مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان

دوره ۱۵- شماره ۲ (پیاپی ۵۱)- مهرماه ۱۴۰۵، صفحه ۸۷- ۹۸

مقاله پژوهشی

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

سید مرتضی ابطحی[۱] و کامبیز اسپهبدی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۱۹ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۰۸**

چکیده

اسکنبیل کاشانی (*Calligonum arborescens* Litv.) یکی از گونه‌های مهم مقاوم به خشکی در مناطق بیابانی ایران است. احداث باغ بذر به‌منظور تولید بذر از پایه‌های برتر جهت تکثیر و کشت این‌گونه است. بدین منظور چهار جمعیت (جامعه) گیاهی ابوزیدآباد (A)، مزرعهٔ باقیات کاشان (B)، قاسم‌آباد (C) و حسین‌آباد قم (D) انتخاب و ازنظر 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 درمجموع 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 تاج‌پوشش 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) ازنظر صفات رشدی قرار گرفتند. بیشترین درصد بقاء متعلق به جامعه B (۷۵ درصد) و کم‌ترین آن متعلق به جامعهٔ C (۵۴ درصد) بود. جوامع ابوزیدآباد (A) و مزرعهٔ باقیات کاشان (B) به‌عنوان 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

DOI: 10.22052/deej.2026.259423.1153

مقدمه

باغ بذر به محلی برای نگهداری درختانی با ژنوتیپ‌های برتر گفته می‌شود که برای ممانعت از نفوذ گرده‌های ناخواسته از منابع خارجی به‌صورت 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 به‌نوعی قرنطینه شده و مدیریت می‌شوند که از گرده‌های ناخواسته و خارج از باغ بذر اجتناب می‌گردد و بذر فراوان، مستمر و سهل‌الوصول 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. ازجمله 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 به‌خوبی 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، ۲۰۰٤).

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، ۱۹۹٦). روش تکثیر اسکنبیل کاشانی هم به کمک بذر (تکثیر جنسی) و هم قلمه (تکثیر غیرجنسی) است. بذرهای تاژک‌دار به دلیل سبکی توسط باد به‌راحتی 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 بالغبر 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 ١٦ گونه از جنس اسکنبیل استقراریافته در نقاط مختلف کشور اشاره کرده است (مظفریان، ۲۰۰٤). 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 دمائی و سرعت جوانه‌زنی بذر وجود ندارد. حداقل زمان جوانه‌زنی ۳–٤ روز در گونه‌های *C. Junceum*، *C. leucocladum*، *C. gobicum* و *C. mongolicum* در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد گزارش شد (رن و همکاران، ۲۰۰۵). مطالعات پورمیدانی و همکاران (۲۰۰٤) بر روی صفات مختلف مورفولوژیکی گیاهان سیاه‌تاغ و زردتاغ در طول پنج سال نشان داد، در همه سال‌ها تفاوت بین ژنوتیپ‌ها ازنظر 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

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 ازنظر 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 ازنظر تعدادی از صفات مورفولوژیکی، ایجاد تنوع مناسب در بذرهای بکار رفته در طرح‌های احیای بیابان و جلوگیری از ایجاد یکنواختی پایه‌های اسکنبیل می‌باشد.

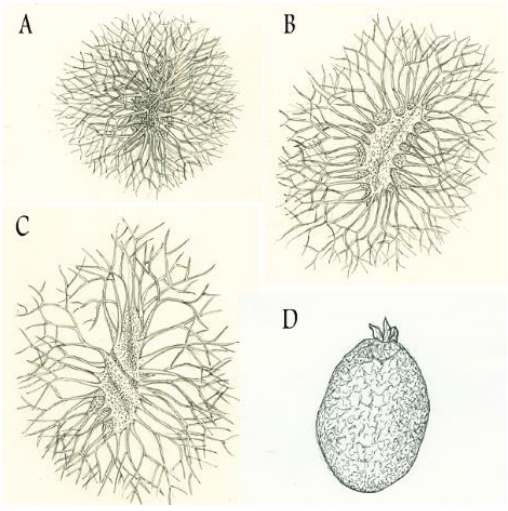
مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه اجرای طرح

ایستگاه تحقیقات مناطق خشک و بیابانی کاشان در طول ″۴۷ ′۲۸ °۵۱ و ″۱۰ ′۵۸ °۳۳ عرض جغرافیایی در ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است. به استناد آمار ایستگاه سینوپتیک کاشان (۱۳۶۵-۱۳۹۵)، میانگین بارندگی سالانه ۱۳۹/۵ میلی‌متر 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

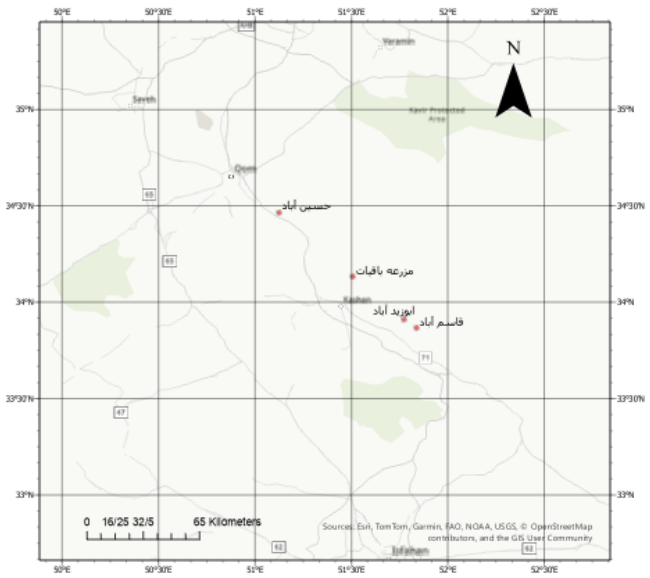
ابتدا کلیه گزارش‌ها و نقشه‌های پوشش گیاهی منطقه کاشان به‌منظور تعیین محل استقرار گونه اسکنبیل کاشانی (*C. arborescens*) مطالعه و بررسی شد. شناسایی دقیق گونه جنس اسکنبیل موجود در کاشان به کمک بذر آن و بر اساس مطالعات دکتر معصومی در خصوص اسکنبیل (معصومی، ۲۰۱۱) صورت گرفت (شکل ۱).



شکل (۱): بذر ٤ 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، ٤ جامعه گیاهی اسکنبیل کاشانی ابوزیدآباد (A)، مزرعهٔ باقیات کاشان (B)، قاسم‌آباد (C) و حسین‌آباد قم (D) با فاصله مناسب (جدول ۱) شناسایی شد (شکل ۲).



شکل (۲): محل قلمه‌گیری از جوامع ٤ گانه اسکنبیل کاشانی

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

جدول (۱): فواصل جوامع ٤ گانه اسکنبیل کاشانی (کیلومتر)

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

جوامع	مختصات	قاسم‌آباد	ابوزیدآباد	مزرعهٔ باقیات	حسین‌آباد
قاسم‌آباد	۵۱ ۵۰ ۱۸ ۳۳ ۵۱ ۵۷	–	۸	٤۳	۹٤
ابوزیدآباد	۵۱ ٤٦ ۲۹ ۳۳ ۵٤ ٤٤	۸	–	۳۵	۸٦
مزرعهٔ باقیات	۵۱ ۳۰ ۳۳ ۳٤ ۰۷ ۵۷	٤۳	۳۵	–	۵۲
حسین‌آباد	۵۱ ۰۷ ۳۱ ۳٤ ۲۸ ۰۷	۹٤	۸٦	۵۲	–

از هر جامعه ۲۰ پایه برتر به لحاظ شادابی، ارتفاع و سطح تاج پوشش، انتخاب و در بهمن سال ۱۳۹٦ از هر پایه ۲۰ قلمه به طول ٤۰ و قطر حدود ۲ سانتی‌متر تهیه شد. ٤۰۰ قلمه تهیه شده از هر جامعه (۱٦۰۰ قلمه از ٤ جامعه) به خزانه ایستگاه تحقیقات مناطق خشک و بیابانی کاشان منتقل شد (شکل ۳). نگهداری و آبیاری قلمه‌ها به مدت یک سال ادامه یافت. خوشبختانه بیش از ۸۰ درصد قلمه‌ها ریشه‌دار شدند (شکل ٤). از بین پایه‌های ریشه‌دار هر جامعه، ۱۲ پایه با رشد و شادابی بهتر با ٤ تکرار معادل ٤۸ نهال ریشه‌دار انتخاب و از ٤ جامعه موجود، ۱۹۲ نهال در بهمن سال ۱۳۹۷ به باغ بذر انتقال یافت.

شکل (۳): قلمه‌زنی در بهمن ۱۳۹٦ در خزانه ایستگاه تحقیقات کاشان

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

شکل (٤): جوانه‌زنی قلمه‌ها در ١٤ فروردین ١٣٩٧

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

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 ۵× ۵ متر تهیه و در محل گچ‌ریزی شد. سپس محل کشت، به کمک بیل مکانیکی به ابعاد ۱× ۱ و عمق ۱/۵ متر حفر شد (شکل ۵). به‌منظور غنی‌سازی خاک و اصلاح بافت آن از کود دامی به میزان ٤٠ کیلوگرم در هر چاله استفاده شد.

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

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

پایه‌های انتخاب شده برای استقرار در باغ بذر، بر اساس تعداد قلمه‌های ریشه‌دار از هر پایه در خزانه و هم‌چنین صفاتی چون سرسبزی و ارتفاع نهال بود. جدول ۲ پایه‌های منتخب از هر جامعه را نشان می‌دهد.

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	*

نهال‌هایی که به‌عنوان پایه‌های برتر انتخاب شدند، به روش چینش بهینه (میرزایی ندوشن، ۲۰۱۵) در باغ بذر غرس و روی ردیف‌ها کاشته شدند. به‌نحوی‌که نهال‌های مجاور هیچ قرابتی با یکدیگر نداشته و نهال‌هایی که در کنار هم قرار می‌گیرند بیشترین فاصلهٔ ژنتیکی ممکن را از هم داشته باشند تا از خودگشنی و آمیزش‌های خویشاوندی اجتناب شود. به‌عبارت‌دیگر به‌منظور ممانعت از درون زادآوری و تلاقی‌های خویشاوندی، بین نهال‌های یک ژنوتیپ بیشترین فاصلهٔ ممکن داده شد (شکل ٦ و ٧).

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.

20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	C / R
C12	A10	C7	A5	C2	A12	C9	A7	C4	A2	C11	A9	C6	A4	C1	A11	C8	A6	C3	A1	1
D12	B10	D8	B5	D2	B12	D9	B7	D4	B2	D11	B9	D6	B4	D1	B11	D8	B6	D3	B1	2
	C10	A8	C5	A3	C12	A10	C7	A5	C2	A12	C9	A7	C4	A2	C11	A9	C6	A4	C1	3
	D10	B8	D5	B3	D12	B10	D7	B5	D2	B12	D9	B7	D4	B2	D11	B9	D6	B4	D1	4
	A11	C8	A6	C3	A1	C10	A8	C5	A3	C12	A10	C7	A5	C2	A12	C9	A7	C4	A2	5
	B11	D8	B6	D3	B1	D10	B8	D5	B3	D12	B10	D7	B5	D2	B12	D9	B7	D4	B2	6
	C11	A9	C6	A4	C1	A11	C8	A6	C3	A1	C10	A8	C5	A3	C12	A10	C7	A5	C2	7
	D11	B9	D6	B4	D1	B11	D8	B6	D3	B1	D10	B8	D5	B3	D12	B10	D7	B5	D2	8
	A12	C9	A7	C4	A2	C11	A9	C6	A4	C1	A11	C8	A6	C3	A1	C10	A8	C5	A3	9
	B12	D9	B7	D4	B2	D11	B9	D6	B4	D1	B11	D8	B6	D3	B1	D10	B8	D5	B3	10

A: پایه های ابوزید آباد کاشان — B: پایه های مزرعه باقیات و صالحات کاشان — C: پایه های قاسم آباد — D: پایه های حسین آباد قم

تکرار هر پایه :۴ — تعداد پایه از هر جامعه: ۱۲ — تعداد جامعه: ۴ — تعداد کل: ۱۹۲

تاریخ کشت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۳ و ۱۳۹۸/۱۰/۲۸

شکل (٦): ترتیب استقرار جوامع ٤ 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)

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 ٤ سطح.(A, B, C, D)
- عامل تصادفی تودرتو: پایهٔ مادری (۱۲ پایه در هر جامعه، جمعاً ٤٨ پایه).
- واحد مشاهده: قلمه (٤ 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 تاج‌پوشش (سانتی‌متر): فقط بر روی قلمه‌های زنده مانده در پایان دوره رشد اندازه‌گیری شدند.
- درصد بقاء :تعداد قلمه‌های زنده مانده از ٤ قلمه در هر پایه ثبت شد.

تحلیل‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲٦ انجام شد.

الف) تجزیه واریانس تودرتو (برای ارتفاع و قطر): مدل خطی به‌صورت $Yijk=\mu+\alpha i+\beta j(i)+\varepsilon k(ij)Yijk=\mu+\alpha i+\beta j(i)+\varepsilon k(ij)$ 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 اساس میانگین مربعات خطای پایه (MS Plant Community) محاسبه شد تا اثر تودرتویی به‌درستی لحاظ شود.

ج) تحلیل بقاء: به دلیل ماهیت دوحالته داده‌های بقا (تعداد موفقیت از ٤)، از مدل خطی تعمیم‌یافته آمیخته (GLMM) با توزیع دوجمله‌ای و تابع پیوند لوجیت 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 ٤). این بدان معناست که تفاوت موجود عمدتاً ناشی از تفاوت بین چهار جامعه است و پایه‌های درون یک جامعه ازنظر 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	۳۲۹٦٥/۱۲	۳	۱۰۹۸۸/۳۷	۱۸/۲۷**
پایه	۲٦٤٦۰,٥۱	٤٤	٦۰۱/۳۸	۲۱/۱ ns
خطا	۳٦۱۷٤/٤۲	۷۳	٥٤۰/٤۹	–

جدول (٤): نتایج تجزیه واریانس تودرتو برای صفت قطر تاج‌پوشش

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

منبع تغییرات	SS	df	MS	F
جامعه	۱۳٦۱۰/۲۵	۳	٤٥۳٦/۷٥	٤۸/۹**
پایه	۲۱۰٦۲/۸٤	٤٤	۷۰۱/٤۷۸	۲۱/۱ns
خطا	۲۸۸۰٦/۹۲	۷۳	٦۱٥/۳۹٤	-

**: در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است

Ns: معنی‌دار نیست

مقایسه میانگین صفات رشدی در جوامع مختلف

نتایج مقایسه میانگین با آزمون LSD در جدول ۵ ارائه شده است. بر اساس این گروه‌بندی، جوامع B و A در گروه برتر (a)و جوامع C و D در گروه پایین‌تر (b) قرار گرفتند.

بررسی درصد زنده‌مانی نشان داد که جامعه B با ۷۵ درصد بیشترین و جامعه C با ٥٤ درصد کمترین استقرار قلمه را داشتند. نتایج مدل خطی تعمیم‌یافته آمیخته (GLMM) با توزیع دوجمله‌ای نشان داد که اثر جامعه بر بقا در سطح بالایی معنی‌دار 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 (سانتی‌متر) (میانگین ± خطای استاندارد)	گروه‌بندی	قطر تاج‌پوشش (سانتی‌متر) (میانگین ± خطای استاندارد)	گروه‌بندی	درصد زنده‌مانی
B	٤/۲۱ ± ۱۲۹/۸۳	a	۳/۹۰ ± ۹۰/۰٦	a	۷٥
A	٤/۳۳ ± ۱۲۰/۹٤	a	٤/۰۲ ± ۹٤/۱٦	a	٦۷
C	٤/٥۰ ± ۹۹/٦۹	b	۳/۷۰ ± ۷۱/٤٦	b	٥٤
D	٤/٦۲ ± ۸۸/٤۱	b	٤/۰۳ ± ۷۰/۲٦	b	٥٦

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

پایش نهال‌های کشت شده ازنظر آفات و بیماری‌ها و همچنین شادابی پایه‌ها نشان داد که خوشبختانه باغ بذر عاری از هرگونه آفت و بیماری بود و تمامی پایه‌ها از شادابی و سرسبزی کامل برخوردارند.

بحث و نتیجه‌گیری

باغ بذر یکی از مطمئن‌ترین منابع تأمین بذر است، چرا که برخلاف محاوط بذرگیری، کیفیت ژنتیکی بذر تولید شده را مدنظر دارد. باغ بذر گونه‌های جنگلی، نقش بی‌بدیلی در راهبردهای جنگل‌داری و جنگل‌کاری دارد که به هدف تولید بذر و نهال گونه‌های جنگلی با کیفیت ژنتیکی بالا تأسیس می‌شوند.

یکی از درختچه‌های شن دوست که نقش بی‌بدیلی در تثبیت ماسه‌های روان و احیای مناطق بیابانی ایفا می‌کند درختچه اسکنبیل و گونه بومی کاشان با نام اسکنبیل کاشانی است. این‌گونه در گذشته رویشگاه وسیعی در منطقه داشته است که متأسفانه افت سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش بارندگی در سال‌های اخیر، این‌گونه را در معرض نابودی قرار داده است. هدف از احداث باغ بذر این‌گونه در کاشان، حفظ این ژرم‌پلاسم با ارزش و تهیهٔ بذر با کیفیت و کمیت بالا است.

یافته‌های این پژوهش نشان داد که چهار جمعیت *C. arborescens* ازنظر ارتفاع و قطر تاج‌پوشش تفاوت‌های بسیار معنی‌داری دارند برتری جمعیت‌های B (مزرعهٔ باقیات کاشان) و A (ابوزیدآباد) نسبت به جمعیت‌های C (قاسم‌آباد) و D (حسین‌آباد قم) در هر دو صفت، نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی یا اکوتیپی در سطح جمعیت است. این الگو با پژوهش‌های پیشین بر روی سایر گونه‌های جنس Calligonum ازجمله *C. polygonoides* در ترکمنستان (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۸) و *C. mongolicum* در چین (لی و همکاران، ۲۰۱۹)

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 (۱۲۰/۹٤ سانتی‌متر) به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از مقادیر گزارش‌شده برای *C. comosum* در امارات متحده عربی ۱۰۰–۸۰ سانتی‌متر (الکبلاوی و الراوی، ۲۰۰۷) و *C. polygonoides* در پاکستان ۹۵–٦۵ 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 تاریخچهٔ تکاملی و تنوع زیستگاه‌های این‌گونه 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 (شمس الدین اف و همکاران، ۲۰۱٦). 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 B و A 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.

مقایسه درصد بقای قلمه در پژوهش حاضر با سایر گونه‌های مقاوم به خشکی، نشان‌دهنده عملکرد قابل‌قبول جمعیت B (۷۵٪) است که با بهترین نتایج گزارش‌شده برای C. comosum بین ٦۰ تا ۸۰ درصد (الکبلاوی و الراوی، ۲۰۰۷) و Tamarix ramosissima بین ۵۰ تا ۷۰ درصد (شفروث و همکاران، ۲۰۱۰) قابل‌رقابت است. جالب‌توجه 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 مزرعهٔ باقیات کاشان به‌عنوان منبع اصلی ژرم‌پلاسم 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) به‌عنوان 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 به‌عنوان 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.

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. Abtahi[1], K. Spahbodi[2]

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.

DOI: 10.22052/deej.2026.259423.1153