

احداث باغ بذر و بررسی خصوصیات مورفولوژیکی گونه اسکنبیل کاشانی (*Calligonum arborescens* Litv.)

سید مرتضی ابطحی^۱ و کامبیز اسپهبدی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۱۹

چکیده

اسکنبیل کاشانی (*Calligonum arborescens* Litv.) یکی از گونه‌های مهم مقاوم به خشکی در مناطق بیابانی ایران است. احداث باغ بذر به منظور تولید بذر از پایه‌های برتر جهت تکثیر و کشت این گونه است. بدین منظور چهار جمعیت (جامعه) گیاهی ابوزیدآباد (A)، مزرعه باقیات کاشان (B)، قاسم‌آباد (C) و حسین‌آباد قم (D) انتخاب و از نظر صفات مورفولوژیک و درصد استقرار با استفاده از یک طرح سلسله‌مراتبی (تودرتو) برای معرفی جوامع برتر مقایسه شدند. از ۲۰ پایه منتخب مادری هر جامعه، ۲۰ قلمه تهیه و در مجموع ۱۶۰۰ قلمه به گلخانه منتقل شد. ۱۲ پایه از هر جامعه بر اساس تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده انتخاب و در باغ بذر کشت شد. صفات ارتفاع، قطر تاج پوشش و زنده‌مانی (بقاء) پایه‌ها اندازه‌گیری شد. اثر جامعه بر ارتفاع و قطر تاج پوشش بسیار معنی‌دار بود، درحالی‌که اثر پایه‌های درون جوامع معنی‌دار نبود. بر اساس مقایسه میانگین‌ها، جوامع B و A در گروه برتر (a) و جوامع D و C در گروه پایین‌تر (b) از نظر صفات رشدی قرار گرفتند. بیشترین درصد بقاء متعلق به جامعه B (۷۵ درصد) و کم‌ترین آن متعلق به جامعه C (۵۴ درصد) بود. جوامع ابوزیدآباد (A) و مزرعه باقیات کاشان (B) به عنوان جوامع برتر باغ بذر اسکنبیل کاشانی معرفی می‌شوند. عدم معنی‌داری اثر پایه‌ها با توجه به آزمون مورد استفاده، نشان داد که تنوع درون جمعیت‌ها نسبت به جامعه کمتر است. برای نتیجه‌گیری قطعی درباره تنوع ژنتیکی درون جمعیتی، انجام آزمایش‌های مولکولی با استفاده از نشانگرهای مولکولی ضروری است.

واژگان کلیدی: باغ کلنال، تنوع ژنتیکی، اسکنبیل، ژنوتیپ‌های برتر، کاشان.

۱. نویسنده مسئول، دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کاشان، ایران. پست الکترونیک: Morabtahi70@gmail.com

۲. دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، ساری، ایران

مقدمه

باغ بذر به محلی برای نگهداری درختانی با ژنوتیپ‌های برتر گفته می‌شود که برای ممانعت از نفوذ گرده‌های ناخواسته از منابع خارجی به صورت قرنطینه نگهداری می‌شوند. تعریف دیگری از باغ بذر وجود دارد که باغ بذر را مجموعه‌ای از درخت‌کاری‌هایی می‌داند که از کلن‌های منتخب یا نتایج پایه‌های منتخب تشکیل شده و به نوعی قرنطینه شده و مدیریت می‌شوند که از گرده‌های ناخواسته و خارج از باغ بذر اجتناب می‌گردد و بذر فراوان، مستمر و سهل الوصول تولید می‌نماید (فیلبرگ و سوگارد، ۱۹۷۵).

Calligonum arborescens (اسکنبیل کاشانی) از خانواده علف هفت‌بند (Polygonaceae) که در برخی منابع به نام‌های ارتع، پتو و کروک آمده است. از جمله گیاهان مقاوم به خشکی است که با استفاده از سازوکارهایی مانند افزایش ضخامت کوتیکولی، متراکم و بی‌رنگ شدن کرک‌ها، ریزش سریع برگ، کاهش سطح برگ، روشنی سطح اندام‌ها، سیستم ریشه‌ای گسترده و مسیر فتوسنتزی C4 تنش‌های محیطی را به خوبی تحمل می‌کند (مقیمی، ۲۰۰۳). اسکنبیل درختچه‌ای ماسه‌رست با ساقه‌های سفیدرنگ که ارتفاع آن تا ۳ متر می‌رسد. گل آذین خوشه‌ای با گل‌های سفیدرنگ مایل به صورتی و معطر و دارای میوه‌های کروی تاژک‌دار است (مظفریان، ۲۰۰۴).

تعداد گونه‌های اسکنبیل در جهان ۸۰ گونه است که در نواحی مختلف آسیای مرکزی و غربی، جنوب اروپا و شمال آفریقا پراکنده است. در آسیا نیز جنس اسکنبیل شامل ۳۰ گونه است. از این جنس در ایران ۲۳ گونه به ثبت رسیده که از این تعداد ۹ گونه انحصاری ایران است (مظفریان، ۱۹۹۶). روش تکثیر اسکنبیل کاشانی هم به کمک بذر (تکثیر جنسی) و هم قلمه (تکثیر غیرجنسی) است. بذرهای تاژک‌دار به دلیل سبکی توسط باد به راحتی جابجا می‌شود و در صورت فراهم بودن شرایط محیط بخصوص رطوبت و دما، شروع به جوانه‌زنی می‌کند. در نهالستان‌ها، برای تسریع جوانه‌زنی از تیمارهای مختلف سرمادهی، خیساندن در آب، خراش دادن و خیساندن در اسیدسولفوریک رقیق استفاده می‌کنند. بذور را در اوایل

زمستان در گلدان و داخل گلخانه کشت و پس از جوانه‌زنی و رشد تا ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر، در اوایل بهار به محل اصلی انتقال می‌دهند. روش قلمه‌زنی هم برای تکثیر اسکنبیل بسیار متداول است. برای همین قلمه‌هایی به طول ۵۰ سانتی‌متر در اوایل زمستان از پایه مادری تهیه و در خزانه کشت می‌شود. در بهترین حالت تا ۸۰ درصد قلمه‌ها ریشه تولید می‌کند. بهترین زمان برای انتقال به عرصه، اوایل فصل زمستان است (بتولی، ۲۰۲۲).

تعداد گونه‌های این جنس در ایران بالغ بر ۲۳ گونه گزارش شده است (معصومی، ۲۰۱۱). ریخت‌شناسی ۱۸ گونه از جنس اسکنبیل مورد مطالعه قرار گرفت. در این بررسی مابین ۳۰ صفت ریخت‌شناسی مورد مطالعه، شش صفت ریخت‌شناسی مختص گونه‌های مختلف جنس اسکنبیل بود و گونه‌های این جنس تک تبار هستند (توکلی و همکاران، ۲۰۰۸). مظفریان در کتاب درختان و درختچه‌های ایران، به ۱۶ گونه از جنس اسکنبیل استقرار یافته در نقاط مختلف کشور اشاره کرده است (مظفریان، ۲۰۰۴). تأثیر درجه حرارت بر روی جوانه‌زنی بذر ۷ گونه اسکنبیل واقع در ماسه‌زارهای شمال چین در شرایط گلخانه‌ای، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، هیچ رابطه‌ای بین تیمار دمایی و سرعت جوانه‌زنی بذر وجود ندارد. حداقل زمان جوانه‌زنی ۳-۴ روز در گونه‌های *C. Junceum*، *C. mongolicum* و *C. gobicum*، *C. leucocladum*، دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد گزارش شد (رن و همکاران، ۲۰۰۵). مطالعات پورمیدانی و همکاران (۲۰۰۴) بر روی صفات مختلف مورفولوژیکی گیاهان سیاه‌تاغ و زردتاغ در طول پنج سال نشان داد، در همه سال‌ها تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر ارتفاع نهال‌ها و قطر تنه اصلی در سطح احتمال ۱٪ و یا ۵٪ معنی‌دار بود. ارتفاع درختچه‌ها، قطر تنه اصلی، قطرهای بزرگ و کوچک تاج پوشش در سال‌های مختلف غالباً با یکدیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. همچنین پورمیدانی و میرزایی (۲۰۰۵) گزارش کردند که وراثت‌پذیری صفات بر مبنای نتایج تجزیه مرکب داده‌ها بالاتر از میزان محاسبه شده بر اساس داده‌های هر سال بود. میزان وراثت‌پذیری اکثر صفات مطلوب پایین و یا در حد متوسطی

متری از سطح دریا واقع شده است. به استناد آمار ایستگاه سینوپتیک کاشان (۱۳۶۵-۱۳۹۵)، میانگین بارندگی سالانه ۱۳۹/۵ میلی متر است و اکثر ریزش‌های جوی در فصل زمستان و اوایل بهار صورت می‌گیرد. میانگین حداقل درجه حرارت سالانه، ۳/۸ درجه سانتی‌گراد (دی‌ماه) و میانگین حداکثر درجه حرارت سالانه، ۳۳/۶ درجه سانتی‌گراد (تیرماه) گزارش شده است. حداقل مطلق دمای سالانه، ۱۲- درجه سانتی‌گراد و حداکثر مطلق دمای سالانه، ۴۷/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. قسمت اعظم بافت خاک ایستگاه کاشان، سبک شنی تا شنی-لومی است و محدودیت زیستی خاک وجود لایه سخت در بعضی نقاط است. ساختار اصلی پوشش گیاهی طبیعی اراضی بایر ایستگاه کاشان، جنگل‌های دست کاشت تاغ است (ابطحی، ۲۰۲۲).

روش تحقیق

ابتدا کلیه گزارش‌ها و نقشه‌های پوشش گیاهی منطقه کاشان به‌منظور تعیین محل استقرار گونه اسکنبیل کاشانی (C. *arborescens*) مطالعه و بررسی شد. شناسایی دقیق گونه جنس اسکنبیل موجود در کاشان به کمک بذر آن و بر اساس مطالعات دکتر معصومی در خصوص اسکنبیل (معصومی، ۲۰۱۱) صورت گرفت (شکل ۱).

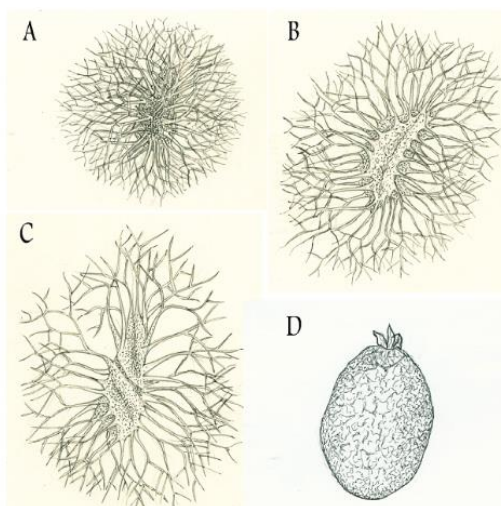
بود، لذا در برنامه‌های اصلاحی و سلکسیون باید از روابط همبستگی موجود بین صفات استفاده نمود. پورمیدانی و توکلی‌نکو (۲۰۲۵) ژنوتیپ‌های تشکیل‌دهنده باغ بذر سیاه تاغ را در ۳ نسل متوالی بررسی نمودند. نتایج نشان داد که پایداری مطلوبی از نظر بروز صفات در بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد. پایداری صفات کمک زیادی به پایداری تولید بذر و پایداری وضعیت نهال‌های تولیدی از این بذرها در عرصه‌های طبیعی خواهد کرد. حجه فروش‌نیا و همکاران (۲۰۲۶) اثر شرایط ژنوتیپ‌های نخبه محلب را بر خصوصیات نتایج آن‌ها در باغ بذر فریدون‌شهر بررسی کردند. طی این تحقیق مشخص شد که اثرهای ژنتیکی و ویژگی‌های رویشگاهی مادر همچنان تعیین‌کننده عملکرد رشدی هستند.

هدف از اجرای این طرح، ایجاد باغ بذر اسکنبیل با استفاده از پایه‌های برتر، شناخت توده‌های برتر موجود از نظر تعدادی از صفات مورفولوژیکی، ایجاد تنوع مناسب در بذرهای بکار رفته در طرح‌های احیای بیابان و جلوگیری از ایجاد یکنواختی پایه‌های اسکنبیل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه اجرای طرح

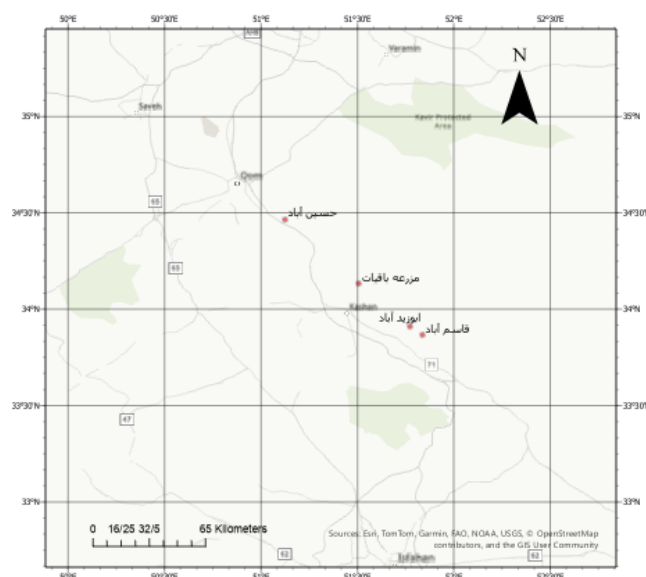
ایستگاه تحقیقات مناطق خشک و بیابانی کاشان در طول ۴۷° ۲۸' ۵۱° و عرض جغرافیایی در ارتفاع ۱۰۰۰



شکل (۱): بذر ۴ گونه اسکنبیل و شناسایی اسکنبیل کاشانی (B) بر اساس آن (معصومی، ۲۰۱۱)

Figure (1): Seeds of 4 species of *Calligonum* and identification of *Calligonum arborescens* (B) based on them (Massoumi, 2011)

در مطالعات میدانی و بررسی منابع، ۴ جامعه گیاهی اسکنبیل کاشانی ابوزیدآباد (A)، مزرعه باقیات کاشان (B)، قاسم‌آباد (C) و حسین‌آباد قم (D) با فاصله مناسب (جدول ۱) شناسایی شد (شکل ۲).



شکل (۲): محل قلمه‌گیری از جوامع ۴ گانه اسکنبیل کاشانی

Figure (2): Cutting collection sites from the four populations of *Calligonum arborescens*

جدول (۱): فواصل جوامع ۴ گانه اسکنبیل کاشانی (کیلومتر)

Table (1): Distances between the four populations of *Calligonum arborescens* (km)

جوامع	مختصات	قاسم آباد	ابوزیدآباد	مزرعه باقیات	حسین آباد
قاسم آباد	۵۱ ۵۰ ۱۸ ۳۳ ۵۱ ۵۷	—	۸	۴۳	۹۴
ابوزیدآباد	۵۱ ۴۶ ۲۹ ۳۳ ۵۴ ۴۴	۸	—	۳۵	۸۶
مزرعه باقیات	۵۱ ۳۰ ۳۳ ۳۴ ۰۷ ۵۷	۴۳	۳۵	—	۵۲
حسین آباد	۵۱ ۰۷ ۳۱ ۳۴ ۲۸ ۰۷	۹۴	۸۶	۵۲	—

خوشبختانه بیش از ۸۰ درصد قلمه‌ها ریشه‌دار شدند (شکل ۴). از بین پایه‌های ریشه‌دار هر جامعه، ۱۲ پایه با رشد و شادابی بهتر با ۴ تکرار معادل ۴۸ نهال ریشه‌دار انتخاب و از ۴ جامعه موجود، ۱۹۲ نهال در بهمن سال ۱۳۹۷ به باغ بذر انتقال یافت.

از هر جامعه ۲۰ پایه برتر به لحاظ شادابی، ارتفاع و سطح تاج پوشش، انتخاب و در بهمن سال ۱۳۹۶ از هر پایه ۲۰ قلمه به طول ۴۰ و قطر حدود ۲ سانتی‌متر تهیه شد. ۴۰۰ قلمه تهیه شده از هر جامعه (۱۶۰۰ قلمه از ۴ جامعه) به خزانه ایستگاه تحقیقات مناطق خشک و بیابانی کاشان منتقل شد (شکل ۳). نگهداری و آبیاری قلمه‌ها به مدت یک سال ادامه یافت.



شکل (۳): قلمه‌زنی در بهمن ۱۳۹۶ در خزانه ایستگاه تحقیقات کاشان

Figure (3): Cutting propagation in February 2018 at the nursery of Kashan Research Station



شکل (۴): جوانه‌زنی قلمه‌ها در ۱۴ فروردین ۱۳۹۷

Figure (4): Sprouting of cuttings on April 3, 2018

گچ‌ریزی شد. سپس محل کشت، به کمک بیل مکانیکی به ابعاد 1×1 و عمق $1/5$ متر حفر شد (شکل ۵). به‌منظور غنی‌سازی خاک و اصلاح بافت آن از کود دامی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هر چاله استفاده شد.

محل احداث باغ بذر با در نظر گرفتن شرایط بافت خاک (خاک سبک و شنی)، شوری خاک، عدم وجود لایه سخت و عدم وجود گونه‌های اسکنبیل در نزدیکی آن در قسمت شمالی ایستگاه تحقیقات کاشان در نظر گرفته شد. نقشه باغ به‌صورت ۲۰ ستون در ۱۰ ردیف به فواصل 5×5 متر تهیه و در محل



شکل (۵): حفر چال کود برای احداث باغ بذر (بهمن ۱۳۹۷)

Figure (5): Digging fertilizer pits for establishing the seed orchard (February 2019)

سرسبزی و ارتفاع نهال بود. جدول ۲ پایه‌های منتخب از هر جامعه را نشان می‌دهد.

پایه‌های انتخاب شده برای استقرار در باغ بذر، بر اساس تعداد قلمه‌های ریشه‌دار از هر پایه در خزانه و همچنین صفاتی چون

جدول (۲): تعداد پایه‌های ریشه‌دار شده و منتخب برای انتقال به باغ بذر

Table (2): Number of rooted and selected seedlings for transfer to the seed orchard

باقیات صالحات				ابوزید آباد				میش مست قم				قاسم آباد			
پایه	کل قلمه	ریشه دار	منتخب	پایه	کل قلمه	ریشه دار	منتخب	پایه	کل قلمه	ریشه دار	منتخب	پایه	کل قلمه	ریشه دار	منتخب
۱	۲۰	۶	*	۱	۲۰	۱۴	*	۱	۲۰	۶	*	۱	۲۰	۳	
۲	۲۰	۱۱	*	۲	۲۰	۸	*	۲	۲۰	۱۱	*	۲	۲۰	۸	*
۳	۲۰	۵	*	۳	۲۰	۲		۳	۲۰	۰		۳	۲۰	۱۱	*
۴	۲۰	۹	*	۴	۲۰	۱۳	*	۴	۲۰	۹	*	۴	۲۰	۷	*
۵	۲۰	۳		۵	۲۰	۲		۵	۲۰	۳		۵	۲۰	۱	
۶	۲۰	۱		۶	۲۰	۰		۶	۲۰	۷	*	۶	۲۰	۰	
۷	۲۰	۰		۷	۲۰	۸	*	۷	۲۰	۱۴	*	۷	۲۰	۱۲	*
۸	۲۰	۲		۸	۲۰	۱۶	*	۸	۲۰	۹	*	۸	۲۰	۵	*
۹	۲۰	۸	*	۹	۲۰	۹	*	۹	۲۰	۰		۹	۲۰	۷	*
۱۰	۲۰	۱۵	*	۱۰	۲۰	۵		۱۰	۲۰	۸	*	۱۰	۲۰	۹	*
۱۱	۲۰	۱۳	*	۱۱	۲۰	۴		۱۱	۲۰	۳		۱۱	۲۰	۴	
۱۲	۲۰	۵	*	۱۲	۲۰	۶	*	۱۲	۲۰	۱		۱۲	۲۰	۰	
۱۳	۲۰	۰		۱۳	۲۰	۱۲	*	۱۳	۲۰	۵	*	۱۳	۲۰	۱۱	*
۱۴	۲۰	۱۴	*	۱۴	۲۰	۰		۱۴	۲۰	۷	*	۱۴	۲۰	۸	*
۱۵	۲۰	۴		۱۵	۲۰	۱		۱۵	۲۰	۶	*	۱۵	۲۰	۴	
۱۶	۲۰	۷	*	۱۶	۲۰	۵		۱۶	۲۰	۳		۱۶	۲۰	۳	
۱۷	۲۰	۳		۱۷	۲۰	۸	*	۱۷	۲۰	۲		۱۷	۲۰	۸	*
۱۸	۲۰	۴		۱۸	۲۰	۱۱	*	۱۸	۲۰	۱۱	*	۱۸	۲۰	۰	
۱۹	۲۰	۱۱	*	۱۹	۲۰	۶	*	۱۹	۲۰	۷	*	۱۹	۲۰	۶	*
۲۰	۲۰	۸	*	۲۰	۲۰	۸	*	۲۰	۲۰	۴		۲۰	۲۰	۸	*

خویشاوندی، بین نهال‌های یک ژنوتیپ بیشترین فاصله ممکن داده شد (شکل ۶ و ۷).

آبیاری مجموعه باغ بذر به روش آبیاری قطره‌ای با قطره‌چکان‌های دبی ۵۰ لیتر در ساعت بود. در فصل بهار در فواصل زمانی ۱۵ و در فصل تابستان به فواصل ۱۰ روزه اقدام به آبیاری شد. حجم آب استفاده شده برای هر چاله ۵۰ لیتر بود. در طول سال، بررسی‌های لازم جهت سلامت باغ بذر به لحاظ بیماری و آفات و وجین علف‌های هرز صورت گرفت.

نهال‌هایی که به‌عنوان پایه‌های برتر انتخاب شدند، به روش چینش بهینه (میرزایی ندوشن، ۲۰۱۵) در باغ بذر غرس و روی ردیف‌ها کاشته شدند. به‌نحوی که نهال‌های مجاور هیچ قرابتی با یکدیگر نداشته و نهال‌هایی که در کنار هم قرار می‌گیرند بیشترین فاصله ژنتیکی ممکن را از هم داشته باشند تا از خودگشنی و آمیزش‌های خویشاوندی اجتناب شود. به‌عبارت دیگر به‌منظور ممانعت از درون زادآوری و تلاقی‌های

C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	A1	C3	A6	C8	A11	C1	A4	C6	A9	C11	A2	C4	A7	C9	A12	C2	A5	C7	A10	C12
1	B1	D3	B6	D8	A9	C11	B4	D7	A10	C7	B5	D2	A8	C5	B12	D9	A3	B8	D1	C10
2	C1	A4	C6	B3	D5	A12	C2	B10	D4	A5	C9	B7	D11	A6	C1	B2	D8	A11	C4	B9
3	D1	B4	D6	B9	D11	B2	D4	B7	D9	B5	D2	B12	D10	B3	D5	B11	D8	B6	D3	B10
4	A2	C4	A7	C9	A12	C1	A5	C6	A10	C7	A4	C8	A11	C3	A6	C2	A9	C10	A1	C12
5	B2	D4	B7	D9	B10	D2	B5	D7	B12	D11	B3	D5	B8	D10	B1	D3	B6	D8	B9	D6
6	C2	A5	C7	A9	C11	A2	C4	A6	C8	A10	C3	A1	C5	A3	C12	A4	C2	A8	C9	A12
7	A3	C1	A6	C3	A10	C7	A4	C8	A11	C2	A5	C6	A9	C10	A1	C12	A2	A8	C9	A12
8	B5	D2	B8	D10	B3	D5	B12	D11	B6	D3	B10	D4	B7	D9	B1	D8	B4	D6	B9	D7
9	A4	C6	A9	C11	A2	C4	A6	C8	A10	C3	A1	C5	A3	C12	A4	C2	A8	C9	A12	C1
10	B3	D5	B6	D8	B9	D6	B12	D11	B1	D3	B4	D7	B10	D2	B5	D9	B2	D4	B7	D1

D: پایه‌های حسین آباد قم

C: پایه‌های قاسم آباد قم

B: پایه‌های مزرعه باقیات و صالحات کاشان

A: پایه‌های ابوزید آباد کاشان

تعداد کلی: ۱۹۲

تعداد جامعه: ۴

تعداد پایه از هر جامعه: ۱۲

تکرار هر پایه: ۴

تاریخ کشت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۳ و ۱۳۹۸/۱۰/۲۸

شکل (۶): ترتیب استقرار جوامع ۴ گانه

Figure (6): Arrangement of the establishment of the four populations



شکل (۷): نمایی از باغ بذر اسکنبیل (آبان ۱۳۹۸)

Figure (7): A view of the *Calligonum arborescens* seed orchard (October 2019)

اساس میانگین مربعات خطای پایه MS Plant (Community) محاسبه شد تا اثر تودرتویی به درستی لحاظ شود.

ج) تحلیل بقاء: به دلیل ماهیت دو حالته داده‌های بقا (تعداد موفقیت از ۴)، از مدل خطی تعمیم‌یافته آمیخته (GLMM) با توزیع دوجمله‌ای و تابع پیوند لجیت استفاده شد.

نتایج

بر اساس تجزیه واریانس صورت گرفته، اثر جامعه در هر دو صفت ارتفاع و قطر تاج پوشش در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بود؛ اما اثر پایه‌های درون جامعه معنی‌دار نبود (جدول‌های ۳ و ۴). این بدان معناست که تفاوت موجود عمدتاً ناشی از تفاوت بین چهار جامعه است و پایه‌های درون یک جامعه از نظر این صفات همگن‌اند.

جدول (۳): نتایج تجزیه واریانس تودرتو برای صفت ارتفاع گیاه

Table (3): Results of nested analysis of variance for plant height trait

منبع تغییرات	SS	df	MS	F
جامعه	۳۲۹۶۵/۱۲	۳	۱۰۹۸۸/۳۷	۱۸/۲۷**
پایه	۲۶۴۶۰/۵۱	۴۴	۶۰۱/۳۸	۲۱/۱ ^{ns}
خطا	۳۶۱۷۴/۴۲	۷۳	۵۴۰/۴۹	-

آماربرداری از صفات زنده‌مانی، ارتفاع و قطر تاج پوشش پایه‌های انتقال یافته به باغ بذر در آبان ماه در قالب فرم‌های مشخص انجام شد.

تحلیل آمار

آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ساختار تودرتو (Nested) اجرا شد:

- عامل اصلی (ثابت): جامعه در ۴ سطح (A, B, C, D).
- عامل تصادفی تودرتو: پایه مادری (۱۲ پایه در هر جامعه، جمعاً ۴۸ پایه).
- واحد مشاهده: قلمه (۴ قلمه از هر پایه، جمعاً ۱۹۲ قلمه).
- کلیه قلمه‌ها در شرایط یکسان گلخانه‌ای و با بستر کشت یکسان کاشته شدند.

صفات اندازه‌گیری شده

- ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) و قطر تاج پوشش (سانتی‌متر): فقط بر روی قلمه‌های زنده مانده در پایان دوره رشد اندازه‌گیری شدند.
- درصد بقاء: تعداد قلمه‌های زنده مانده از ۴ قلمه در هر پایه ثبت شد.

تحلیل‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد.

الف) تجزیه واریانس تودرتو (برای ارتفاع و قطر): مدل خطی به صورت $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j(i) + \epsilon_{k(ij)}$ $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j(i)$ در نظر گرفته شد.

ب) مقایسه میانگین‌ها: با توجه به معنی‌داری اثر جامعه، مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد. نکته حائز اهمیت آن‌که خطای استاندارد مقایسه‌ها بر

جدول (۴): نتایج تجزیه واریانس تودرتو برای صفت قطر تاج پوشش

Table (4): Results of nested analysis of variance for canopy diameter trait

منبع تغییرات	SS	df	MS	F
جامعه	۱۳۶۱۰/۲۵	۳	۴۵۳۶/۷۵	۴۸/۹**
پایه	۲۱۰۶۲/۸۴	۴۴	۷۰۱/۴۷۸	۲۱/۱ ^{ns}
خطا	۲۸۸۰۶/۹۲	۷۳	۶۱۵/۳۹۴	-

** در سطح ۹۹ درصد معنی دار است

^{ns}: معنی دار نیست

مقایسه میانگین صفات رشدی در جوامع مختلف
نتایج مقایسه میانگین با آزمون LSD در جدول ۵ ارائه شده است. بر اساس این گروه بندی، جوامع A و B در گروه برتر (a) و جوامع C و D در گروه پایین تر (b) قرار گرفتند. بررسی درصد زنده مانده نشان داد که جامعه B با ۷۵ درصد بیشترین و جامعه C با ۵۴ درصد کمترین استقرار قلمه را داشتند. نتایج مدل خطی تعمیم یافته آمیخته (GLMM) با توزیع دوجمله ای نشان داد که اثر جامعه بر بقا در سطح بالایی معنی دار است.

جدول (۵): مقایسه میانگین صفات رشدی در چهار جامعه اسکنبیل کاشانی

Table (5): Mean comparison of growth traits in the four populations of *Calligonum arborescens*

جامعه	ارتفاع (سانتی متر) (میانگین $\pm$ خطای استاندارد)	گروه بندی	قطر تاج پوشش (سانتی متر) (میانگین $\pm$ خطای استاندارد)	گروه بندی	درصد زنده مانده
B	۴/۲۱ $\pm$ ۱۲۹/۸۳	a	۳/۹۰ $\pm$ ۹۰/۰۶	a	۷۵
A	۴/۳۳ $\pm$ ۱۲۰/۹۴	a	۴/۰۲ $\pm$ ۹۴/۱۶	a	۶۷
C	۴/۵۰ $\pm$ ۹۹/۶۹	b	۳/۷۰ $\pm$ ۷۱/۴۶	b	۵۴
D	۴/۶۲ $\pm$ ۸۸/۴۱	b	۴/۰۳ $\pm$ ۷۰/۲۶	b	۵۶

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است. پایش نهال های کشت شده از نظر آفات و بیماری ها و همچنین شادابی پایه ها نشان داد که خوشبختانه باغ بذر عاری از هر گونه آفت و بیماری بود و تمامی پایه ها از شادابی و سرسبزی کامل برخوردارند.

بحث و نتیجه گیری

باغ بذر یکی از مطمئن ترین منابع تأمین بذر است، چرا که برخلاف محاط بذرگیری، کیفیت ژنتیکی بذر تولید شده را مدنظر دارد. باغ بذر گونه های جنگلی، نقش بی بدیلی در راهبردهای جنگل داری و جنگل کاری دارد که به هدف تولید بذر و نهال گونه های جنگلی با کیفیت ژنتیکی بالا تأسیس می شوند.

یکی از درختچه های شن دوست که نقش بی بدیلی در تثبیت ماسه های روان و احیای مناطق بیابانی ایفا می کند درختچه

اسکنبیل و گونه بومی کاشان با نام اسکنبیل کاشانی است. این گونه در گذشته رویشگاه وسیعی در منطقه داشته است که متأسفانه افت سطح آب های زیرزمینی و کاهش بارندگی در سال های اخیر، این گونه را در معرض نابودی قرار داده است. هدف از احداث باغ بذر این گونه در کاشان، حفظ این ژرم پلاسما با ارزش و تهیه بذر با کیفیت و کمیت بالا است. یافته های این پژوهش نشان داد که چهار جمعیت C. *arborescens* از نظر ارتفاع و قطر تاج پوشش تفاوت های بسیار معنی داری دارند برتری جمعیت های B (مزرعه باقیات کاشان) و A (ابوزیدآباد) نسبت به جمعیت های C (قاسم آباد) و D (حسین آباد قم) در هر دو صفت، نشان دهنده تنوع ژنتیکی یا اکوتیپی در سطح جمعیت است. این الگو با پژوهش های پیشین بر روی سایر گونه های جنس *Calligonum* از جمله *C. polygonoides* در ترکمنستان (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۸) و *C. mongolicum* در چین (لی و همکاران، ۲۰۱۹)

مقایسه درصد بقای قلمه در پژوهش حاضر با سایر گونه‌های مقاوم به خشکی، نشان‌دهنده عملکرد قابل قبول جمعیت B (۷۵٪) است که با بهترین نتایج گزارش شده برای C. comosum بین ۶۰ تا ۸۰ درصد (الکبلای و الراوی، ۲۰۰۷) و Tamarix ramosissima بین ۵۰ تا ۷۰ درصد (شفروث و همکاران، ۲۰۱۰) قابل رقابت است. جالب توجه است که این میزان بقاء بدون استفاده از هورمون‌های ریشه‌زایی به دست آمده است، درحالی‌که بسیاری از مطالعات مشابه از اکسین (IBA) برای افزایش ریشه‌زایی استفاده کرده‌اند (هارتمان و همکاران، ۲۰۱۱). این موضوع ظرفیت الای گونه C. arborescens را برای تکثیر رویشی در برنامه‌های احیای بیابان نشان می‌دهد.

با توجه به برتری جمعیت B در هر سه صفت (ارتفاع، قطر و بقا)، جمعیت مزرعه باقیات کاشان به عنوان منبع اصلی ژرم پلاسما برای احداث باغ بذر معرفی می‌شود. استفاده از این جمعیت می‌تواند منجر به افزایش بهره‌وری باغ بذر و بهبود کیفیت بذر تولیدی شود. برای افزایش تنوع ژنتیکی و کاهش خطر یکنواختی ژنتیکی، استفاده از جمعیت A (ابوزیدآباد) به عنوان منبع مکمل توصیه می‌شود. این راهبرد با اصول مدیریت ژنتیکی جمعیت‌های کوچک همخوانی دارد (کنگ، ۲۰۰۱).

برای تأیید نتایج به دست آمده و تفکیک دقیق‌تر تنوع ژنتیکی از تنوع محیطی، استفاده از نشانگرهای مولکولی (مانند ISSR، SSR یا SNP) با تعداد پایه‌های بیشتر در هر جمعیت توصیه می‌شود. درحالی‌که صفات رویشی به عنوان شاخص‌های اولیه انتخاب استفاده شده‌اند، ارزیابی صفات مرتبط با کیفیت بذر (مانند وزن هزار دانه، درصد جوانه‌زنی و قدرت بذر) نیز برای انتخاب نهایی جمعیت برتر ضروری است.

همخوانی دارد که تفاوت‌های معنی‌دار بین جمعیت‌های این جنس را در شرایط اکولوژیک مشابه گزارش کرده‌اند.

میانگین ارتفاع در جمعیت B (۱۲۹/۸۳ سانتی‌متر) و جمعیت A (۱۲۰/۹۴ سانتی‌متر) به طور قابل توجهی بالاتر از مقادیر گزارش شده برای C. comosum در امارات متحده عربی ۸۰-۱۰۰ سانتی‌متر (الکبلای و الراوی، ۲۰۰۷) و C. polygonoides در پاکستان ۹۵-۶۵ سانتی‌متر (احمد و همکاران، ۲۰۱۵) است. این برتری را می‌توان به عوامل ژنتیکی ذاتی نسبت داد. احتمالاً جمعیت‌های ایرانی C. arborescens دارای تنوع ژنتیکی غنی‌تری هستند که ناشی از تاریخچه تکاملی و تنوع زیستگاه‌های این گونه در فلات مرکزی ایران است. پژوهش‌های مولکولی روی سایر گونه‌های جنس Calligonum نشان داده است که تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌ها می‌تواند تا ۷۲ درصد کل تنوع را شامل شود (شمس‌الدین اف و همکاران، ۲۰۱۶). از سوی دیگر تفاوت در صفات مورفولوژیک بین جمعیت‌ها می‌تواند بازتاب سازگاری با شرایط محلی خاک، رطوبت و دما باشد. جمعیت‌های A و B احتمالاً در طول زمان با شرایطی سازگار شده‌اند که رشد رویشی را بهینه‌سازی می‌کند، درحالی‌که جمعیت‌های C و D ممکن است در زیستگاه‌هایی با محدودیت‌های بیشتری رشد کرده باشند.

جمعیت‌های A و B با داشتن رشد رویشی بهتر، از استقرار بالاتری نیز برخوردارند. این رابطه در پژوهش‌های مشابه بر روی گونه‌های گز (شفروث و همکاران، ۲۰۱۰) و تاغ (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۷) نیز گزارش شده است. گیاهانی که در مراحل اولیه رشد رویشی برتری دارند، معمولاً سیستم ریشه‌ای توسعه‌یافته‌تری دارند که جذب آب و مواد غذایی را تسهیل کرده و شانس استقرار را افزایش می‌دهد.

منابع

- [1]. Abtahi, S. M. (2022). Establishment of seed orchard of forest trees using selected genotypes (Final Research Report, FIPAK System No. 62435). Research Institute of Forests and Rangelands, Iran. (110 pages).
- [2]. Ahmed, M. Z. Khan, M. A. & Asif, M. (2015). Vegetative propagation of *Calligonum polygonoides* through cuttings under arid conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 47(3), 891–896.
- [3]. Batooli, H. (2022). *Calligonum* spp. tolerant shrubs against harsh desert conditions. *Iran Nature*, 7(4), 45–59. <https://doi.org/10.22092/irn.2022.356582.1415>
- [4]. El-Keblawy, A. & Al-Rawai, A. (2007). Effects of seed maturity, salinity, and light intensity on germination of *Calligonum comosum*. *Journal of Arid Environments*, 68(3), 426–437. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.06.009>
- [5]. Feilberg, L. & Soegaard, B. (1975). Historical review of seed orchards. In *Seed orchards* (Forestry Commission Bulletin No. 54, pp. 1–8). London, England.
- [6]. Hajehforooshnia, S. Ghamarizare, A. & Pourmeidani, A. (2026). Effect of habitat conditions of elite *Cerasus mahaleb* L. genotypes on their progeny characteristics in the Fereydunshahr Seed Orchard, Iran. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 33(2), 127–140. <https://doi.org/10.22092/ijrfpbgr.2026.370454.1483>
- [7]. Hartmann, H. T. Kester, D. E. Davies, F. T. & Geneve, R. L. (2011). *Plant propagation: Principles and practices* (8th ed). Prentice Hall.
- [8]. Kang, K. S. Lindgren, D. & Mullin, T. J. (2001). Prediction of genetic gain from various seed orchard designs. *Silvae Genetica*, 50(3–4), 114–122.
- [9]. Li, Y. Zhang, Z. & Wang, H. (2019). Genetic diversity and population structure of *Calligonum mongolicum* in Inner Mongolia using ISSR markers. *Acta Botanica Sinica*, 61(4), 456–467.
- [10]. Maassoumi, A. A. (2011). A revision of the genus *Calligonum* (Polygonaceae) in Iran. *Iranian Journal of Botany*, 17(1), 43–54.
- [11]. Mirzaie-Nodoushan, H. (2015). *Seed orchard of forest trees*. University of Tehran Press. (297 pages).
- [12]. Moghimi, J. (2003). *Introduction of some important rangeland species suitable for reclamation in Iran*. Arvan Publication. (672 pages).
- [13]. Mozaffarian, V. (1996). *A dictionary of Iranian plant names*. Farhang-e Moaser Publishers. (740 pages).
- [14]. Mozaffarian, V. (2004). *Trees and shrubs of Iran*. Farhang-e Moaser Publishers. (1300 pages).
- [15]. Pourmeidani, A. & Mirzaie-Nodoushan, H. (2005). Investigation of genetic potential in *Haloxylon* for its improvement and development in desert areas of Iran. Ministry of Jihad-e Agriculture, Agricultural Research and Education Organization.
- [16]. Pourmeidani, A. & Tavakoli Neko, H. (2025). Evaluation and comparison of genotypes constituting black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) seed orchard in three successive generations. *Iranian Journal of Forest*, 14(1), 73–86.
- [17]. Pourmeidani, A. Bagheri, H. & Mirzaie-Nodoushan, H. (2004). Study of genetic diversity and cluster analysis of different genotypes of black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) in arid regions of Iran. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 12(1), 1–18.
- [18]. Ren, J. Zixue, J. & Tao, L. (2005). Effect of temperature on seed germination of seven *Calligonum* species. *Pakistan Journal of Botany*, 37(3), 651–660.
- [19]. Shafroth, P. B. Stromberg, J. C. & Patten, D. T. (2010). Establishment of *Tamarix chinensis* cuttings in riparian zones of the Colorado River. *Plant Ecology*, 210(2), 223–236. <https://doi.org/10.1007/s11258-010-9752-3>
- [20]. Shamsutdinov, K. S. Khaziev, G. R. & Iskakov, R. M. (2016). Population variation of *Calligonum leucocladum* in Kazakhstan. *Kazakh Journal of Ecology*, 45(3), 201–210.
- [21]. Soltani, A. Hosseini, S. M. & Ebrahimi, M. (2018). Morphological variation of *Calligonum polygonoides* in arid regions of Turkmenistan. *Journal of Rangeland Ecology*, 45(2), 154–162.

[22]. Tavakkoli, S. Kazempour Osaloo, S. H. & Maassoumi, A. A. (2008). Morphological cladistic analysis of *Calligonum* and *Pteropyrum* (Polygonaceae) in Iran. *Iranian Journal of Botany*, 14(2), 117–125.

[23]. Zhang, Z. Liu, Y. & Chen, W. (2017). Genetic diversity of *Haloxylon ammodendron* in the Gobi Desert of China. *Journal of Genetics*, 96(2), 289–296. <https://doi.org/10.1007/s12041-017-0778-y>

Establishment of a Seed Orchard and Evaluation of the Morphological Characteristics of *Calligonum arborescens* Litv.

M. Abtahi¹, K. Spahbodi²

Received: 2026/08/10

Accepted: 2026/09/30

Abstract

Introduction and Objective: *Calligonum arborescens* Litv. is one of the most important drought-tolerant species native to the desert regions of Iran. The establishment of a seed orchard aims to produce seeds from selected superior genotypes for the propagation and cultivation of this species, ultimately contributing to wind-erosion control and the rehabilitation of desert ecosystems. In this study, four populations of *C. arborescens*, namely Abuzeydabad (A), Baghiyat-e Kashan (B), Qasemabad (C), and Hosseinabad-e Qom (D), were selected and compared based on morphological traits and establishment percentage using a hierarchical (nested) experimental design to identify superior populations.

Materials and Methods

Twenty cuttings were prepared from each of 20 selected mother plants per population, resulting in a total of 1,600 cuttings transferred to the greenhouse. From each population, 12 mother plants were subsequently selected based on the number of rooted cuttings and established in the seed orchard. Plant height, canopy diameter, and the number of surviving cuttings (survival rate) were recorded. Data were analyzed using nested analysis of variance (nested ANOVA) for continuous traits and a generalized linear mixed model (GLMM) for survival data in SPSS version 26. Mean comparisons among populations were performed using Fisher's least significant difference (LSD) test at the 5% significance level.

Results

Population had a highly significant effect on plant height ($F = 18.27$, $P < 0.001$) and canopy diameter ($F = 9.48$, $P < 0.001$), whereas the effect of mother plants nested within populations was not significant ($P > 0.05$). Based on mean comparisons, populations B and A were classified in the superior group (a), whereas populations D and C were classified in the lower group (b) for growth traits. The highest survival rate (75%) was observed in population B, whereas the lowest (54%) was recorded in population C.

Conclusion

Abuzeydabad (A) and Baghiyat-e Kashan (B) were identified as superior populations for the establishment of seed orchards of *Calligonum arborescens*. The non-significant effect of mother plants nested within populations suggests that the observed variation among mother plants was relatively small compared with the variation among populations under the conditions of this study. However, because the present study did not directly assess genetic diversity, further molecular analyses using appropriate molecular markers are recommended to confirm the extent and structure of within- and among-population genetic variation.

Keywords: Clonal orchard, Genetic diversity, *Calligonum* SP. Superior genotypes, Kashan.

1. Corresponding author, Associate prof., Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Kashan, Iran.

2. Associate Prof., Research Division of Natural Resources, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran.