DOI: 10.29252/ARIDBIOM.2024.21235.1998

بررسی اثر عمق کاشت بذر گونه قیچ (*Zygophyllum atriplicoides*) بر خصوصیات رویشی و تراکم نهال در شرایط نهالستان و بانک بذر خاک در عرصه طبیعی (مقالهٔ پژوهشی)

۱- مسلم رستم‌پور*، دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری و عضوگروه پژوهشی خشکسالی و تغییر اقلیم، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
rostampour@birjand.ac.ir
۲- عفت اکبری، دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد علوم و مهندسی مرتع-مدیریت مرتع، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۳- محمد ساغری، استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۸
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۴

چکیده
کاشت گلدانی یک روش کارآمد و سریع برای احیای بیولوژیک در مناطق خشک است. پژوهش حاضر در دو محیط عرصه (خاک رویشگاه) و نهالستان (گلدان)، اثر عمق دفن بذر به صورت طبیعی و عمق کشت بذر در طرح‌های مرتعکاری را به صورت مصنوعی مورد بررسی قرار داده است. نمونه‌برداری از بانک بذر خاک پس از ریزش بذر در فصل پاییز به روش تصادفی و در زیر تاج پوشش گونه *Zygophyllum atriplicoides* انجام شد. تعداد ۵۰ نمونه خاک از سه عمق ۳-۰، ۶-۳ و ۹-۶ سانتی‌متر برداشته شد. تراکم بانک بذر به روش ظهور گیاهچه مورد بررسی قرار گرفت. در نهالستان، بذرها در پنج عمق ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ سانتی‌متر کاشته شدند. پس از گذشت چهار ماه، نهال‌ها برداشت و ویژگی‌هایی شامل طول ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک ریشه، نسبت طول ریشه به طول ساقه، نسبت وزن خشک به تر نهال، محتوای رطوبت نهال، درصد ظهور و شاخص بنیه نهال اندازه‌گیری شد. نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن است که در بانک بذر خاک رویشگاه مورد مطالعه، تراکم بذر کم است و با افزایش عمق کشت، از تراکم بانک بذر کاسته می‌شود (به ترتیب ۹/۵، ۴/۳۳ و ۰/۲ پایه در مترمربع). بیشترین تراکم در عمق صفر تا ۳ سانتی‌متر مشاهده شد. نتایج نشان داد که در شرایط گلخانه درصد ظهور نهال قیچ کمتر از ۵۰ درصد است. در عمق کشت ۲ سانتی‌متر بیشترین درصد ظهور نهال (۴۰ درصد)، میزان وزن خشک نهال (۰/۲۱ gr) و طول ساقه نهال (۷/۶۷ cm) مشاهده شد. در اکثر خصوصیات مورد مطالعه، بین اعماق ۱، ۴ و ۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج بیانگر آن است که کشت بذر هم در عمق سطحی و هم در اعماق تحتانی تأثیر منفی بر خصوصیات رویشی نهال داشته و برای گونه قیچ عمق کشت ۲ سانتی‌متر توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: احیای بیولوژیک، جوانه‌زنی، طول گیاهچه، قیچ، کشت مستقیم بذر.

مقدّمه
قیچ به صورت گیاهان یکساله یا درختچه‌های چندساله رشد می‌کند. این جنس شامل ۸۰ گونه بوده که به طور گسترده در منطقه مدیترانه، استرالیا و آسیا، در مناطق بیابانی و شور پراکنده شده است [۲۷]. از این جنس در ایران حدود ۵۰ گونه معرفی شده است که مهم‌ترین آنها *Z. atriplicoides*، *Z. simplex* ، *Z. hamiense*، *Z. eichwaldii*، *Z. fabago* و *Z. miniatum* هستند [۷].

قیچ با نام علمی *Zygophyllum atriplicoides* Fisch. & C.A. Mey. مترادف با *Z. eurypterum* متعلق به تیره *Zygophyllaceae* است. این گونه فراوان‌ترین گونه قیچ در ایران است که با مساحت حدود ۱۵/۸ میلیون هکتار در عرصه‌های مرتعی ناحیه ایران-تورانی به‌ویژه استان‌های خراسان‌جنوبی، سیستان و بلوچستان، سمنان و کرمان پراکنش دارد [۷].

گونه مورد اشاره از کلیدی‌ترین و با ارزش‌ترین گونه‌های گیاهی حاشیه کویر است و معمولاً در اراضی شور رشد می‌کند [۳۴ و ۶]. این گونه از گونه های بومی مفید در احیای مناطق خشک کشور است و نقش مهمی در تغذیه دام، حفاظت خاک و گیاه پالایی دارد [۳۹، ۲۹ و ۱۸]. پژوهشگران در مطالعات خود گزارش کرده‌اند که گونه قیچ حاوی پروتئین خام حدود ۱۸ تا ۲۲ درصد است [۱۹، ۱۷ و ۱۲] که قابل مقایسه با پروتئین خام گیاهان علوفه‌ای مثل یونجه، شبدر، جو و ذرت است [۳۹].

این گونه علاوه بر ارزش غذایی بالا، برگ و ساقه آن حاوی گلوکوزید، ترکیبات فنولی، اسید اولئانولیک و هارمین است [۲۸]، همچنین بذر این گونه خواص دارویی دارد و در مقایسه با داروی استاندارد دیکلوفناک سدیم (۷۹٪)، پتانسیل ضدالتهابی بالایی (حدود ۹۶ درصد) دارد [۵]. قیچ سازگاری زیادی به خاک‌های شنی، شور، سازندهای گچی و مارنی و خاک‌های فقیر از نظر نیتروژن و ماده آلی دارد [۱۷]. بذرهای قیچ در مرحله جوانه‌زنی تا حدودی نسبت به شوری مقاوم هستند [۶]. با این وجود، محدودیت‌هایی در جوانه‌زنی، تولید نهال و استقرار آن‌ها وجود دارد [۱۰].

یکی از معضلات محیط‌زیستی که به‌طور خاص، مناطق خشک ایران مرکزی را درگیر کرده است، تخریب اراضی و گسترش بیابان‌ها ست. از عوامل گسترش بیابان‌ها می‌توان به تشدید فرسایش بادی اشاره نمود. یکی از روش‌های مبارزه با این روند تخریبی، احیای بیولوژیک به کمک گیاهان مقاوم و سازگار با این مناطق است که با توجه به محدودیت‌های زیاد اقلیمی و خاکشناسی، انتخاب گونه و روش کشت آن از اهمیت خاصی برخوردار است [۳].

کاشت گلدانی یک روش کارآمد و سریع برای احیای بیولوژیک در مناطق خشک است و درک بهتر نیازهای جوانه‌زنی بذر در نهالستان ابزار ضروری برای اصلاح و احیای پایدار مراتع است [۳۱]. جوانه‌زنی بذر یک مرحله حیاتی در موفقیت استقرار گیاه در نظر گرفته می‌شود و درک شرایط بهینه برای جوانه‌زنی بذر برای احیای گونه‌ها ضروری است [۳۱].

مطالعات در خصوص جوانه‌زنی بذر قیچ، محدود است. در یک پژوهش Amooaghaie (۲۰۱۴) بیان کرد خواب ذاتی بذرهای قیچ از نوع خواب فیزیولوژیک غیرعمیق بوده و در حضور جیبرلین و ازدیاد سطح آن در بذر، تعادل بین مواد بازدارنده و تحریک‌کننده به سمت افزایش مواد تحریک‌کننده پیش می‌رود و به این ترتیب، قوه نامیه بذر و سرعت جوانه‌زنی افزایش می‌یابد [۶]. مطالعات جوانه‌زنی اطلاعاتی در مورد نیازهای جوانه‌زنی، حد تحمل تنش‌های غیرزیستی مختلف ارائه می‌دهند و در نتیجه برای توضیح پراکنش گونه‌های گیاهی ضروری در نظر گرفته می‌شوند [۲۳]. جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه جزو مراحل حیاتی در تاریخچه زندگی گیاه هستند و هر دو فرآیند ممکن است در هنگام دفن بذور در زیر خاک تحت تأثیر قرار گیرند [۲۴].

در مناطق بیابانی، دفن شنی یک تنش محیطی مهم و مکرر است که بر استقرار نهال در تپه‌های ماسه‌ای تأثیر می‌گذارد [۴۶]. در مناطق بیابانی، ماسه ناشی از باد اغلب منجر به ایجاد لایه شنی می‌شود که سطح خاک را تا عمق مشخصی می‌پوشاند، غلبه بر تنش دفن ماسه برای جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه برای بسیاری از گونه‌های گیاهی ضروری است [۵۰]. پویایی بسیاری از جمعیت‌های گیاهی اساساً به مراحل بذر و نهال بستگی دارد و یک بانک بذر پایدار ممکن است به گونه‌ها فرصتی بدهد تا در طول زمان پراکنده شوند. دفن بذر مقدمه‌ای تعیین‌کننده برای تداوم است و ممکن است به‌شدت بر پویایی بانک بذر تأثیر بگذارد. سرنوشت دانه‌های دفن شده به صفات خاص گونه، شرایط محیطی و احتمالاً نحوه دفن بستگی دارد [۳۰].

در خصوص اثر عمق کشت یا دفن بذر برخی از گیاهان درختچه‌ای و درختی پژوهش هایی انجام شده است، به عنوان نمونه Li و همکاران (۲۰۰۶) جوانه‌زنی بذر *Nitraria sphaerocarpa* را در اعماق ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ سانتی‌متر در گلدان‌های پلاستیکی پر از ماسه بررسی کردند. نتایج نشان داد که درصد سبز شدن، توده نهال و ارتفاع گیاهچه، به طور قابل توجهی تحت تأثیر عمق دفن و اندازه بذر قرار گرفتند [۲۱]. نتایج Li و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که دفن ماسه کم عمق، زمان ظهور نهال *Periploca sepium* را کوتاه کرد و سرعت سبز شدن، خصوصیات مورفولوژیکی و زیست توده را نسبت به دفن عمیق و شاهد بهبود بخشید[۲۲].

Wang و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر دفن ماسه در اعماق مختلف (۰، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ سانتی‌متری) را بر روی ظهور، رشد و میزان بقای سه درختچه غالب بیابانی در تپه‌های ماسه‌ای شمال‌غربی چین مطالعه کردند. نتایج نشان داد که عمق دفن بهینه برای *Haloxylon ammodendron*، *Nitraria sphaerocarpa* و *Calligonum mongolicum* به ترتیب ۲، ۴ و ۵ سانتی متر بود [۴۵].

Mao و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی اثرات عمق دفن ماسه بر جوانه‌زنی بذر و رشد نهال کاج *Pinus thunbergii* در منطقه ساحلی یانتای چین پرداختند. نتایج آنها نشان داد که عمق دفن ماسه به طور قابل توجهی بر جوانه‌زنی بذر و رشد نهال تأثیر گذاشت و بیشترین سرعت جوانه‌زنی و زیست‌توده نهال با دفن ماسه ۲ تا ۳ سانتی‌متری به دست آمد [۲۴].

از آنجا که عمق کشت مختلف بذر نه تنها ممکن است منجر به ظهور غیریکنواخت نهال‌ها شود، بلکه باعث تأخیر در جوانه‌زنی و بالتبع، تأخیر در رشد نهال، حساسیت به خشکی، آفات و بیماری‌ها گردد [۳۲]. بنابراین، ضرورت بررسی‌هایی برای تعیین اثر عمق بذر بر رشد اولیه و جوانه‌زنی نهال برای همه گیاهانی که در طرح های مرتعکاری کاشته می شوند احساس می شود [۳۲]. عمق کشت مناسب هر گیاه، عمقی است که در نتیجه آن، شرایط مطلوبی از خاک برای جوانه‌زدن، ظهور و توسعه طوقه و ریشه‌ها حاصل می‌گردد [۹].

از آنجا که گونه *Zygophyllum atriplicoides* برای نهالکاری در منطقه رویشی استپی همراه با ذخیره نزولات آسمانی توصیه شده است [۸]، اما در منابع علمی مرتعداری، پژوهشی در خصوص کشت و تکثیر این گونه و عمق مناسب کشت آن مشاهده نشد. از این‌رو در پژوهش حاضر، در گام اول، اثر عمق کشت بذر به‌صورت مصنوعی و عمق دفن زیر خاک به‌صورت طبیعی بر خصوصیات رویشی، ظهور و تراکم نهال قیچ در دو محیط نهالستان و بانک بذر خاک در رویشگاه طبیعی مطالعه شده است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در بخشی از رویشگاه درمنه-قیچ در ۱۵ کیلومتری شهر اسفدن و ۴۰ کیلومتری شهرستان قاین، استان خراسان‌جنوبی انجام گرفت. گونه قیچ *Zygophyllum atriplicoides* عموماً در مرکز و شرق کشور، در استان‌های سمنان، خراسان‌جنوبی، کرمان، هرمزگان و سیستان و بلوچستان پراکنش دارد [۷].

منطقه مورد مطالعه بخشی از رویشگاه درمنه-قیچ در در مختصات جغرافیایی "۴۶ '۳۰ °۵۹ طول شرقی و "۲۴ '۴۵ °۳۳ عرض شمالی در ارتفاع تقریبی ۱۲۶۰ متر از سطح دریا واقع شده است (شکل ۱). میانگین بارندگی سالانه درازمدت ۳۰ ساله ایستگاه هواشناسی حاجی‌آباد (نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه مورد مطالعه)، ۱۵۷/۹۹ میلیمتر و میانگین درجه حرارت درازمدت، ۱۴/۱۶ درجه سانتیگراد است [۴۰].

نمونه‌برداری از بانک بذر خاک

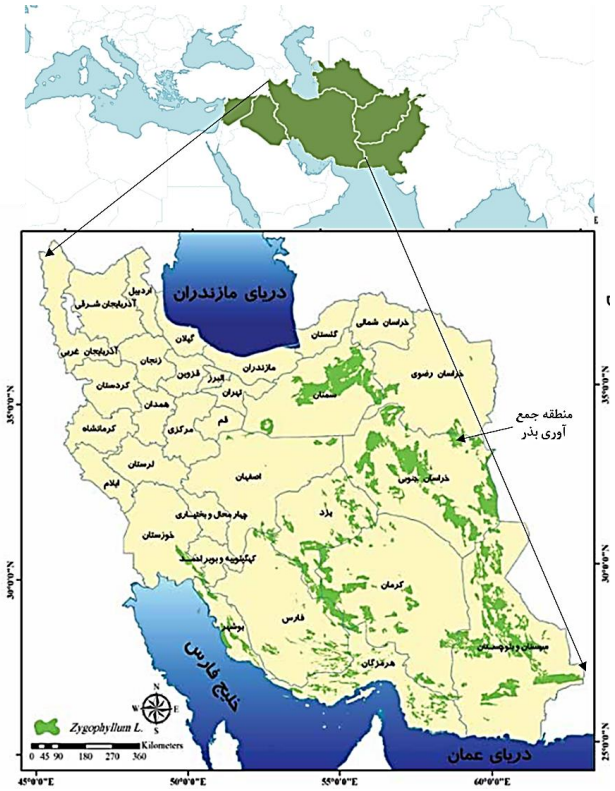
نمونه‌برداری از بانک بذر خاک پس از ریزش بذر در فصل پاییز به روش تصادفی و در زیر تاج‌پوشش قیچ انجام شد. تعداد ۵۰ نمونه خاک از سه عمق ۳-۰، ۶-۳ و ۹-۶ سانتی‌متر توسط اوگر با قطر ۱۲ سانتی‌متر برداشته شد. پس از نمونه‌برداری سنگ و سنگریزه، بقایای ریشه‌های گیاهی، لاشبرگ تجزیه‌نشده و خاروخاشاک از خاک جدا شدند و سپس نمونه‌ها به گلخانه منتقل شدند.

هر یک از نمونه های خاک پس از استخراج داخل کیسه‌های پلاستیکی ریخته شده و برچسب‌گذاری شدند. به منظور شکستن هر گونه خواب احتمالی و اعمال تیمار سرمادهی مصنوعی جهت حصول شرایط بهاره‌سازی بذرها، نمونه‌های خاک به مدت ۲ ماه در دمای ۴ درجه سانتیگراد در سردخانه نگهداری شدند [۳۵]. سپس نمونه‌های بانک بذر خاک به محیط گلخانه منتقل و به روش ظهور گیاهچه مورد بررسی قرار گرفتند.

کشت در گلخانه

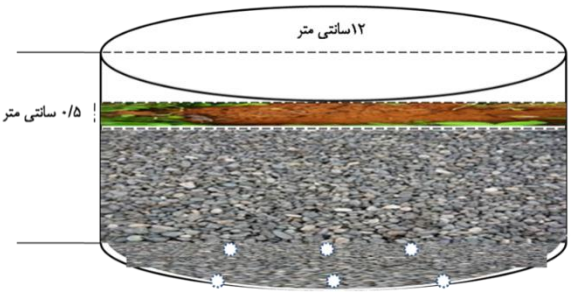
در گلخانه، نمونه‌های باقی‌مانده و عبور داده شده از الک، به داخل گلدان‌های پلاستیکی به قطرهای ۱۲ سانتی‌متر و ۲۰ سانتی‌متر ریخته شدند. قبل از قرار دادن نمونه‌های خاک در گلدان‌های پلاستیکی کف گلدان‌ها چهار یا پنج سوراخ شده بود و به اندازه سه سانتی‌متر از ماسه استریل شده پر گردید تا عمل جذب و نگهداری رطوبت را انجام

دهد (شـــکل ۲). ســـپس کلیه گلدان‌های حاوی نمونه به ترتیـب عمق نمونـه‌برداری برچســـب خورده و بر روی ســـینی‌های به ابعاد ۱×۱ متر که کف آن از کیســـه گونی پوشـیده شـده بود تا در نگهداری رطوبت کمک نماید قرار گرفتند. تأمین رطوبت مورد نیاز برای جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه‌ها به صورت آبیاری از کف سینی‌ها و از پایین به عمل آمد تا مانع حرکت بذور شـود. در آبیاری از طریق کف سینی، جذب آب توسط فشار اسمزی لایه ماسه از راه سـوراخ‌های زیر گلدان به عمل آمده و در اختیار نمونه‌های خاک قرار می‌گرفت [۳۵].



شکل ۱- گستره قیچ‌زارهای درختچه‌ای در منطقه، ایران و استان خراسان جنوبی [۷]

آبیاری بر حســـب نیاز روزانه صـــورت پذیرفت. بعد از گذشـــت چند هفته، بذوری که جوانه می‌زدند و قابلیت شناسایی داشتند، شناسایی و یادداشت شده و از سینی‌ها حذف شدند تا محیط برای رویش بذور دیگر بیشتر فراهم باشـد. همچنین به منظور بالابردن شـانس جوانه‌زنی بذور، وارونه‌کردن محتویات خاک گلدان‌ها هر دو ماه یک بار انجام می‌گرفت. بعد از هشـــت ماه که تقریباً هیچ بذری جوانه نمی‌زد، خاک آن‌ها به مدت دو هفته آبیاری نشـــد. خاک نمونه‌ها پس از خشکیدگی و تحریک برای جوانه‌زنی، زیر و رو گشته و مجدداً اقدام به آبیاری می شدند. در طول یک ماه که آبیاری انجام شـــد، تقریباً بذور جدیدی جوانه نزدند. تراکم گونه قیچ بر حسـب تعداد در مترمربع، پس از تبدیل، برآورد شد.



شکل ۲- تصویر شماتیک گلدان پلاستکی و پخش نمونه‌های خاک بر روی ماسه استریل شده

کشت در نهالستان

برای انجام این پژوهش، در ابتدا اقدام به تهیه بذر گیاه قیچ از عرصه‌های طبیعی شد. بذرهای قیچ پس از ریزش، از پای گیاه مادری جمع‌آوری شد (شکل ۳).

بذرها قبل از کاشت، بوجاری شده و آماده سازی اولیه آنها انجام شد. برای آماده‌کردن واحدهای آزمایشی (گلدان‌ها) اقدام به تهیه شن، خاک رس و کود حیوانی (گاوی) به نسبت ۲، ۲ و ۱ شد. همچنین واحدهای آزمایشی که گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۱۰ سانتیمتر و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر هستند به تعداد کافی تهیه شد. سپس در ابتدای فصل رویش، گلدان‌ها، از ترکیبات خاکی تهیه شده، پر شده و سپس در هر کدام از آن‌ها تعداد ۲۵ عدد بذر در ۵ تکرار کشت شد. بذور در پنج عمق ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ سانتی‌متر کاشته شدند.

در مرحله بعد، گلدان‌ها به محل منا سبی در نهال ستان منتقل و در طول فصل رویش عملیات دا شت نظیر آبیاری منظم روزا نه و وجین علف های هرز بر روی آن ها اع مال گردید. پس از گذشت چهار ماه، در انتهای دوره رویش، نهال‌های رشدیافته به دقت از خاک خارج و در مورد هر کدام از آنها ویژگی‌هایی شامل طول ساقه و طول ریشه توسط خط‌کش در مقیاس سانتی‌متر، وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک ریشه توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱، نسبت طول ریشه به طول ساقه، نسبت وزن خشک به تر نهال، محتوای رطوبت نهال، درصد ظهور و شاخص بنیه نهال (وزن خشک نهال×درصد ظهور نهال) [۳۶] اندازه‌گیری شد.

شکل ۳- نمایی از سرشاخه‌ها، برگ، گل و بذر *Zygophyllum atriplicoides*

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های بدست آمده جهت بررسی نرمال‌بودن توسط آزمون شاپیرو-ویلک مورد مطالعه قرار گرفت. اثرات عمق دفن و عمق کشت بذر بر خصوصیات رویشی نهال‌ها از طریق تجز یه وار یانس یک‌طر فه در قا لب طرح کاملاً تصادفی متعادل مورد بررسی قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون توکی استفاده شد.

به منظور بررسی روند تغییرات صفات اندازه‌گیری شده، به دلیل این که تیمار (عمق کشت) از نوع کمی بوده و فواصل نیز مساوی هستند، از تحلیل رگرسیون چندجمله‌ای (درجه ۱ و ۲) استفاده شد (جدول ۱). این تحلیل در طرح آزمایشات کشاورزی با عنوان تجزیه روند یا منحنی سطح-پاسخ شناخته می‌شود [۴۷]. جهت انتخاب بهترین مدل از معیارهای ضریب تبیین (R^2)، آماره اطلاعات آکائیکه (AIC) و ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد. کلیه تجزیه و تحلیل های آماری در محیط نرم افزار R انجام شد [۳۳].

جدول ۱- انواع مدل‌های رگرسیونی خطی و غیرخطی مورد استفاده در پژوهش حاضر

نوع مدل رگرسیون	معادله
خطی (درجه ۱)	$Y=\alpha+\beta X$
سهمی (درجه ۲)	$Y=\alpha+\beta_1 X_1+ \beta_2 X^2$

نتایج

نتایج تحلیل واریانس نشان دادند که اثر عمق دفن بذر در شرایط عرصه بر تراکم نهال در سطح یک درصد معنی‌دار است ($p<$ ۰/۰۱). در شرایط گلخانه، نتایج تحلیل واریانس نشان دادند که اثر عمق کشت بذر بر طول ساقه، وزن تر نهال و محتوای رطوبت نهال در سطح یک درصد ($p<$ ۰/۰۱) و بر طول ریشه، طول نهال، نسبت طول ریشه به طول ساقه، وزن خشک نهال، تراکم نهال، درصد ظهور نهال و بنیه نهال در سطح پنج درصد معنی‌دار است ($p<$ ۰/۰۵) و بر وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه و نسبت وزن خشک به تر نهال معنی‌دار نیست ($p>$ ۰/۰۵) (جدول ۲).

جدول ۲- تحلیل واریانس یکطرفه (ANOVA) صفات رویشی و ظهور نهال در اعماق مختلف کشت

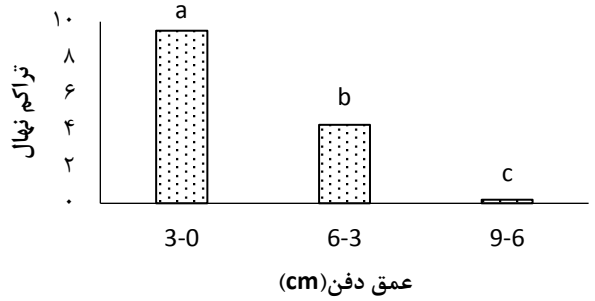
صفت	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F
بانک بذر خاک				
تراکم نهال	۲	۲۳۹/۳۱	۱۱۹/۶۵	۱۵/۰۱**
نهال گلدانی				
وزن تر ساقه	۴	۱/۵۷	۰/۳۹	۱/۷۵ ns
طول ساقه	۴	۱۵۲/۴۲	۳۸/۱۱	۴/۴۶**
وزن خشک ساقه	۴	۰/۰۵	۰/۰۱	۲/۰۵ ns
وزن تر ریشه	۴	۰/۸۶	۰/۲۱	۱/۲۶ ns
طول ریشه	۴	۲۵۶/۵۲	۶۴/۱۳	۳/۲۳*
وزن خشک ریشه	۴	۰/۰۱	۰/۰۰	۱/۶۱ ns
طول نهال	۴	۸۰۱/۷۶	۲۰۰/۴۴	۳/۹۹*
نسبت طول ریشه به طول ساقه	۴	۴/۹۲	۱/۲۳	۲/۸۰*
وزن تر نهال	۴	۴/۵۸	۱/۱۴	۴/۲۴**
وزن خشک نهال	۴	۰/۱۲	۰/۰۳	۳/۸۲*
نسبت وزن خشک به تر نهال	۴	۰/۱۰	۰/۰۳	۲/۱۷ ns
محتوای رطوبت نهال	۴	۱۴۷۲۹/۵۶	۳۶۸۲/۳۹	۴/۰۶**
درصد ظهور نهال	۴	۵۴۵۰/۸۳	۱۳۶۲/۷۱	۳/۱۹*
بنیه نهال	۴	۱۶۶/۷۳	۴۱/۶۸	۴/۰۱*

ns، *و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، اثر معنی‌دار در سطح ۵ درصد و در سطح یک درصد است.

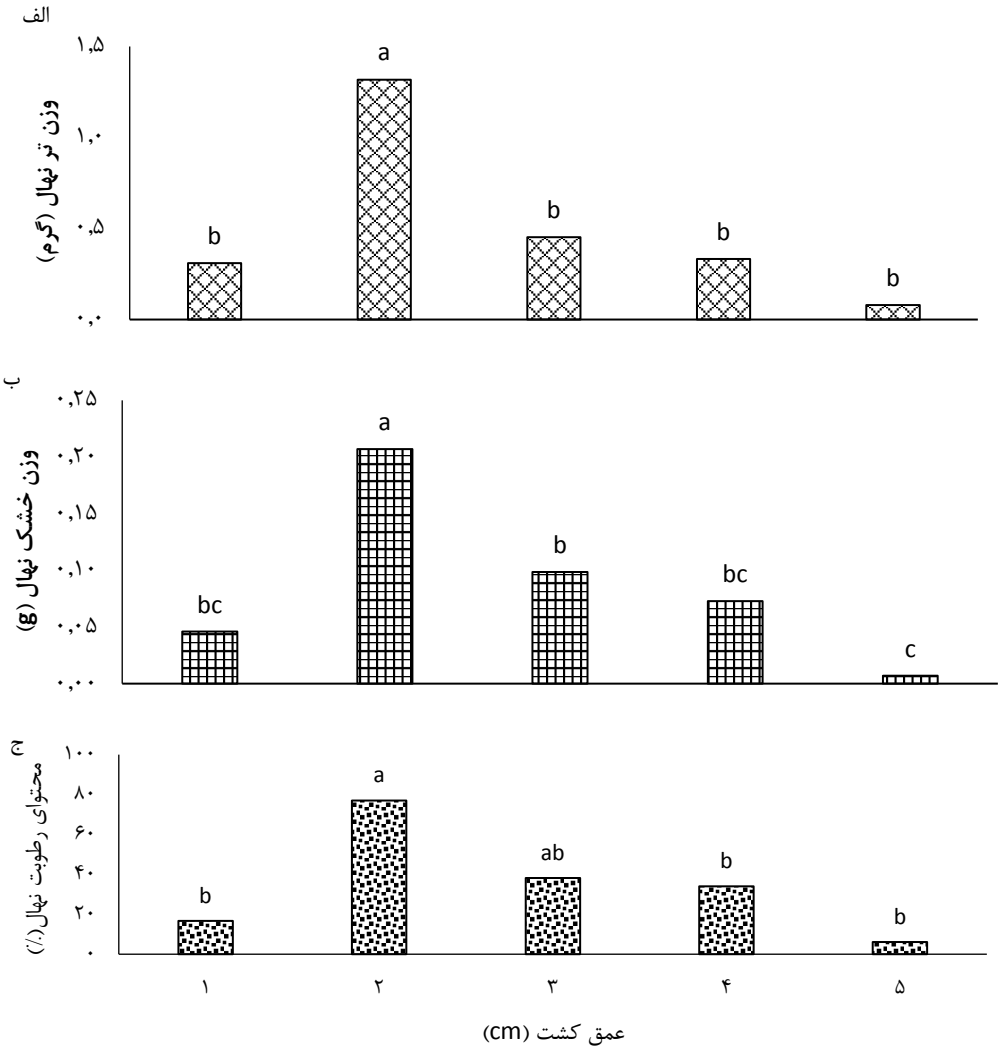
نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تراکم نهال قیچ در عمق ۰ تا ۳ سانتی‌متر است و با افزایش عمق دفن بذر از تراکم نهال کاسته می‌شود (شکل ۴). بیشترین طول ساقه نهال قیچ مربوط به عمق کشت ۲ سانتی‌متر است (۷/۶۷ cm) و با افزایش عمق کشت از طول ساقه کاسته می‌شود. بین سایر اعماق کشت اختلاف معنی‌داری از لحاظ طول ساقه نهال مشاهده نشد. با افزایش عمق کشت بذر ابتدا طول ریشه نهال قیچ افزایش پیدا کرد و سپس کاهش یافت. بیشترین میزان طول ریشه نهال در عمق کشت ۲

سانتی‌متر مشاهده شد (۱۰/۱ cm). همین نتیجه در نسبت طول ریشه به طول ساقه نهال قیچ نیز مشاهده شد.

همچنین بیشترین وزن تر نهال از عمق کشت ۲ سانتی‌متر به دست آمد (۱/۳۲ g). بین سایر اعماق کشت اختلاف معنی‌داری از لحاظ وزن تر نهال مشاهده نشد (شکل ۵). در عمق کشت ۲ سانتی‌متر بیشترین میزان وزن خشک نهال مشاهده شد (۰/۲۱ g) (شکل ۵). بیشترین محتوای رطوبت نهال مربوط به عمق کشت ۲ سانتی‌متر است (۷۷/۰۱ درصد). از این لحاظ نیز بین اعماق ۱، ۴ و ۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (شکل ۵).

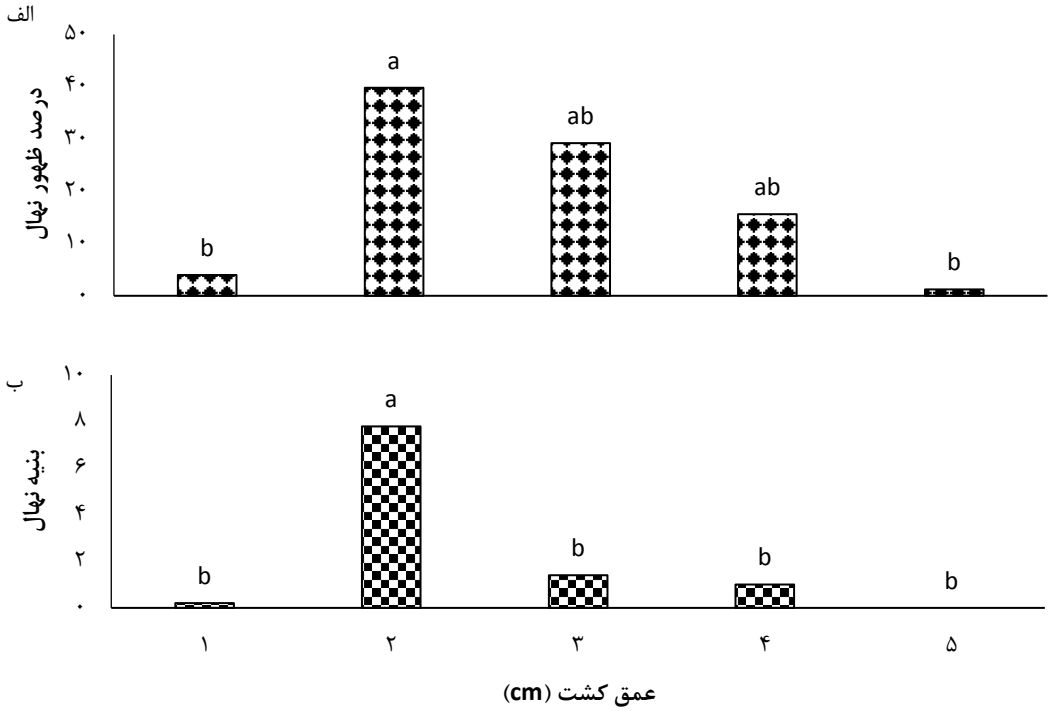


شکل ۴- تأثیر عمق دفن بذر بر تراکم نهال قیچ (حرف یا حروف مشابه نشان‌دهنده عدم‌تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها است).



شکل ۵- تأثیر عمق کشت بذر بر الف) طول ساقه، ب) طول ریشه و ج) نسبت طول ریشه به طول ساقه نهال قیچ

در شرایط کشت گلدانی بیشترین درصد ظهور نهال مربوط به عمق کشت ۲ سانتی‌متر است (۴۰ درصد). به لحاظ درصد ظهور نهال بین عمق ۱ سانتی‌متر و ۵ سانتی‌متر اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۶). در اینجا نیز مشابه سایر خصوصیات مورد مطالعه، بین اعماق ۱، ۴ و ۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری از لحاظ بنیه نهال مشاهده نشد. بیشترین میزان بنیه نهال مربوط به عمق کشت ۲ سانتی‌متر است (شکل ۶).



شکل ۶- تأثیر عمق کشت بذر بر درصد ظهور (الف) و بنیه نهال قیچ (ب)

نتایج تحلیل رگرسیون چندجمله‌ای نشان می‌دهد که بین عمق کشت و وزن تر و خشک ساقه، ریشه و نهال رابطه خطی معنی‌داری وجود ندارد، به دلیل مقدار ضریب تبیین (R^2) بالاتر و آماره اطلاعات آکائیک (AIC) و ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) پایین‌تر، از بین دو مدل خطی (درجه ۱) و سهمی (درجه ۲)، روند تغییرات وزن تر و خشک نهال با مدل درجه ۲ برازش بهتری دارد (جداول ۳ و ۴).

جدول ۳- ضرایب مدل‌های رگرسیون چندجمله‌ای مربوط به وزن تر نهال به همراه ضریب تبیین (R^2)، آماره اطلاعات آکائیک (AIC) و ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE)

ضرایب	برآورد	اشتباه معیار	مقدار t	سطح معنی‌داری	R^2	AIC	RMSE
عرض از مبدأ (a)	۰/۰۴	۰/۸۹	-۲/۷۰	۰/۰۱**			
عمق (b)	۰/۶۲	۱/۱۶	۳/۴۸	۰/۰۰**	۰/۲۳	۱۷۶/۴	۰/۷۵
I (عمق^2)	-۰/۱۳	۰/۴۳	-۳/۳۳	۰/۰۰**	۰/۴۸	۱۷۲/۲	۰/۷۲

**: برای ضریب a نشاندهنده اختلاف معنی‌دار آن با صفر است و برای ضریب b اختلاف معنی‌دار را با یک نشان می‌دهد (در سطح یک صدم).

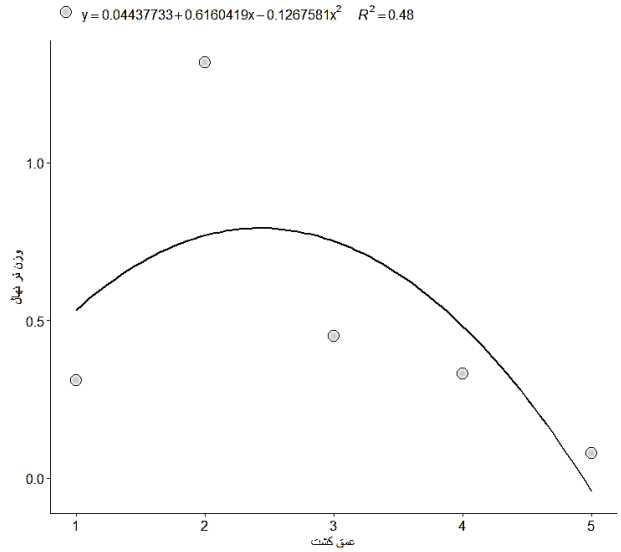
همان‌طور که در نمودار شکل‌های ۷ و ۸ نشان داده شده است، با افزایش عمق کشت تا عمق ۲ سانتی‌متر، صفت مدنظر ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا می‌کند. همچنین نتایج تحلیل رگرسیون چندجمله‌ای نشان می‌دهد که بین عمق کشت و طول نهال رابطه خطی و غیرخطی معنی‌داری وجود دارد، به دلیل مقدار ضریب

تبیین (R^2) بالاتر و آماره اطلاعات آکائیک (AIC) و ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) پایین‌تر، از بین دو مدل خطی (درجه ۱) و ســـهمی (درجه ۲)، روند تغییرات طول نهال با مدل درجه ۲ برازش بهتری دارد (جدول ۵).

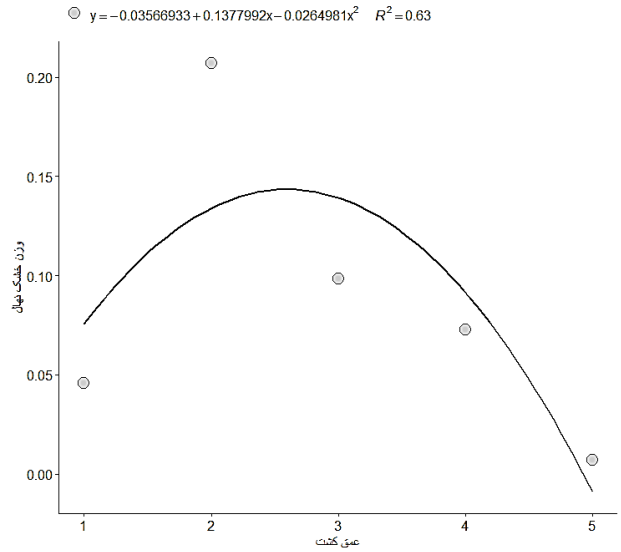
همان‌طور که در نمودار شکل ۹ نشان داده شده است، با افزایش عمق کشت ارتفاع نهال کاهش پیدا می‌کند.

جدول ۴- ضرایب مدل‌های رگرسیون چندجمله‌ای مربوط به وزن خشک نهال به همراه ضریب تبیین (R^2)، آماره اطلاعات آکائیک (AIC) و ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE)

ضرایب	برآورد	اشتباه معیار	مقدار t	سطح معنی‌داری	R^2	AIC	RMSE
عرض از مبدأ (a)	-۰/۳۶	۰/۱۴	-۲/۵۷	۰/۰۱**			
عمق (b)	۰/۵۹	۰/۱۸	۳/۲۴	۰/۰۰**	۰/۲۰	-۹۹/۴	۰/۱۲
I (عمق^2)	-۰/۲۰	۰/۰۷	-۲/۹۴	۰/۰۰**	۰/۶۳	-۱۰۸/۵	۰/۱۱



شکل ۷- رابطه وزن تر نهال با عمق کشت در مدل سهمی؛ نمودار براساس ۲۵ جفت داده ترسیم شده است و نقاط نشان‌دهنده میانگین تکرارهای هر عمق است.

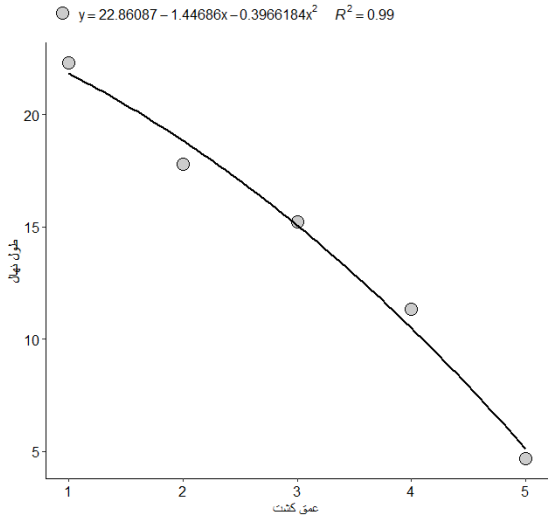


شکل ۸- رابطه وزن خشک نهال با عمق کشت در مدل سهمی؛ نمودار براساس ۲۵ جفت داده ترسیم شده است و نقاط نشان‌دهنده میانگین تکرارهای هر عمق است.

جدول ۵- ضرایب مدل‌های رگرسیون چندجمله‌ای مربوط به طول نهال به همراه ضریب تبیین (R^2)، آماره اطلاعات آکائیک (AIC) و ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE)

ضرایب	برآورد	اشتباه معیار	مقدار t	سطح معنی‌داری	R^2	AIC	RMSE
عرض از مبداء (a)	۲۲/۸۶	۸/۲۱	۲/۷۸	۰/۰۰**			
عمق (b)	-۱/۴۵	۵/۸۷	-۰/۲۵	۰/۸۱	۰/۹۷	۲۷۲/۵۲	۷/۱۹
I (عمق^2)	-۰/۴۰	۰/۹۶	-۰/۴۱	۰/۶۸	۰/۹۹	۲۷۰/۳۳	۷/۱۷

**: برای ضریب a نشاندهنده اختلاف معنی‌دار آن با صفر است و برای ضریب b اختلاف معنی‌دار را با یک نشان می‌دهد (در سطح یک صدم).



شکل ۹- رابطه طول نهال با عمق کشت در مدل سهمی؛ نمودار براساس ۲۵ جفت داده ترسیم شده است و نقاط نشان‌دهنده میانگین تکرارهای هر عمق است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر در دو محیط عرصه (خاک رویشگاه) و نهالستان (گلدان)، اثر عمق دفن بذر به صورت طبیعی یا عمق کشت بذر در طرح‌های مرتعکاری به صورت مصنوعی بررسی کرد. نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن است که در کل، بانک بذر خاک رویشگاه مورد مطالعه دارای تراکم بذر پایین است. با افزایش عمق کشت، از تراکم بانک بذر کاسته می شد. بیشترین تراکم در عمق ۰ تا ۳ سانتی‌متر مشاهده شد (۹/۵ پایه در مترمربع). اکثر بانک بذر خاک در مناطق خشک در دو سانتی‌متری اول سطح خاک متمرکز می‌شوند [۳۵].

در یک پژوهش، Gomaa و همکاران (۲۰۲۳) بانک بذر زیر اشکوب درختچه *Haloxylon persicum* را در عمق ۵ سانتی‌متری در بیابان نفود عربستان سعودی مطالعه کردند. آنها تراکم بانک بذر خاک را از ۰/۰۸ تا ۴۳ بذر در یک مترمربع مشاهده کردند [۱۵]. Shawky و Keilani (۲۰۲۰) بانک بذر خاک بیابانی در مصر را در عمق ۵ سانتی‌متری مطالعه کردند. نتایج نشان داد که تراکم بذر *Zygophyllum album* بین ۸ تا ۳۸ بذر در یک مترمربع است [۳۷].

عوامل مختلفی مانند دما، نور، رطوبت، خصوصیات خاک، تغذیه بذر توسط حشرات و عمق دفن بر پایداری بذر در بانک بذر تأثیر می‌گذارد [۴۲]. بذور درشت درختان و درختچه ها که در عمق اول خاک باقی می مانند و به اعماق پایین‌تر نفوذ نمی‌کنند در نهایت یا در اثر زوال از بین می‌روند یا به دلیل درشتی توسط بذرخواران تغذیه می‌شوند، از این رو، عمق سطحی ممکن است به کاهش دوام بانک بذر منجر شود [۲].

نتایج نشان داد که در کل، درصد ظهور نهال قیچ در شرایط گلخانه کمتر از ۵۰ درصد است. حداکثر درصد

ظهور نهال در عمق ۲ سانتی‌متر حدود ۴۰ درصد مشاهده شد. Ebrahimi Mohamad Abadi و همکاران (۲۰۲۲) نیز به محدودیت‌هایی در جوانه‌زنی، تولید نهال و استقرار *Zygophyllum atriplicoides* در مناطق خشک اشاره کردند. آنها میزان جوانه‌زنی بذر قیچ را در تیمار شاهد ۲۰ درصد و در تیمار پرایمینگ حداکثر ۳۸ درصد گزارش کردند [۱۰].

در پژوهش حاضر، حداکثر بنیه نهال و نسبت طول ریشه به ساقه نیز در عمق ۲ سانتی‌متر مشاهده شد، برخلاف پژوهش حاضر، Mao و همکاران (۲۰۱۹) خصوصیات جوانه‌زنی بذر *Pinus thunbergii* را در اعماق ۱، ۲، ۳ و ۴ سانتی‌متر در شرایط نهالستان بررسی کردند و به این نتیجه دست یافتند که اثر عمق بر شاخص بنیه و نسبت ریشه به ساقه معنی‌دار نیست. آنها کاهش سرعت جوانه‌زنی در عمق دفن ۴ سانتی‌متری را به اکسیژن ناکافی در ماسه مربوط دانستند [۲۴].

در پژوهش حاضر، از عمق ۹ سانتی‌متر به بعد در بانک بذر خاک و ۶ سانتی‌متر در گلدان، هیچ بذری از قیچ جوانه نزد. طبیعتاً بسته به گونه گیاهی، جوانه‌زنی بذر در اعماق مختلف متفاوت است (جدول ۵)، اگرچه اکثر پژوهش‌های انجام شده تا عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک را مطالعه کرده‌اند و شاید پس از این عمق، دیگر بذری جوانه‌نزده است، با این وجود، Tóth و همکاران (۲۰۲۲) جوانه‌زنی بذر برخی از گیاهان علفی را تا عمق ۸۰ سانتی‌متری خاک نیز گزارش کرد [۴۳]. نتایج در خصوص برخی از گونه‌های بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج بسته به گونه و فرم رویشی متفاوت است، عدم توافق کلی در این یافته‌ها نشان‌دهنده نیاز به مطالعات بیشتر در مورد جوانه‌زنی بذر نسبت به عمق دفن یا کشت بذر است.

جدول ۶- عمق کشت مناسب در گلدان برای برخی از گونه‌های بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی

گیاه	فرم رویشی	عمق کاشت (سانتی‌متر)	بیشترین درصد جوانه‌زنی	منبع
Cinnamomum tamala	درخت	۳، ۵ و ۷	عمق ۷ سانتی‌متر (۷۰ درصد)	۳۸
Dialium guineense	درخت	۰، ۳، ۶، ۹ و ۱۲	عمق ۳ و ۶ سانتی‌متر (۸۰ درصد)	۱۴
Jatropha curcas	درختچه	۱/۵ و ۳ و ۵	عمق ۱/۵ سانتی‌متر (۶۱ درصد)	۲۵
Butea frondosa	درخت	۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۱۰	عمق ۲ سانتی‌متر (۸۵ درصد)	۴
Madhuca longifolia	درخت	۱/۵ و ۳ و ۵	عمق ۱/۵ سانتی‌متر (۶۱ درصد)	۲۶
Lagenaria siceraria	بوته	۲، ۶ و ۱۰	بدون تفاوت، بترتیب ۸۴، ۸۵ و ۸۴ درصد	۲۰
Ipomoea grandifolia	بوته	۰/۵، ۲، ۴، ۸ و ۱۲	عمق ۲ و ۴ سانتی‌متر (۵۰ درصد)	۴۱
Kochia prostrata	بوته	۰-۵، ۵-۱۰ و ۱۰-۱۵	عمق ۰-۵	۴۹
Atriplex portulacoides	بوته	۱، ۲ و ۳	عمق ۲ (۶۰ درصد)	۱
Zygophyllum atriplicoides		۱، ۲، ۳، ۴ و ۵	عمق ۲ (۴۰ درصد)	*پژوهش حاضر*

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش عمق کشت، خصوصیات نهال و درصد ظهور ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت که با نتیجه، Mao و همکاران (۲۰۱۹)، Li و همکاران (۲۰۲۰) و Wang و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. آنها سرعت جوانه‌زنی بالا در عمق ۲ تا ۳ را به رطوبت بیشتر در اطراف بذور *Pinus thunbergii*، *Periploca sepium* و *Anabasis aphylla* مرتبط دانستند [۲۴، ۲۲ و ۴۴].

بین عمق دفن و جوانه‌زنی بذر و ظهور نهال رابطه مستقیم وجود دارد. عمق دفن مناسب می‌تواند شرایط محیطی مناسبی را برای سبزشدن نهال فراهم کند. هنگامی که عمق دفن خیلی زیاد است، نهال ممکن است به دلیل کمبود اکسیژن یا مقاومت مکانیکی بیش از حد ظاهر نشوند [۲۲]. هنگامی که بذور در عمق زیاد قرار گیرند، به دلیل تخلیه انرژی، نمی‌توانند به راحتی از خاک ظهور کنند، همچنین دفن عمیق، شدت نور و دما را

کاهش می‌دهد، که هر دو برای جوانه‌زنی بذر و رویش نهال نامطلوب هستند [۲۲].

در بانک بذر خاک، دفن عمیق بذور هم می‌تواند مفید باشد، هم مضر. قرارگرفتن بذر در عمق زیاد در خاک، می‌تواند با کاهش سطح تماس بین بذر و هوا، حفظ رطوبت بالا، محافظت از بذرها و نهال‌ها در برابر دمای شدید هوا در آب‌وهوای خشک و محافظت از بذرخواران، نقش مهمی در جوانه‌زنی بذر ایفا کند [۵۰]. دفن بذور بر اثر انتقال ماسه ممکن است رطوبت خاک و میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی را افزایش دهد و دمای خاک، هوادهی خاک و شدت نور را کاهش دهد، که همگی می‌توانند بر جوانه‌زنی و خواب بذر تأثیر بگذارند [۴۸]. دفن عمیق بذر در خاک به دلیل عدم نفوذ رطوبت و نور، خود به القای خواب ثانویه کمک می‌کند، خواب هم در مناطق بیابانی، مکانیسمی برای فرار از خشکی محسوب می‌شود [۱۶].

اما در نهالستان، کشت بذر در هم در عمق سطحی و هم در عمق زیاد همواره مضر است. به عنوان مثال، عمق کشت سطحی بذر در گلدان ممکن است به دلیل تبخیر زیاد آب از سطح خاک یا تغذیه بذور توسط بذرخوران و پرندگان تأثیر منفی بر ظهور نهال داشته باشد [۳۶]. عمق کاشت کم باعث ظاهرشدن غیریکنواخت گیاه می‌گردد زیرا بذور معمولاً خیلی سریع خشک می‌شوند و نمی‌توانند جوانه بزنند [۹].

نتایج پژوهش حاضر نشان داد با افزایش عمق کشت از ۱ سانتی‌متر تا ۵ سانتی‌متر، درصد ظهور نهال از ۴۰ درصد به ۱/۳ درصد کاهش پیدا کرد. افزایش عمق کاشت بذر، ضمن تأخیر در جوانه‌زنی و کاهش درصد ظهور نهال، به کاهش رشد و وزن گیاهچه نیز منجر می شود [۱۳]. علاوه بر این، افزایش زمان جوانه‌زنی منجر به مصرف بیش از حد انرژی موجود در بذر می‌شود که بر میزان بقای نهال تأثیر می‌گذارد [۲۴]. نتایج برخی از تحقیقات نشان می‌دهد که در مناطق سردسیر در صورت وجود رطوبت مناسب برای جوانه سبز شدن کاشت سطحی مناسب‌تر از کاشت عمیق است، چراکه جوانه‌هایی که از کاشت عمیق به وجود می‌آیند به علت تأخیر در ظهور، گیاهچه‌های ضعیفی خواهند داشت [۱۱].

در شرایط نهالستان، عمق کاشت بستگی به اندازه بذر، شکل بذر، نوع جوانه‌زنی (درون خاکی و برون خاکی) و جهت قرار گرفتن بذر دارد [۲۶]. به‌طورکلی، عمق کم بذر برای بذرهای کوچک و عمق بیشتر برای بذور درشت‌تر توصیه می‌شود [۸]. استقرار موفقیت‌آمیز نهال و احیای طبیعی پوشش گیاهی از بانک بذر خاک نمی‌تواند اتفاق بیفتد مگر این که بذر در زمانی جوانه بزند که شرایط محیطی برای بقا و رشد گیاهچه مساعد باشد. از آنجا که جوانه‌زنی بذر تعیین‌کننده زمان و مکان رشد نهال است، موفقیت در استقرار نهال تا حد زیادی به واکنش جوانه‌زنی بذر به محیط بستگی دارد. از بین عوامل مؤثر بر جوانه‌زنی، عمق کشت یکی از عوامل مهم است که در پژوهش حاضر بر روی آن تأکید شد. نتایج بیانگر آن است که کشت بذر هم در عمق سطحی و هم در اعماق تحتانی تأثیر منفی بر خصوصیات رویشی نهال داشته و برای گونه قیچ (*Zygophyllum atriplicoides*) عمق کشت ۲ سانتی‌متر توصیه می‌شود.

References

[1]. Abbas, A. M., Rubio-Casal, A.E., De Cires, A., Figueroa, E.M., Pickart, A.J. & Castillo, J.M. (2020). Burial effects on seed germination and seedling emergence of two halophytes of contrasting seed size. *Plant Ecology and Diversity*, 13, 339–349. doi: 10.1080/17550874.2020.1832154

[2]. Abbasikesbi, M., Erfanzadeh, R., Fattahi, B. & Sher, A. (2022). Investigation of life form and chorology of soil seed bank in the riparian zone along distance from river (Case study: Giyan river, Hamedan province, Iran). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, *29*(3), 251-260. doi: 10.22092/ijrdr.2022.127638 [in Farsi]

[3]. Abtahi, M. (2016). Evaluation of increasing the production through selection of appropriate species of range and the influence of different planting methods on the amount of their production (case study: Shoorab ranges of Kashan). *Natural Ecosystems of Iran*, *7*(1), 45-55. doi: 10.22034/jdmal.2021.244521 (in Farsi).

[4]. Ahirwar, R. K. (2015). Effect of sowing depth on seed germination of *Butea frondosa*

(Roxb.). *International Research Journal of Biological Sciences*, 4, 45-47. doi: 10.31018/jans.v15i1.4265

[5]. Ahmed, A., Hameed, A., & Saeed, S. (2020). Biochemical profile and bioactive potential of thirteen wild folk medicinal plants from Balochistan, Pakistan. *PloS one*, 15(8), e0231612. doi: 10.1371/journal.pone.0231612

[6]. Amooaghaie, R. (2014). The effect of some hormones and nitrogenous compounds on capacity, velocity and synchrony of germination of *Zygophyllum atriplicoides* seeds under salinity stress. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, *26*(4), 465-475. [in Farsi]

[7]. Ashouri, P., Khodagholi, M., & Motamedi, J. (2020). Distribution of Zygophyllum shrub species in the central and southern regions of Iran. *Iran Nature*, *5*(3), 69-77. doi: 10.22092/irn.2020.122116 [in Farsi]

[8]. Azarnivand, H., & Zare Chahouki, M. A. (2008). *Range Improvement*, University of Tehran Press. [in Farsi]

[9]. Biabani, A., Rahemi, A., Azarnia, M., Nakhzari, A., Naeimi, M., & safikhani, S. (2018). The effect of planting depth and seed priming on emergence and early seedling growth parameters of lentil (*lens culinaris* L.). *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, *5*(4), 99-109. doi: 10.22124/jms.2018.2949 [in Farsi]

[10]. Ebrahimi Mohamad Abadi, N., Kaboli, S., HRejali, F., & Zolfaghari, A. A. (2022). Promotion of Seed Germination and Seedling Growth in *Zygophyllum atriplicoides* using Chemical, Mechanical, and Biological Priming Treatments. *Journal of Rangeland Science*, *12*(3), 293-307. doi: 10.30495/RS.2022.684746

[11]. Eskandari, I., & Roustaei, Mozafar. (2007). Determination of appropriate seeding depth for bread wheat genotypes in cold drylands area of Maragheh. *Seed and Plant*, *23*(3), 357-371. doi: 10.22092/spij.2017.110735 [in Farsi]

[12]. Farrokhi, R., & Gharedaghi, H. (2019). Review some autecological characteristics of *Zygophyllum atriplicoides* in the north of Fars Province. (Case study: Ranglands of Abadeh County). *Journal of Plant Ecophysiology*, *11*(36), 128-136. [in Farsi]

[13]. Fathi, G., Alemi Saeid, K., & Siadat, S. A. (2001). Effect of seed size and planting depth on dry matter accumulation and yield of corn. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, *7*(4), 95-106. [in Farsi]

[14]. Fredrick, C., Chima, U. D., & Allison, A. D. (2018). Effect of sowing depth on the germination and early seedling growth of *Dialium guineense* Willd. *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*, 10, 10-16.

[15]. Gomaa, N.H., Hegazy, A.K., & Alhaithloul, H.A.S. (2023). Facilitation by *Haloxylon persicum* shrubs enhances density and richness of soil seed bank of annual plants in a hyper-arid ecosystem. *Plants*, *12*(6), 1276. doi: 10.3390/plants12061276

[16]. Jafari, M., & Rostampour, M. (2019). *Soil-Plant Relationships: Environmental Stresses, Seed and Seedling (Vol. 2)*, University of Tehran Press. [in Farsi]

[17]. Jankju, M., & Noedoost, F. (2012). Autecology of *Zygophyllum atriplicoides* in the rangelands of Northern Khorasan Province. *Journal of Range and Watershed Management*, *65*(4), 483-494. doi: 10.22059/jrwm.2012.32047 [in Farsi]

[18]. Kalkate, H., Matinkhah, H., & Jafari, Z. (2020). The Impact of Irrigation Frequency on Growth and Survival of *Zygophyllum fabago* L. Under Different Irrigation Systems. *Water and Soil Science*, *30*(1), 57-67. dor: 20.1001.1.20085133.1399.30.1.5.1 [in Farsi]

[19]. Khademi, T., Rostampour, M., & Saghari, M. (2021). Nutritive value of dominant rangeland plant species in Kaja and Chahno, Ferdows, South Khorasan. *Journal of Rangeland*, *15*(4), 649-664. dor: 20.1001.1.20080891.1400.15.4.6.7 [in Farsi]

[20]. Koffi, K. K., Ngoran, K. B., Kouakou, K. L., Kouassi, K. I.,Baudoin, J., & Zoro Bi, I. A. (2015). Effects of Seed orientation and sowing depths on Germination, Seedling vigour and yield in oleaginous type of Bottle gourd, *Lagenaria siceraria* (Molina Standl). *International Journal of Research in the Biological*, *4*(12), 46-53.

[21]. Li, Q. Y., Zhao, W. Z., & Fang, H. Y. (2006). Effects of Sand Burial Depth and Seed Mass on Seedling Emergence and Growth of *Nitraria sphaerocarpa*. *Plant*

Ecology, *185*(2), 191–198. doi: 10.1007/s11258-005-9094-z

[22]. Li, T., Sun, J., Yang, H., Liu, J., Xia, J., & Shao, P. (2020). Effects of shell sand burial on seedling emergence, growth and stoichiometry of *Periploca sepium* Bunge. *BMC plant biology*, *20*(1), 112. doi: 10.1186/s12870-020-2319-4

[23]. Manzoor, S., Hameed, A., Khan, M.A., & Gul, B. (2017). Seed germination ecology of a medicinal halophyte Zygophyllum propinquum: responses to abiotic factors. *Flora*, 233,163–170. doi: 10.1007/978-3-030-57635-6_45

[24]. Mao, P., Guo, L., Gao, Y., Qi, L., & Cao, B. (2019). Effects of Seed Size and Sand Burial on Germination and Early Growth of Seedlings for Coastal *Pinus thunbergii* Parl. in the Northern Shandong Peninsula, China. *Forests*, *10*(3), 281. doi: 10.3390/f10030281

[25]. Masilamani, P., Parthiban, K. T., Annadurai, K., & Marimuthu, R. (2012). Germination and vigour of ratanjyot (*Jatropha curcas* L). *Journal of Non-Timber Forest Products*, 19, 257-260. doi: 10.54207/bsmps2000-2012-1047M5

[26]. Masilamani, P., Venkatesan, S., Navamaniraj, K.N., Rajarathinam, P., Alagesan, A., & Thiagu, K. (2023). Impact of the orientation of seed placement and depth of its sowing on germination: A review. *Journal of Applied and Natural Science*, *15*(1), 314 - 324. doi: 10.31018/jans.v15i1.4265

[27]. Mohamed, E., Kasem, A. M. M. A., Gobouri, A. A., Elkelish, A., & Azab, E. (2020). Influence of Maternal Habitat on Salt Tolerance during Germination and Growth in *Zygophyllum coccineum*. *Plants (Basel, Switzerland)*, *9*(11), 1504. doi: 10.3390/plants9111504

[28]. Mohammadi, Z., 2020. Phytochemical, Antidiabetic and Therapeutic Properties of Zygophyllum. *Herbal Medicines Journal*, *5*(4), 163-177. doi: 10.22087/hmj.v5i4.813

[29]. Mousavi Kouhi, S. M., & Moudi, M. (2020). Assessment of phytoremediation potential of native plant species naturally growing in a heavy metal-polluted saline-sodic soil. *Environmental science and pollution research international*, *27*(9), 10027–10038. doi: 10.1007/s11356-019-07578-6

[30]. Müller, F.L., Raitt, L.M. Cyster, L.F. Cupido, C.F. Samuels, M.I. Chimphango, S.B.M. & Boatwright, J.S. (2019).The effects of temperature, water availability and seed burial depth on seed germination and seedling establishment of *Calobota sericea* (Fabaceae). *South African Journal of Botany*, 121, 224-229. doi: 10.1016/j.sajb.2018.11.012

[31]. Nedjimi, B., & Zemmiri, H. (2019). Salinity effects on germination of *Artemisia herba-alba* Asso: Important pastoral shrub from North African rangelands. *Rangeland Ecology and Management*, *72*(1), 189-194. doi: 10.1016/j.rama.2018.07.002

[32]. Opande, G. T., Musyimi, D. M. & Muthoni, K. C. (2017). Effects of Planting Depth on Seed Germination and Emergence of *Crotalaria Brevidens* on Maseno Soils Maseno (Kenya). *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, *10*(8), 30-34. doi: 0.9790/2380-1008013034

[33]. R Core Team, (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org.

[34]. Rafatpoor, S., & Shahriari, A. (2013). Effects of priming and sodium chloride on the germination and seedling growth of *Zygophyllum atriplicoides*. *Desert Ecosystem Engineering*, *2*(2), 15-24. [in Farsi]

[35]. Rostampour, M. (2013). *Effect of environmental and grazing gradients on the structure of soil seed bank in arid rangelands (Case study: Qaen Rangelands, Southern Khorasan)*. [Doctoral dissertation, University of Tehran]. https://library.ut.ac.ir/en. [in Farsi]

[36]. Rostampour, M., Akbari, E., & Saghari, M. (2023). Determining proper seed planting depth for fourwing saltbush (*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.). *Journal of Range and Watershed Management*, *76*(3), 253-269. doi: 10.22059/jrwm.2023.356662.1696 [in Farsi]

[37]. Shawky, R., & Keilani, S. (2020). Vegetation and seed bank in relation to microhabitat of Wadi Naghamish, north western coast of Egypt. *Egyptian Journal of*

Desert Research, *70*(1), 11-24. doi: 10.21608/ejdr.2020.16979.1042

[38]. Singh, B., Rawat, J. M. S., & Pandeg, V. (2017). Influence of sowing depth and orientation on germination and seedling emergence of *Cinnamomum tamala* Nees. *Journal of Environmental Biology*, 38, 271–276. doi: 10.22438/jeb/38/2/MS-144

[39]. Soltani Poor, M.A., AsadPoor, A., & Bagheri, R. (2011). Study of Pre-treatments on Seed Germination of *Zygophyllum atriplicoides*. *Environmental Erosion Research Journal*, *1*(2), 69-83. dor: 20.1001.1.22517812.1390.1.2.6.6 [in Farsi]

[40]. South Khorasan Meteorological Administration (2024). Rainfall statistics of 2023. Retrieved January 10, 2024, from https://skhmeteo.ir/uploads/pdfs/precipitation.

[41]. Souza, G. S. F., Marques, R. F., Pereira, M. R. R., Marchi, S. R., & Martins, D. (2021). Light intensity and sowing depth on the emergence and development of weeds. *Advances in Weed Science*, 39, e02100043. doi: 10.51694/AdvWeedSci/2021;39:00016

[42]. Suleiman, M.K., Bhatt, A., Jacob, S., Thomas, R.R., & Sivadasan, M.T. (2023).Seed Longevity in Desert Species and the Possibility of Forming a Persistent Soil Seed Bank. *Sustainability*, *15*(22), 15904. doi: 10.3390/su152215904

[43]. Tóth, Á., Deák, B., Tóth, K., Kiss, R., Lukács, K., Rádai, Z., Godó, L., Borza, S., Kelemen, A., Miglécz, T., Bátori, Z., Novák, T.J., & Valkó, O. (2022). Vertical distribution of soil seed bank and the ecological importance of deeply buried seeds in alkaline grasslands. *PeerJ*, 5, 10, e13226. doi: 10.7717/peerj.13226

[44]. Wang, T., Chu, G., Jiang, P., Niu, P., & Wang, M. (2017). Effects of sand burial and seed size on seed germination, seedling emergence and seedling biomass of *Anabasis aphyll*a. *Pakistan Journal of Botany*, 49, 391–396.

[45]. Wang, G.H., Yu, K.L., & Gou, Q.Q. (2019). Effects of sand burial disturbance on establishment of three desert shrub species in the margin of oasis in northwestern China. *Ecological Research*, 34, 127–135. doi: 10.1111/1440-1703.1269

[46]. Yang, X., Baskin, C.C., Baskin, J.M., Liu, G., & Huang, Z. (2012). Seed mucilage improves seedling emergence of a sand desert shrub. *PLoS ONE*, *7*(4), e34597. doi: 10.1371/journal.pone.0034597

[47]. Yazdi Samadi, B., Rezai, A., & Valizadeh, M. (2012). *Experimental Designs in agricultural Researches*, University of Tehran Press. [in Farsi]

[48]. Ye, X., Li, L., Baskin, C.C., Baskin, J.M., Du, J., & Huang, Z. (2019). Sand burial helps regulate timing of seed germination of a dominant herb in an inland dune ecosystem with a semiarid temperate climate. *Science of The Total Environment*, 680, 44–50. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.05.087

[49]. Yurong, H., Mei, K., Peng, W., Jiyong, L., Chao, L., Shuai, K., Aldeyarhan, K., & Lu, W. (2022). Study on Seed Bank Composition and Seedling Emergence Regularity in Placer Iron Ore Soil. *Journal of Resources and Ecology*, 13, 312-318. doi: 10.5814/j.issn.1674-764x.2022.02.013

[50]. Zhao, J., Shi, C., Wang, D., Zhu, Y., Liu, J., Li, H., & Yang, X. (2023). Sand Burial, Rather than Salinity or Drought, Is the Main Stress That Limits the Germination Ability of Sophora alopecuroides L. Seed in the Desert Steppe of Yanchi, Ningxia, China. *Plants*, *12*(15), 2766. doi: 10.3390/plants12152766

Investigating the effect of seed planting depth of *Zygophyllum atriplicoides* on vegetative characteristics and plant density at nursery and soil seed bank in the natural habitat
(Research Paper)

1- Moslem Rostampour*, Associate Professor, Department of Rangeland and Watershed Management and Research Group of Drought and Climate Change, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran.

rostampour@birjand.ac.ir

2- Effat Akbari, M.Sc Graduate of Rangeland Science and Engineering-Range Management, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran.

3- Mohammad Saghari, Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran.

Received: 07 Feb. 2024
Accepted: 04 Aug. 2024

Abstract

Transplanting is an effective and rapid method of biological restoration in arid regions. This study examined the effects of natural seed burial depth or artificial seed depth in two environments: field (habitat soil) and nursery (pot). Sampling of the soil seed bank after seed rain was done by a random method and from under the canopy of *Zygophyllum atriplicoides*. 50 soil samples were taken from three depths of 0-3, 3-6 and 6-9 cm. The density of the seed bank was studied by the seedling emergence method. In the nursery, seeds were sown at five depths of 1, 2, 3, 4 and 5 cm. After 4 months, characteristics such as stem length, root length, stem fresh and dry weight, root fresh and dry weight, root length to stem length ratio, seedling dry-wet weight ratio, seedling moisture content, emergence percentage and seed vigor index. The results of this study indicate that the seed bank of the entire habitat studied has a low seed density. By increasing the soil depth, the density of the seed bank decreased (9.5, 4.33 and 0.2 seedling/m^2, respectively). The highest density was observed at 0-3 cm. The results showed that the percentage of seedling emergence is less than 50% in the nursery. Maximum seedling emergence percentage (40%), seedling dry weight (0.21 g) and seedling stem (7.67 cm) were observed at 2 cm depth. There was no significant difference between the depths of 1, 4 and 5 cm for most characteristics studied. The results indicate that shallow and high depth in seed planting in pots both have a negative effect on the vegetative characteristics of seedlings, and for Zygophyllum atriplicoides, the recommended planting depth is 2 cm.

Keywords: Biological Restoration, Direct Seed Planting, Germination, Seedling Length, Zygophyllum.