

ارزیابی روش کشت گلخانه‌ای مطالعه بانک بذر خاک در دو حالت با شستشو و بدون شستشو

فاطمه اکبرپور^۱، سیدغلامعلی جلالی^۲ و امید اسماعیل‌زاده^{۳*}

۱- کارشناس ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

۳- نویسنده مسئول، استادیار، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران. پست الکترونیک: oesmailzadeh@modares.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۸/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴/۱۰

چکیده

هدف از پژوهش پیش‌رو، ارزیابی نتایج بانک بذر خاک در جنگل جلگه‌ای دانشگاه تربیت مدرس با استفاده از دو روش با شستشو و بدون شستشو بود. برای این منظور، چهار قطعه نمونه 40×40 متر مربعی که هر یک شامل چهار قاب فرعی 400 متر مربعی بودند، به‌عنوان توده معرف انتخاب شدند. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی روزمینی در 16 قطعه نمونه 400 متر مربعی در دو زمان اسفند و خرداد انجام شد. مطالعه بانک بذر خاک نیز با استفاده از روش کشت گلخانه‌ای به مدت هفت ماه براساس 64 (۲ روش 4×4 قطعه نمونه 4×4 تکرار 2×2 عمق صفر تا پنج و پنج تا 10 سانتی‌متری) نمونه خاک 40×40 سانتی‌متر مربعی انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از طرح قطعه‌نمونه‌های خردشده در مکان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد که اندازه و غنای گونه‌ای بانک بذر خاک در روش بدون شستشو (در عمق اول 63 گونه و 1872 بذر در هر متر مربع و در عمق دوم 46 گونه و 975 بذر در هر متر مربع) به‌طور معنی‌داری بیشتر از روش با شستشو (در عمق اول 45 گونه و 1137 بذر در هر متر مربع و در عمق دوم 33 گونه و 699 بذر در هر متر مربع) بود. نتایج همچنین نشان داد که در هر دو روش مطالعه، با افزایش عمق خاک از درجه تشابه گونه‌ای بانک بذر خاک و پوشش گیاهی متناظر کاسته می‌شود، اما در این رابطه نتایج این دو روش با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. به‌طور کلی نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که در مطالعه بانک بذر خاک استفاده از روش کشت گلخانه‌ای بدون شستشو نسبت به روش با شستشو به دلیل ارایه نتایج بهتر در اولویت است.

واژه‌های کلیدی: بانک بذر خاک، تشابه گونه‌ای، جنگل جلگه‌ای دانشگاه تربیت مدرس، شستشوی خاک.

مقدمه

در تولید بذرهای بادوام در داخل خاک به آنها امکان می‌دهد تا پس از بروز شرایط نامناسب رویشگاهی، زمینه برای حضور، استقرار و گسترش جمعیت آنها فراهم شود. بدین ترتیب نه تنها خطر حذف جمعیت‌های گیاهی کاهش می‌یابد، بلکه حفاظت از تنوع ژنتیکی جمعیت‌های گیاهی در درازمدت نیز امکان‌پذیر می‌شود (Bossuyt & Honnay, 2008). پژوهشگران روش‌های مختلفی را برای تخمین و

بانک بذر خاک، آخرین منبع بازرویشی طبیعی در نواحی ایزوله‌شده و لکه‌های جنگلی است (Morellato & Haddad, 2000). بانک بذر خاک جمعیت‌های گیاهی قادر است تنوع ژنتیکی آنها را حفظ کند، در برابر شرایط نامطلوب مقاومت کند و در طول زمان باقی بماند (Martinez-Duro et al., 2011). قابلیت گونه‌های گیاهی

تا خزها فرصت رشد و نمو بیشتری در سطح خاک سینی‌های کشت بانک بذر خاک پیدا کنند و جوانه‌زنی بذرها و رشد نونهال‌ها را با محدودیت مواجه سازند (Price *et al.*, 2010). به‌علاوه مطلوب نبودن محیط کشت گلخانه برای جوانه‌زنی همه بذرها و یا وجود خواب در بذرهای برخی از گونه‌های گیاهی، سبب می‌شود تا میزان تراکم بانک بذر خاک در روش کشت گلخانه‌ای همواره در سطح کمتری از مقدار واقعی آن برآورد شود (Ishikawa & Tsuyuzaki, 2004; Bernhardt *et al.*, 2008). این مسأله گویای ناتوانی روش جوانه‌زنی در یافتن گونه‌هایی با بذرهای خفته با نیازهای جوانه‌زنی سخت و ویژه است. همچنین محدود بودن فضای گلخانه در مطالعات وسیع، از دیگر مشکلات این روش است (Ter Heerdt *et al.*, 1996; Gonzalez & Ghermandi, 2012).

روش جداسازی بذر از خاک معروف به روش استخراج بذر، یکی دیگر از روش‌های مطالعه بانک بذر خاک است که نسبت به روش کشت گلخانه‌ای، برآورد دقیق‌تری را از تراکم بانک بذر خاک ارائه می‌دهد (Malone, 1967). در این روش، تفکیک و استخراج بذرها از طریق شستشو دادن محتویات خاک (روش شستشو)، شناورسازی خاک در محلول کالگون (هگزاتنافسفات سدیم) یا دیگر حلال‌هایی با وزن مخصوص زیاد (روش شناورسازی یا فلوتاسیون) و یا ترکیبی از هر دو حالت انجام می‌شود. بذرهای پس از استخراج در زیر میکروسکوپ تفکیک شده و شناسایی و شمارش می‌شوند. زیاد بودن هزینه اجرایی، وقت‌گیر بودن، مشکلات مراحل آزمایشگاهی، عدم قابلیت این روش در تفکیک بذرهای زنده از بذرهای غیرزنده، ارزیابی بیشتر از مقدار واقعی میزان تراکم بانک بذر خاک و وقت‌گیر بودن برای گونه‌های بذرریز (Ter Heerdt *et al.*, 1996; Bernhardt *et al.*, 2008; Price *et al.*, 2010)، سبب می‌شود تا روش استخراج بذر در مطالعات بانک بذر خاک کمتر مورد استفاده باشد (Thompson *et al.*, 1997; Baskin & Baskin, 1998).

به‌منظور افزایش کارایی و استفاده از محاسن دو روش قبلی،

تعیین اندازه (تراکم) و غنای گونه‌های بذرهای قابل جوانه‌زنی در خاک ارایه داده‌اند و اعتقاد دارند که نتایج به‌دست‌آمده به‌شدت تحت تأثیر روش مورد استفاده است. بحث درمورد روش مناسب برآورد اندازه و غنای گونه‌های بانک بذر خاک از اوایل قرن بیستم (Crocker, 1919) آغاز شد و هنوز هم حل نشده است. از آن زمان تاکنون روش‌های مختلفی ارایه شده است و تفاوت‌هایی که در این روش‌ها وجود دارد، باعث به وجود آمدن مشکلاتی در مقایسه این روش‌ها می‌شود (Ter Heerdt *et al.*, 1996). مرور منابع نشان می‌دهد که برای برآورد ترکیب و تراکم بانک بذر خاک به‌طور عمده سه روش اصلی: (۱) روش جوانه‌زنی بذرها (Seedling emergence method)، (۲) جداسازی بذرها (Seed extraction method) و (۳) روش ترکیبی جوانه‌زنی و جداسازی وجود دارد (Price *et al.*, 2010).

روش جوانه‌زنی روشی ساده و مناسب برای مطالعات در مقیاس بزرگ است (Mesgaran *et al.*, 2007; Gonzalez & Ghermandi, 2012). در این روش، نمونه‌های خاک در گلدان‌ها به‌صورت یک‌لایه‌ای با ضخامت کمتر از دو سانتی‌متر بر روی یک بستر شنی استریل‌شده پخش می‌شوند و با مهیا کردن شرایط مطلوب جوانه‌زنی بذرها و رشد نونهال‌ها در محیط کشت گلخانه، امکان شناسایی (ثبت غنای گونه‌ای) و شمارش نونهال‌های رویش‌یافته (تراکم) فراهم می‌شود. این روش به‌عنوان روش معمول در مطالعات بانک بذر خاک مطرح است (Ter Heerdt *et al.*, 1996). مهم‌ترین مشکل روش جوانه‌زنی یا روش کشت گلخانه‌ای، طولانی بودن زمان کشت نمونه‌های بانک بذر خاک و محدودیت فضا در محیط کشت گلخانه به‌ویژه برای پژوهش‌های گسترده است (Gonzalez & Ghermandi, 2012). کشت نمونه‌های بانک بذر خاک در محیط گلخانه برای مدت زمان طولانی که گاهی اوقات برای رویشگاه‌های جنگلی تا ۱۱ ماه نیز ادامه دارد (Esmailzadeh *et al.*, 2010b)، نه‌تنها مطالعه بانک بذر خاک را به یک فرآیند خسته‌کننده تبدیل می‌کند (Malone, 1967; Rahman *et al.*, 2001; Smutny' & Kr'en, 2002)، بلکه سبب می‌شود

نمونه برداری پوشش گیاهی

نمونه برداری از ترکیب پوشش گیاهی روزمینی به روش انتخابی (Mesdaghi, 2005) انجام شد. برای این منظور چهار قطعه نمونه ۴۰×۴۰ متر مربعی به عنوان توده معرف انتخاب شدند که خصوصیات مشابهی از نظر ترکیب گونه‌های درختی (اشکوب بالا)، بوته‌ای و علفی (زیراشکوب) داشته و با فاصله ۵۰۰ متر از یکدیگر قرار داشتند. نمونه برداری از پوشش گیاهی روزمینی در هر یک از قطعات مزبور با طراحی چهار ریزنمونه ۴۰۰ متر مربعی در دو دوره زمانی فصل خزان (اسفندماه ۱۳۹۱) برای ثبت فلور پیش‌بهاره جنگل و فصل رویش (خردادماه ۱۳۹۲) هنگامی که بیشتر گیاهان در منطقه حضور داشته و به رشد کامل رسیده بودند، انجام شد (Esmailzadeh *et al.*, 2010a). ابتدا فهرست و درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی به تفکیک فرم رویشی بر مبنای مقیاس براون-بلانکه در هر یک از چهار ریزنمونه ۴۰۰ متر مربعی ثبت شد و سپس با استفاده از روش میانگین حسابی، فهرست کلیه گونه‌های گیاهی به همراه غلبه آنها در قطعات نمونه اصلی ارائه شد. شناسایی و نام‌گذاری گونه‌های گیاهی با استفاده از منابع فلوری ایرانیکا (Rechinger, 1963-1998)، مجموعه فلورهای فارسی ایران (Asadi *et al.*, 1992-2002) و فلور رنگی ایران (Ghahraman, 1996-2000) انجام شد.

نمونه برداری بانک بذر خاک

نمونه برداری از بانک بذر خاک در آذرماه پس از این‌که بیشتر گونه‌های منطقه بذرافشانی کردند، انجام شد تا هر دو بخش بانک بذر موقتی و دائمی منطقه مورد توجه قرار گیرند. برای این منظور با استفاده از یک قاب فلزی ۴۰×۴۰ سانتی‌متر مربعی، دو نمونه بانک بذر خاک در مرکز هر یک از ریزنمونه‌های ۱۶ گانه در دو عمق صفر تا پنج و پنج تا ۱۰ سانتی‌متری استخراج شد. هر یک از نمونه‌های بانک بذر پس از استخراج، برای اعمال تیمار سرمادهی به سردخانه با دمای ۳ تا ۴ درجه سانتی‌گراد برای یک دوره دوماهه منتقل شدند (Esmailzadeh *et al.*, 2010b). سپس نمونه‌های خاک به محیط گلخانه منتقل شدند تا مطالعه آنها به روش کشت

روش سومی پیشنهاد شد که ترکیبی از روش جوانه‌زنی و جداسازی است. در این روش با کاربرد همزمان روش شستشو به منظور کاهش حجم خاک و یا استخراج بذر و روش جوانه‌زنی به منظور کشت دادن نمونه‌های بذر و شناسایی بذرهای زنده، ثبت گونه به همراه اندازه بانک بذر خاک بررسی می‌شود. این روش دارای محاسن دو روش قبلی است و از معایب آنها نیز کاسته است (Ter Heerd *et al.*, 1996). فایده اصلی شستشو و الک کردن کاهش مقداری از خاک در نمونه‌ها است که باعث جوانه‌زنی آسان‌تر بیشتر گونه‌ها می‌شود. زیرا گونه‌ها در معرض نور و هوا قرار می‌گیرند و این روش تا حد زیادی فضای گلخانه مورد نیاز را کاهش می‌دهد (Ter Heerd *et al.*, 1996; Ishikawa & Tsuyuzaki, 2004; Bernhardt *et al.*, 2008). پژوهش پیش‌رو در نظر دارد تا با مقایسه نتایج دو روش جوانه‌زنی و ترکیبی به عنوان دو روش مرسوم در مطالعات بانک بذر خاک، کیفیت آنها را در ارزیابی غنا و اندازه بانک بذر خاک جنگل جلگه‌ای دانشکده منابع طبیعی نور ارزیابی کند.

مواد و روش‌ها

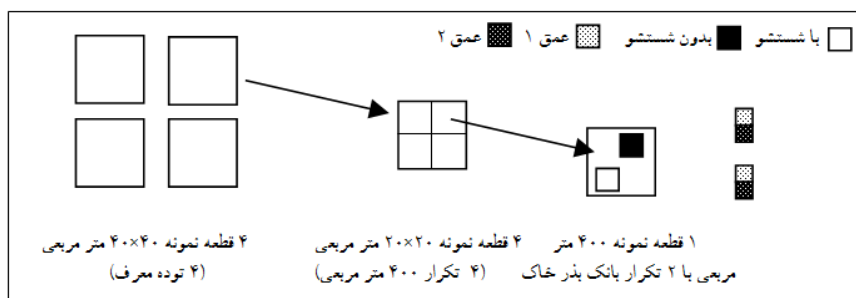
منطقه مورد مطالعه

جنگل جلگه‌ای دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس با مساحت حدود ۷۰ هکتار در موقعیت جغرافیایی $36^{\circ}34'23''$ تا $36^{\circ}34'56''$ عرض شمالی و $52^{\circ}18'46''$ تا $52^{\circ}20'46''$ طول شرقی در مجاورت پارک جنگلی نور قرار دارد. ارتفاع از سطح دریای آن ۱۷- تا ۹- متر و شیب عمومی آن کمتر از سه درصد است. براساس اطلاعات هواشناسی (سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰) ایستگاه‌های سینوپتیک بابلسر و نوشهر (به ترتیب واقع در ۵۰ کیلومتری شرق و غرب منطقه مورد مطالعه) متوسط دما و بارندگی سالانه منطقه به ترتیب ۱۷ درجه سانتی‌گراد و ۱۰۴۰ میلی‌متر برآورد شده است. اقلیم منطقه به روش دومارتن مرطوب نوع الف است. از نظر خاک‌شناسی، خاک منطقه آبرفتی است که از رسوبات ریز تجمع‌یافته در قسمت مسطح کنار دریای خزر تشکیل شده است و خاک آن هیدرومورف کامل است (Noraiy *et al.*, 2014).

ارزیابی روش کشت گلخانه‌ای مطالعه بانک بذر خاک در دو حالت با شستشو و بدون شستشو

استخراج شد که از این تعداد، سهم هریک از دو روش کشت گلخانه‌ای بدون شستشو و با شستشو ۳۲ نمونه (۳۲ = ۴ قطعه نمونه اصلی ۴ × تکرار ۲ × عمق) بود (شکل ۱).

گلخانه‌ای با دو حالت با شستشو و بدون شستشو (به ترتیب بیان‌گر کشت گلخانه‌ای پس از شستشوی خاک و کشت مستقیم یا بدون شستشو) به مدت هفت ماه انجام شود. به‌طور کلی ۶۴ نمونه بانک بذر خاک از سطح منطقه



شکل ۱- طرح شماتیک نمونه برداری

(قطعات نمونه اصلی و ریزقطعه نمونه ۴۰۰ متر مربعی به همراه دو نمونه ۴۰۰ سانتی‌متر مربعی بانک بذر خاک)

از ضریب تشابه سورنسون (Mesdaghi, 2005) و برای هریک از قطعات نمونه ۴۰۰ متر مربعی به تفکیک انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از بسته نرم‌افزار آماری SPSS²⁰ انجام شد. قبل از انجام آزمون‌های معنی‌داری، ابتدا نرمال بودن و همگنی واریانس داده‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون‌های کولموگروف-سمیرنوف و لیون تأیید شد.

مقایسه نتایج روش کشت گلخانه‌ای با دو حالت با شستشو و بدون شستشو، به همراه عمق خاک بر خصوصیات تراکم و غنای گونه‌ای بانک بذر خاک و درجه تشابه گونه‌ای آن با پوشش گیاهی روزمینی متناظر با استفاده از طرح قطعه‌نمونه‌های خردشده در مکان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد (جدول ۱). محاسبه درجه تشابه گونه‌ای بانک بذر خاک با پوشش گیاهی روزمینی متناظر با استفاده

جدول ۱- منابع تغییرات و درجات آزادی آزمایش بر مبنای طرح قطعه‌نمونه‌های خردشده در مکان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی

درجه آزادی	منابع تغییرات
$r - 1 = 3$	بلوک
$a - 1 = 1$	فاکتور اصلی: روش مطالعه بانک بذر خاک (شستشو و غیر شستشو)
$(r - 1) - (a - 1) = 3$	خطای اصلی (Ea)
$b - 1 = 1$	زیرجمع کرت‌های اصلی
$(a - 1) - (b - 1) = 1$	فاکتور فرعی: عمق بانک بذر خاک
	عمق × موقعیت
	زیرجمع کرت‌های فرعی
$a(r - 1) - (b - 1) = 54$	خطای فرعی (Eb)
$abc - 1 = 63$	کل

مدل: R A R*A B A*B

R = بلوک A = روش مطالعه بانک بذر خاک B = عمق بانک بذر خاک

با قرار دادن فاکتور بلوک (R) در زیر بخش Random factor در بسته نرم‌افزاری SPSS، جدول تجزیه واریانس به صورت اصلاح شده ارائه می‌شود.

نتایج

تغییرات حضور گونه‌های بانک بذر خاک در روش باشستشو و بدون شستشو

در این پژوهش در روش باشستشو و بدون شستشو به ترتیب ۵۰ و ۶۶ گونه شناسایی شدند که ۴۸ گونه به طور مشترک در هر دو روش وجود داشتند (جدول ۲). متوسط تراکم بانک بذر خاک در روش شستشو در عمق اول و دوم به ترتیب ۱۱۳۷ و ۶۹۹ بذر در هر متر مربع بود. *Ficus carica*, *Euphorbia turcomanica*, *Alnus glutinosa* و *Carex divulsa* در عمق اول (با متوسط ۷۹۲ بذر در هر متر مربع) و *Ficus Carica*, *Euphorbia turcomanica*, *C. divulsa*، *Cardamine tenera* در عمق دوم (با

متوسط ۴۸۹ بذر در هر متر مربع) در روش شستشو به ترتیب بیشترین تراکم بانک بذر خاک را داشتند، اما در روش بدون شستشو، متوسط تراکم بانک بذر خاک در دو عمق اول و دوم به ترتیب ۱۸۷۲ و ۹۷۵ بذر در هر متر مربع بود. *C. divulsa*, *Ficus carica*, *Carex sylvatica*, *Oplismenus*, *Hypericum andersaemum*, *Alnus* و *Microstegium vimineum undulatifolius* در عمق اول (با متوسط ۱۲۰۸ بذر در هر متر مربع) و *C. divulsa*, *C. sylvatica*, *glutinosa*، *Mentha aquatica*، *Lythrum salicaria*، *Hypericum andersaemum* و *Ficus Carica* در عمق دوم (با متوسط ۷۱۸ بذر در هر متر مربع) بیشترین تراکم بانک بذر خاک را داشتند.

جدول ۲- متوسط اندازه و غنای گونه‌ای بانک بذر خاک جنگل جلگه‌ای دانشگاه تربیت مدرس با استفاده از روش کشت گلخانه‌ای

گونه	باشستشو		بدون شستشو	
	عمق ۵-۱۰*	عمق ۰-۵	عمق ۵-۱۰	عمق ۰-۵
<i>Acalypha australis</i> L.	*	*	*	*
<i>Acer velutinum</i> Boiss.		*		*
<i>Ajuga reptans</i> L.	*	*	*	*
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	*	*	*	*
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		*	*	*
<i>Artemisia annua</i> L.	*	*	*	*
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth ex Mert.			*	*
<i>Atropa belladonna</i> L.		*	*	*
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P.Beauv.				*
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.		*	*	*
<i>Cardamine tenera</i> S. G. Gmel. Ex C.A.Mey.	*	*	*	*
<i>Carex divulsa</i> Stokes	*	*	*	*
<i>Carex remota</i> Richards	*	*	*	*
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	*	*	*	*
<i>Carpesium abrotanoides</i> L.	*			*
<i>Carpinus betulus</i> L.	*	*		*
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.		*	*	*
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	*	*	*	*
<i>Crataegus microphylla</i> C. Koch	*	*		*
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	*	*	*	*
<i>Diospyros lotus</i> L.				*
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	*	*	*	*
<i>Euphorbia turcomanica</i> Boiss.	*	*	*	*
<i>Ficus carica</i> L.	*	*	*	*
<i>Fraxinus excelsior</i> L.				*
<i>Geum urbanum</i> L.				*
<i>Hedera pastuchovii</i> Woronow			*	*

گونه	باشستشو		بدون شستشو	
	عمق ۵-۱۰*	عمق ۰-۵	عمق ۵-۱۰	عمق ۰-۵
<i>Hypericum androsaemum</i> L.	*		*	*
<i>Hypericum perforatum</i> L.	*	*	*	*
<i>Juncus inflexus</i> L.	*	*	*	*
<i>Lamium album</i> L.		*		*
<i>Lotus corniculatus</i> L.		*		
<i>Lythrum salicaria</i> L.	*	*	*	*
<i>Mentha aquatica</i> L.	*	*	*	*
<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.) A. Gamus	*	*	*	*
<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Roem. & Schult.	*	*	*	*
<i>Parotia persica</i> (DC.) C. A. May.		*		*
<i>periploca graeca</i> L.			*	
<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newman			*	*
<i>Phytolacca americana</i> L.		*		*
<i>Plantago major</i> L.		*		
<i>Poa annua</i> L.			*	*
<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Schott			*	*
<i>Populus caspica</i> (Bornm.) Bornm.			*	
<i>Portulaca oleracea</i> L.	*	*	*	*
<i>Potentilla reptans</i> L.			*	*
<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.				*
<i>Pteris cretica</i> L.			*	*
<i>Pterocarya fraxinifolia</i> (Lam.) Spach				*
<i>Quercus castaneifolia</i> C.A.Mey.		*		*
<i>Ranunculus repens</i> L.			*	
<i>Rubus hyrcanus</i> Woron.	*	*	*	*
<i>Rumex acetosella</i> L.		*	*	*
<i>Sambucus ebulus</i> L.		*		*
<i>Smilax excelsa</i> Duham.		*		*
<i>Solanum nigrum</i> L.	*		*	*
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	*	*	*	*
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	*	*	*	*
<i>Typha latifolia</i> L.	*		*	*
<i>Ulmus minor</i> Mill.			*	*
Unknown		*	*	*
<i>Verbena officinalis</i> L.		*	*	*
<i>Veronica anagallis</i>		*		*
<i>Veronica officinalis</i> L.	*	*	*	*
<i>Veronica persica</i> Poir.	*			*
<i>Vincetoxicum scandens</i> Sommier & Levier				*
<i>Viola alba</i> Besser	*	*		*
<i>Vitis sylvestris</i> Gmelin	*	*	*	*
متوسط اندازه بانک بذر خاک	۶۹۹	۱۱۳۷	۹۷۵	۱۸۷۲
غنای کل بانک بذر خاک	۳۳	۴۵	۴۶	۶۳

* (عمق به سانتی متر است)

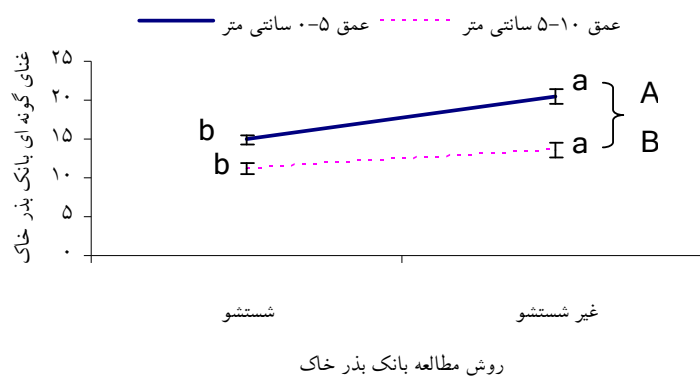
که غنای گونه‌ای بانک بذر خاک در هر دو روش شستشو و بدون شستشو با افزایش عمق خاک کاهش یافت (شکل ۲). در این ارتباط، اثر متقابل عمق و روش تحقیق در ارزیابی غنای گونه‌ای بانک بذر خاک معنی‌دار بود ($p < 0/05$)، در صورتی‌که تغییر مکان توده‌های معرف (قطعات نمونه اصلی) تفاوت معنی‌داری را بر نتایج غنای گونه‌ای بانک بذر خاک نشان نداد ($p = 0/234$).

تأثیر عمق نمونه‌برداری و روش کشت گلخانه‌ای بر متوسط غنای بانک بذر خاک نتایج جدول تجزیه واریانس (اصلاح‌شده) نشان داد که غنای گونه‌ای بین دو روش شستشو و بدون شستشو اختلاف معنی‌داری داشت ($p = 0/017$) و در مجموع، گونه‌های کمتری از طریق روش شستشو در مقایسه با روش بدون شستشو ثبت شدند (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد

جدول ۳- تجزیه واریانس (اصلاح‌شده) غنای گونه‌ای بانک بذر خاک در جنگل جلگه‌ای دانشگاه تربیت مدرس

منابع تغییرات	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
بلوک	۷۹/۹۲	۳	۲۶/۶۴	۲/۵۲	۰/۲۳۴ ^{ns}
روش مطالعه	۲۴۴/۱۴	۱	۲۴۴/۱۴	۲۳/۱۳	۰/۰۱۷ [*]
خطای اصلی (Ea)	۳۱/۶۷	۳	۱۰/۵۶	۱/۰۵۵	۰/۳۷۶ ^{ns}
زیرجمع کرت‌های اصلی	۳۵۵/۷۳				
عمق بانک بذر خاک	۴۴۶/۲۷	۱	۴۴۶/۲۷	۷۳/۳۹	۰/۰۰۰ ^{**}
عمق × روش مطالعه	۴۰/۶۴	۱	۴۰/۶۴	۰/۵۱	۰/۰۴۹ [*]
زیرجمع کرت‌های فرعی	۴۸۶/۹۱	۲			
خطای فرعی (Eb)	۵۴۰/۲۲	۵۴	۱۰/۰۰۴		
کل	۱۳۸۲/۸۶	۶۳			

* معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیر معنی‌دار



شکل ۲- مقایسه متوسط (میانگین ± اشتباه معیار) غنای گونه‌ای بانک بذر خاک در جنگل جلگه‌ای دانشگاه تربیت مدرس

(حروف A و B برای مقایسه دو روش و حروف a و b برای مقایسه دو عمق است)

نتایج جدول تجزیه واریانس (اصلاح‌شده) نشان داد که تراکم بانک بذر خاک در آزمایش شستشو به‌طور معنی‌داری

تأثیر عمق نمونه‌برداری و روش کشت گلخانه‌ای به دو روش بر متوسط تراکم بانک بذر خاک

ارزیابی روش کشت گلخانه‌ای مطالعه بانک بذر خاک در دو حالت با شستشو و بدون شستشو

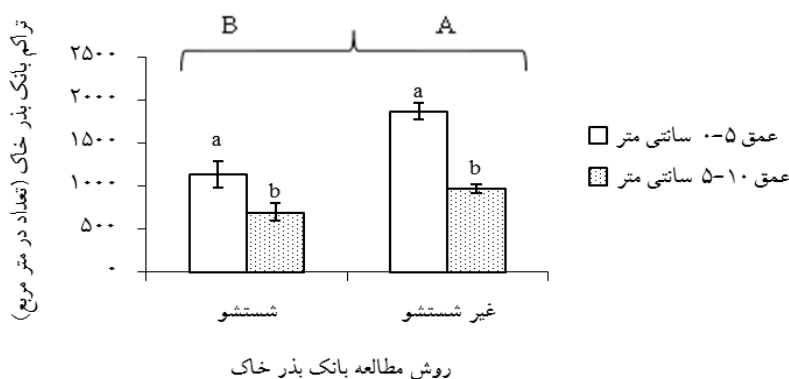
نشان داد (شکل ۳). در این رابطه اثر متقابل عمق و روش مطالعه کشت گلخانه‌ای (باشستشو و بدون شستشو) اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان ندادند.

در سطح پایین‌تری نسبت به روش بدون شستشو قرار داشت (جدول ۴). نتایج همچنین بیان‌گر آن بود که با افزایش عمق خاک، تراکم بانک بذر خاک نیز یک روند کاهشی را در هر دو روش باشستشو و بدون شستشو

جدول ۴- تجزیه واریانس (اصلاح‌شده) تراکم بانک بذر خاک در جنگل جلگه‌ای دانشگاه تربیت مدرس

منابع تغییرات	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
بلوک	۱۲۸۰۵۳۴۲	۳	۴۲۶۸۴۴۷/۳۳	۵/۰۵	۰/۱۰۸ ^{ns}
روش مطالعه	۱۵۵۵۴۲۳۷/۴۱	۱	۱۵۵۵۴۲۳۷/۴۱	۱۸/۴	۰/۰۰۰ ^{**}
خطای اصلی (Ea)	۲۵۳۵۷۱۱/۲۹	۳	۸۴۵۲۳۷/۱	۲/۰۱	۰/۱۲۳ ^{ns}
زیرجمع کرت‌های اصلی	۳۰۸۹۵۲۹۰/۷	۷			
عمق بانک بذر خاک	۷۱۲۷۱۴۷/۹۲	۱	۷۱۲۷۱۴۷/۹۲	۱۶/۹۵	۰/۰۰۰ ^{**}
عمق × روش مطالعه	۸۴۰۵۱۶/۵۱	۱	۸۴۰۵۱۶/۵۱	۲	۰/۱۶۳ ^{ns}
زیرجمع کرت‌های فرعی	۷۹۶۷۶۶۴/۴۳	۲			
خطای فرعی (Eb)	۲۲۷۱۰۰۰۰	۵۴	۴۲۰۴۸۷/۷۳		
کل	۶۱۵۷۲۹۵۵/۱۳	۶۳			

^{**} معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ ^{ns} غیرمعنی‌دار



شکل ۳- مقایسه متوسط (میانگین ± اشتباه معیار) تراکم بانک بذر خاک در جنگل جلگه‌ای دانشگاه تربیت مدرس

(حروف A و B برای مقایسه دو روش و حروف a و b برای مقایسه دو عمق است)

مشخص شد که میزان تشابه ترکیب گیاهی بانک بذر خاک با پوشش گیاهی متناظر با افزایش عمق خاک کاهش یافته است (جدول ۵ و شکل ۴)؛ در حالی‌که تغییرات درجه تشابه گونه‌ای بانک بذر خاک و پوشش گیاهی روزمینی در دو روش باشستشو و بدون شستشو معنی‌دار نبود. همچنین در بررسی درجه تشابه گونه‌ای دو بخش روزمینی و بانک

تأثیر عمق و روش مطالعه بر درجه تشابه گونه‌ای بانک بذر خاک با پوشش گیاهی روزمینی متناظر

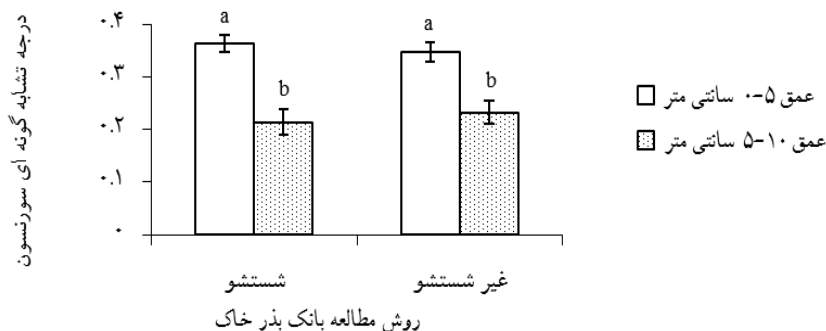
در بررسی معنی‌داری ضریب تشابه سورنسون (ضریب تشابه بین بانک بذر و پوشش گیاهی برای دو موقعیت نمونه) در دو عمق مختلف خاک و دو روش مطالعه کشت گلخانه‌ای با توجه به جدول تجزیه واریانس (اصلاح‌شده)

بذر خاک، اثر متقابل عمق بانک بذر خاک و روش کشت گلخانه‌ای معنی‌دار نبود.

جدول ۵- تجزیه واریانس (اصلاح شده) درجه تشابه گونه‌ای بانک بذر خاک و پوشش گیاهی روزمینی در جنگل جلگه‌ای دانشگاه تربیت مدرس

منابع تغییرات	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
بلوک	۰/۰۹۵	۳	۰/۰۳۲	۴/۵۲	۰/۱ ^{ns}
روش مطالعه	۰/۰۰۰۰۷۵	۱	۰/۰۰۰۰۷۵	۰/۰۱۱	۰/۹ ^{ns}
خطای اصلی (Ea)	۰/۰۲۱	۳	۰/۰۰۷	۱/۳۷	۰/۲۶۱ ^{ns}
زیرجمع کرت‌های اصلی	۰/۱۱۶	۷			
عمق بانک بذر خاک	۰/۲۷۴	۱	۰/۲۷۴	۵۶/۹۵	۰/۰۰۰ ^{**}
عمق × روش مطالعه	۰/۰۰۴	۱	۰/۰۰۴	۰/۸۰۶	۰/۳۷۳ ^{ns}
زیرجمع کرت‌های فرعی	۰/۲۷۸				
خطای فرعی (Eb)	۰/۲۶	۵۴	۰/۰۰۵		
کل	۰/۶۵۴۱	۶۳			

^{**} معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ ^{ns} غیرمعنی‌دار



شکل ۴- مقایسه متوسط (میانگین ± اشتباه معیار) شاخص تشابه گونه‌ای (سورنسون) بانک بذر خاک و پوشش گیاهی روزمینی در جنگل جلگه‌ای دانشگاه تربیت مدرس

بحث

بذرهای ریز را از بانک بذر خاک بیشتر می‌کند (Smutny' & Kr'en, 2002; Ishikawa & Tsuyuzaki, 2004; Price *et al.*, 2010). عامل مهم در این کاهش، روزنه ریزترین الک است که در روش شستشو مورد استفاده قرار می‌گیرد. Ter Heerd و همکاران (۱۹۹۶) بیان داشتند که اندازه منفذ الک به حدی باید کوچک باشد تا بذرهای *Juncus sp.* را که در زمره ریزترین بذرهای موجود در خاک هستند، از خود عبور ندهد.

نتایج بانک بذر خاک در دو روش با شستشو و بدون شستشو در دو عمق نشان داد که غنا و اندازه بانک بذر

در پژوهش پیش‌رو تراکم بانک بذر خاک در روش شستشو در عمق اول ۱۱۳۷ بذر و در عمق دوم ۶۹۹ بذر در هر متر مربع بود. همچنین تراکم بانک بذر خاک در روش بدون شستشو در عمق اول ۱۸۷۲ بذر و در عمق دوم ۹۷۵ بذر در هر متر مربع بود. در نتیجه تراکم بذرها در روش بدون شستشو بیشتر از روش با شستشو بود و نیز در عمق اول بیشتر از عمق دوم بود. تفاوت زیاد بین تراکم جوانه‌زنی گونه‌ها در دو روش می‌تواند به این دلیل باشد که خالص‌سازی نمونه‌های خاک با الک احتمال از دست رفتن

بانک بذر خاک بیشتر از روش بدون شستشو باشد. در واقع ضخامت زیاد لایه خاک در سینی‌های رشد در محیط گلخانه ممکن است مانع استفاده مناسب بذرها از نور و حرارت شود. در این روش این امکان وجود دارد که فقط بذرها موجود در لایه سطحی سینی‌های رشد جوانه‌زنی کنند و بقیه بذرها به دلیل دریافت رطوبت زیاد و عدم دسترسی به نور کافی از بین بروند. این مسأله نتایج روش کشت گلخانه‌ای را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bossuyt *et al.*, 2000). در این رابطه Ter Heerd *et al.* (۱۹۹۶) نشان دادند که درصد جوانه‌زنی بذرها در روش شستشو از ۸۱ تا ۱۰۰ درصد به ۳۳ تا ۸۸ درصد در روش بدون شستشو کاهش می‌یابد.

در مطالعه‌ای در علفزارهای طبیعی پاتاگونیا، تراکم بانک بذر خاک با روش شستشو چهار برابر بیشتر از روش بدون شستشو برآورد شد (Gonzalez & Ghermandi, 2012). Ishikawa و Tsuyuzaki (۲۰۰۴) نیز بیان کردند که در مطالعه بانک بذر خاک به روش کشت گلخانه‌ای با شستشو ممکن است به دلیل برطرف شدن خواب بذر برخی از گونه‌ها و تسهیل جوانه‌زنی بذرها و در نتیجه افزایش سرعت جوانه‌زنی، تراکم بانک بذر خاک نسبت به روش معمولی (بدون شستشو) افزایش یابد. در عوض ممکن است از اندازه و غنای گونه‌های بذر ریز کاسته شود. البته نتایج Price و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که متوسط غنای گونه‌ها در دو روش با شستشو و بدون شستشو برآوردهای مشابهی را در عمق صفر تا پنج سانتی‌متر داشته است، اما با افزایش عمق خاک (پنج تا ۲۰ سانتی‌متر) متوسط غنای گونه‌ها در روش با شستشو به‌طور معنی‌داری کمتر از روش بدون شستشو به‌دست آمد. آنها افزایش سهم بذرها با اندازه کوچک در لایه‌های پایینی خاک نسبت به لایه سطحی و در نتیجه اتلاف بیشتر بذرها ریز (عبور کردن از سرند و خارج شدن از نمونه‌های بانک بذر خاک) را عامل اصلی تفاوت معنی‌دار نتایج دو روش با شستشو و بدون شستشو در نمونه‌های خاک استخراج‌شده از اعماق زیرسطحی خاک بیان کردند.

نتایج این پژوهش در هر دو روش کشت گلخانه‌ای

خاک بین دو روش با شستشو و بدون شستشو اختلاف معنی‌داری داشت. در مجموع، گونه‌های کمتری از طریق روش شستشو در مقایسه با روش بدون شستشو یافت شدند. این نتایج مشابه نتایج Johnson و Anderson (۱۹۸۶)، Poiani و Johnson (۱۹۸۸) و Traba و همکاران (۱۹۹۸) است که تراکم و غنای گونه‌ای بیشتری از بانک بذر خاک را با روش بدون شستشو گزارش کردند. یکی دیگر از دلایل کاهش اندازه و غنای گونه‌های بانک بذر خاک در روش شستشو می‌تواند عملکرد مواد آلی خاک و لاشیرگ‌ها باشد. این احتمال وجود دارد که هنگام الک کردن، بذرها چسبیده به لاشیرگ و اجزای گیاهی در الک با روزه بزرگتر از دست برود (Ter Heerd *et al.*, 1996). دلیل دیگر کاهش تراکم بذرها در روش شستشو، توانایی بقای بذرها تحت استرس‌های متفاوت است، زیرا بذرها با پوشش نازک و شکننده تحت این شرایط از بین می‌روند. در روش شستشو، با سایش بذرها بر روی الک، استرس مکانیکی ایجاد می‌شود و همین مسأله عامل از بین رفتن پوشش بذرها در خلال فرآیند شستشو است. این عامل به بذرها آسیب می‌رساند و بذرها تحت این شرایط نامناسب، به جوانه‌زنی نمی‌رسند و سبز نمی‌شوند. همچنین در روش شستشو به دلیل کاهش حجم رس در خاک، رطوبت نمونه‌ها کاهش می‌یابد و با خشک شدن نمونه‌های خاک، گونه‌هایی که فرآیند جوانه‌زنی را آغاز کرده‌اند از بین می‌روند (Fenner & Thompson, 2005) یا بذرها موجود در خاک به خواب می‌روند (Hammerstrom & Kenworthy, 2003; Price *et al.*, 2010). نتایج پژوهش پیش‌رو از این نظر با نتایج مطالعات Ishikawa و Tsuyuzaki (۲۰۰۴)، Tsuyuzaki و Goto (۲۰۰۱)، Ter Heerd *et al.* و همکاران (۱۹۹۶) و Brown (۱۹۹۲) متفاوت است. آنها نشان دادند که روش شستشو به دلیل کاهش حجم اضافی خاک و در نتیجه فراهم شدن شرایط مناسب‌تر برای محتوی بذرها نمونه‌های بانک بذر خاک در گلخانه (کاهش یافتن عمق نمونه‌های خاک در داخل گلدان‌ها یا سینی‌های رشد و در نتیجه قرارگیری در معرض نور بیشتر) سبب می‌شود تا اندازه و غنای گونه‌ای

بانک بذر خاک خارج شوند و در نتیجه فقط تعداد کمی از آنها قابلیت نفوذ به اعماق خاک را داشته باشند. شانس این مقدار نیز به دلیل طول عمر کوتاهی که دارند، کاهش پیدا می‌کند (Fenner & Thompson, 2005) و این مسأله سبب می‌شود تا آنها در فهرست ترکیب گیاهی بانک بذر خاک لایه عمقی خاک حضور نیابند.

به‌طور کلی نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که در مطالعه بانک بذر خاک، استفاده از روش کشت گلخانه‌ای بدون شستشو نسبت به روش باشتشو به دلیل ارایه نتایج بهتر در اولویت است.

References

- 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(1): 23-33.
- Asadi, M., Masoumi, A.A., Khatamsaz, M. and Mozaffarian, V., 1992-2002. *Flora of Iran*. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Volume 1-38 (In Persian).
- Baskin, C.C. and Baskin, J.M., 1998. Germination ecology of seeds in the persistent seed bank: 133–180. In: Baskin, C.C. and Baskin, J.M., (Eds.). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego, CA.
- Bernhardt, K.G., Koch, M., Kropf, M., Ulbel, E. and Webhofer, J., 2008. Comparison of two methods characterising the seed bank of amphibious. *Aquatic Botany*, 88(2): 171-177.
- Bossuyt, B. and Honnay, O., 2008. Can the seed bank be used for ecological restoration? an overview of seed bank characteristics in European communities. *Journal of Vegetation Science*, 19(6): 875-884.
- Bossuyt, B., Heyn, M. and Hermy, M., 2000. Concentrating samples estimates larger seed bank density of a forest soil. *Functional Ecology*, 14(6): 766-767.
- Brown, D., 1992. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. *Canadian Journal of Botany*, 70(8): 1603–1612.
- Crocker, W., 1919. Buried weed seeds. *Botanical*

باشستشو و بدون شستشو نشان داد که غنای گونه‌ای بانک بذر خاک در لایه سطحی خاک (عمق صفر تا پنج سانتی‌متر) بیشتر از عمق پنج تا ۱۰ سانتی‌متر بود. دلیل کاهش غنا و تراکم بانک بذر خاک در عمق دوم خاک، پایین بودن میزان ماندگاری بخش عمده‌ای از ترکیب گیاهی منطقه است (Bossuyt & Honnay, 2008; Esmailzadeh *et al.*, 2011; Asadi *et al.*, 2012).

مقایسه ضریب تشابه بین بانک بذر خاک و پوشش گیاهی برای دو روش مطالعه نشان داد که اعماق خاک از نظر ضریب تشابه سورنسون با هم اختلاف معنی‌داری داشتند و با افزایش عمق خاک، میزان تشابه روزمینی کاهش یافت، اما میزان تشابه بین دو روش باشتشو و بدون شستشو تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. درجه تشابه گونه‌ای بانک بذر خاک و با پوشش گیاهی روزمینی متناظر همواره در سطح پایینی ارزیابی شد و در نتیجه اختلاف معنی‌داری بین نتایج دو روش باشتشو و بدون شستشو از این نظر مشاهده نشد. علت این امر عدم توانایی بخش عمده‌ای از ترکیب گیاهی روزمینی جنگل‌های معتدله به‌ویژه درختان در تشکیل بانک بذر دائمی خاک است. زیرا بخش عمده‌ای از ترکیب گیاهی بانک بذر خاک در زمره گیاهان پیشاهنگ قرار دارد که فقط مختص رویشگاه‌های تخریب شده است، بنابراین در ترکیب پوشش گیاهی روزمینی منطقه حضور نمی‌یابند (Bossuyt & Honnay, 2008). کاهش میزان درجه تشابه بین‌گونه‌ای بانک بذر خاک و پوشش گیاهی متناظر را می‌توان به کاهش چشمگیر بذرهای گونه‌های گیاهی روزمینی منطقه در عمق دوم نسبت داد. در واقع قابلیت نفوذ بذرهای ترکیب گیاهی روزمینی منطقه، به دلیل تولید اندازه درشت و کم‌دوام نسبت به بذرهای گونه‌های پیشاهنگ (که اغلب تولید بذرهای ریز و بادوام می‌کنند) به لایه‌های پایینی خاک بسیار کمتر است. از این‌رو همواره با افزایش عمق خاک، از درجه تشابه گونه‌ای بانک بذر خاک و پوشش گیاهی متناظر کاسته می‌شود. البته بیشتر بودن جمعیت بذرخواران در لایه‌های سطحی خاک و جوانه‌زنی بیشتر نیز سبب می‌شود تا بخش عمده‌ای از بذرهای کم‌دوام از فاز

- H.M., 2007. Comparison of three methodologies for efficient seed extraction in studies of soil weed seedbanks. *Weed Research*, 47(6): 472-478.
- Morellato, L.P.C. and Haddad, C.F.B., 2000. Introduction: the Atlantic forest. *Biotropica*, 32(4b): 786-792.
 - Noraiy, A., Jalali, S.Gh. and Esmailzadeh, O., 2014. Seasonal variation patterns of the soil seed bank in *Populus Caspica* protected area. *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 21(1): 1-20 (In Persian).
 - Poiani, K.A. and Johnson, W.C., 1988. Evaluation of the emergence method in estimating seed bank composition of prairie wetlands. *Aquatic Botany*, 32(1-2): 91-97.
 - Price, J.N., Wright, B.R., Gross, C.L. and Whalley, W.R.D.B., 2010. Comparison of seedling emergence and seed extraction techniques for estimating the composition of soil seed banks. *British Ecological Society, Methods in Ecology and Evolution*, 1(2): 151-157.
 - Rahman, A., James, T.K. and Grbavac, N., 2001. Potential of weed seedbanks for managing weeds: a review of recent New Zealand research. *Weed Biology and Management*, 1(2): 89-95.
 - Rechinger, K.H., 1963-1998. *Flora Iranica*. Akademische Druck and Verlagsanstalt, Austria, Graz, Volume 1-173.
 - Smutny', V. and Kr'en, J., 2002. Improvement of an elutriation method for estimation of weed seedbank in the soil. *Rostlinna' Vy'roba*, 48(6): 271-278.
 - Ter Heerdt, G.N.J., Verwey, G.L., Bekker, R.M. and Bakker, J.P., 1996. An improved method for seed bank analysis: seedling-emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*, 10(1): 144-151.
 - Thompson, K., Bakker, J. and Bekker, R., 1997. *The Soil Seed Banks of North West Europe: Methodology, Density and Longevity*. Cambridge University Press, Cambridge, 288p.
 - Traba, J., Levassor, C. and Peco, B., 1998. Concentrating samples can lead to seed losses in soil bank estimations. *Functional Ecology*, 12: 975-976.
 - Tsuyuzaki, SH. and Goto, M., 2001. Persistence of seed bank under thick volcanic deposits twenty years after eruptions of Mount Usu, Hokkaido Island, Japan. *American Journal of Botany*, 88(10): 1813-1817.
 - Gazette, 67: 515-516.
 - Esmailzadeh, O., Hosseini, S.M., Mesdaghi, M., Tabari, M., 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, S.M., Mesdaghi, M., Tabari, M., Mohammadi, J., 2010b. Persistent soil seed bank study of Darkola oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest. *Journal of Forest and Wood Products*, 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, 262p.
 - Ghahraman, A., 1996-2000. *Iran Colored Flora*. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Volume 1-22 (In Persian).
 - Gonzalez, S.L. and Ghermandi, L., 2012. Comparison of methods to estimate soil seed banks: the role of seed size and mass. *Community Ecology*, 13(2): 238-242.
 - Hammerstrom, K.K. and Kenworthy, W.J., 2003. A new method for estimation of *Halophila decipiens* Ostenfeld seed banks using density separation. *Aquatic Botany*, 76(1): 79-86.
 - Ishikawa, M. and Tsuyuzaki, G.S., 2004. Methods of estimating seed banks with reference to long-term seed burial. *Journal of Plant Research*, 117(3): 245-248.
 - Johnson, R.G. and Anderson, R.C., 1986. The seed bank of a tallgrass Prairie in Illinois. *American Midland Naturalist*, 115(1): 123-130.
 - Malone, R., 1967. A rapid method for enumeration of viable seeds in soil. *Weeds*, 15(4): 381-382.
 - Martinez-Duro, E., Luzuriaga, A.L., Ferrandis, P., Escudero, A. and Herranz, J.M., 2011. Does aboveground vegetation composition resemble soil seed bank during succession in specialized vegetation on gypsum soil?. *Ecological Research*, 27(1): 43-51.
 - Mesdaghi, M., 2005. *Plant Ecology*. Jahade Daneshgahi of Mashhad Press, Mashhad, 187p (In Persian).
 - Mesgaran, M.B., Mashhadi, H.R. and Alizadeh,

Assessment of seedling emergence method in soil seed bank in two states of washing and non-washing

F. Akbarpour¹, S.Gh.A. Jalali² and O. Esmailzadeh^{*3}

1- M.Sc. Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

2- Associate Prof., Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

3*- Corresponding author, Assistant Prof., Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran. Email: oesmailzadeh@modares.ac.ir

Received: 01.07.2015

Accepted: 04.11.2015

Abstract

This study aimed to evaluate the results of soil seed bank in Tarbiat Modares Lowland Experimental Forest by using the two methods of washing and non-washing. Therefore, four main plots (40×40 m²) with each of them comprising 4 sub quadrats of 400 m² were considered as representative stands. Aboveground vegetation was sampled by 16 plots of 400 m² in two time steps of March and June. Seed bank flora was studied using seedling emergence method based on 64 soil samples (2 methods×4 main plots×4 replications×2 depths of 0-5 and 5-10 cm) which had been hammered by a hollow 400 cm² metal frame. Statistical analysis was performed using split plot in space set within a randomized complete block experimental design. Results showed that both species richness and density of soil seed bank in non-washing method (63 species with 1872 seed density per m² in upper layer and 46 species with 975 seed density in lower layer) were significantly higher than in washing method (45 species with 1137 seed density per m² in upper layer and 33 species with 699 seed density in lower layer). Results also showed that similarity between soil seed bank with corresponding extant vegetation decreased with increasing soil depth. However, the two methods were not significantly different. We concluded that seedling emergence method without washing results in better soil seed bank assessment.

Keywords: Soil seed bank, similarity, lowland forest of Tarbiat Modares, soil washing.