old-growth Hyrcanian Box tree (*Buxus hyrcana*) stands in northern Iran. *Ecological Research* 27: 23-33.
- Asri, Y. (2005) *Phytosociology*. Payame Noor University Press, Tehran, Iran (in Persian).
- Assadi, M., Maassoumi, A. A., Khatamsaz, M., and Mozaffarian, V. (1988-2001) *Flora of Iran*. vols. 1-38. Forests and Rangelands Research Institute Press, Tehran, Iran (in Persian).
- Barzehkar, Gh. (1995) *Flora and plant communities with their distribution according to ecological properties in Noor Forest Park*. MSc thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (in Persian).
- Baseri, F. (2012) *Assessment of soil seed bank in pure and mixed stand the Sisangan Box Tree (*Buxus hyrcana* Pojark) forest reserve*. MSc thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (in Persian).

- Baskin, C. C. and Baskin, J. M. (1998) Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego.
- Bekker, J. P. and Berendse, F. (1999) Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. *Trends in Ecology and Evolution* 14: 63-68.
- Bekker, R. M., Bekker, J. P., Grandinf, U., Kalamees, R., Milberg, P., Poschlod, P., Thompson, K. and Willems, H. (1998) Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. *Functional Ecology* 12: 834-842.
- Bossuyt, B. and Hermy, M. (2003) The potential of soil seed bank in the ecological restoration of grassland and heathland communities. *Belgian Journal of Botany* 136(1): 23-34.
- Bossuyt, B. and Honnay, O. (2008) Can the seed bank be used for ecological restoration? An overview of seed bank characteristic in European communities. *Journal of Vegetation Science* 19: 875-884.
- Bossuyt, B., Heyn, M. and Hermy, M. (2002) Seed bank and vegetation composition of forest stands of varying age in central Belgium: consequences for regeneration of ancient forest vegetation. *Plant Ecology* 162: 33-48.
- Dolle, M. and Schmidt, W. (2009) The relationship between soil seed bank, above-ground vegetation and disturbance intensity on old-field successional permanent plots. *Applied Vegetation Science* 12: 415-428.
- Erfanzadeh, R., Hendrickx, F., Maelfait, J. P. and Hoffmann, M. (2010) The effect of successional stage and salinity on the vertical distribution of seeds in salt marsh soils. *Flora* 205: 442-448.
- Erfanzadeh, R., Hosseini Kahnúj, S. H. and Dianati Tilaki, G. A. (2012) Comparison of soil seed bank characteristics between grazed and ungrazed areas in two different depths. *Arid Biome and Research Journal* 1(4): 64-73 (in Persian).
- Esmailzadeh, O., Hosseini, M., Mesdaghi, M., Tabari, M. and Mohammadi, J. (2010a) Can soil seed bank floristic data describe above ground vegetation plant communities? *Environmental Sciences* 7(2): 41-62 (in Persian).
- Esmailzadeh, O., Hosseini, M., Mesdaghi, M., Tabari, M. and Mohammadi, J. (2010b) Persistent soil seed bank study of Darkola Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Forest. *Journal of Forest and Wood Products (JFWP), Iranian Journal of Natural Resources* 63(2): 117-135 (in Persian).
- Esmailzadeh, O., Hosseini, S. M., Tabari, K. M., Baskin, C. C. and Asadi, H. (2011) Persistent soil seed banks and floristic diversity in *Fagus orientalis* forest communities in the Hyrcanian vegetation region of Iran. *Flora* 206(4): 365-372.
- Fenner, M. and Thompson, K. (2005) *The ecology of seeds*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ghahraman, A. (1975-2000) *Colored flora of Iran*. vols. 1-22. Forests and Rangelands Research Institute Press, Tehran, Iran (in Persian).
- Holzel, N. and Otte, A. (2004) Assessing soil seed bank persistence in flood-meadows: The search for reliable traits. *Journal of Vegetation Science* 15: 93-100.
- Jalili, A., Hamzeh'ee, B., Asri, Y., Shirvany, A., Yazdani, Sh., Khoshnevis, M., Zarrinkamar, F., Ghahramani, M. A., Safavi, R., Shaw, S., Hodgson, J. G., Thompson, K., Akbarzadeh, M. and Pakparva, M. (2003) Soil seed banks in the Arasbaran protected area of Iran and their significance for conservation management. *Biological Conservation* 109: 425-431.
- Kent, M. and Coker, P. (1994) *Vegetation description and analysis, a practical approach*. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Leck, M. A., Parker, V. T. and Simpson, R. L. (1989) *Ecology of soil seed banks*. Academic Press, San

- Diego.
- Mozaffarian, V. (2005) Trees and shrubs of Iran. Farhang Moaser Publishers, Tehran, Iran (in Persian).
- Rechinger, K. H. (Ed.) (1963-2010) Flora Iranica, vols. 1-174. Akademische Druck-und Verlagsanstalt, Graz, vols. 175-178, Naturhistorisches Museum, Wien.
- Roovers, P., Bossuyt, B., Brecht, I. and Hermy, M. (2006) May seed banks contribute to vegetation on paths in temperate deciduous forest? *Plant Ecology* 187: 25-38.
- Stockline, J. and Fischer, M. (1999) Plant with longer-lived seeds have lower local extinction rates in grassland remnants 1950-1985. *Oekologia* 120: 539-543.
- Templeton, A. R. and Levin, D. A. (1979) Evolutionary consequences of seed pools. *American Naturalist* 114: 232-249.
- Thompson, K. (1993) Seed persistence in soil. Chapman & Hall, London.
- Thompson, K. and Grime, J. P. (1979) Seasonal variation in the seed bank of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67: 893-921.
- Thompson, K., Bakker, J. P. and Bakker, R. M. (1997) The soil seed banks of North West Europe, methodology, density and longevity. Cambridge University Press, Cambridge.
- Thompson, K., Bakker, J. P., Bekker, R. M. and Hodgson, J. G. (1998) Ecological correlates of seed persistence in soil in the NW European flora. *Journal of Ecology* 86: 163-169.
- Thompson, K., Ceriani, R. M., Bakker, J. P. and Bekker, R. M. (2003) Are seed dormancy and persistence in soil related? *Seed Science Research* 13: 97-100.
- Thompson, K., Jalili, A., Hodgson, J. G., Hamzeh'ee, B., Asri, Y., Shaw, S., Shirvany, A., Yazdani, Sh., Khoshnevis, M., Zarrinkamar, F., Ghahramani, M. A. and Safavi, R. (2001) Seed size, shape and persistence in the soil in an Iranian flora. *Seed Science Research* 11: 345-355.
- Wellstein, C., Otte, A. and Waldhardt, R. (2007) Seed bank diversity in mesic grasslands in relation to vegetation type, management and site conditions. *Journal of Vegetation Science* 18: 153-162.
- Zobel, M., Kalamees, R., Pussa, K., Roosalu, E. and Moora, M. (2007) Soil seed bank and vegetation in mixed coniferous forest stand with different disturbance regimes. *Forest Ecology and Management* 250: 71-76.

Introduction of Seed Accumulation Index as new approach in soil seed bank classification

Azam Noraiy, Omid Esmaeilzadeh *, Seyed Gholamali Jalali and Hamed Asadi

Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

Abstract

The purpose of this study was the introduction of seed accumulation index as a new approach in the evaluation of soil seed bank consistency in the *Populus caspica* in Noor reserved forest park. Sampling were made above ground vegetation at peak vegetation cover during June 2010 by systematic- selective method. Soil samples were collected during late June, late November and early February by hammering a hollow metal frame 400 cm² into two depths with 4 replicate in each sample plot and the species composition of seed bank was determined using seedling emergence method. Results showed that 42.2% of the plants species were classified in transient soil seed bank and only 57.8% species, which were mainly composed of early successional species, were able to produce persistent seed bank. In this case, only 3 tree species including; *Ficus carica*, *Morus alba* and *Alnus glutinosa* were able to produce persistent soil seed bank. Chi- square goodness of fit test ($\chi^2= 60.2$) in reviewing the independence of SAI index and seed depth distribution model as the two methods of seed bank classification showed that the results of these two methods were not independent and they were applicable together with 99% probability. In this case, conformity and correlation between the two mentioned methods were assessed 85.2% based upon Kappa index and Spearman correlation coefficient. Therefore, it was concluded that seed accumulation index, which namely SAI, could be used as a new approach in soil seed bank classification of forest habitats.

Key words: Soil seed bank classification, Persistence, Seed Accumulation Index (SAI)

* oesmailzadeh@modares.ac.ir