Gonbad Kavous University
Journal of Plant
Ecosystem Conservation
Volume 13, Issu 27
http://pec.gonbad.ac.ir

Assessment of Rangeland Restoration Performance Using *Astraqalus podolobus* as a Forage Species in Golestan Province (Case Study: Turkman Sahra Rangelands, Gonbad Kavous County)

Mohammad Farangi[1], Majid Mohammad-Esmaeili[2*], Abolfazl Tahmasebi[2], Hojat Ghorbani Vaghei [3]

[1]MSc in Rangemanagement, Faculty of Agricultural & Natural Resources, University of Gonbad-Kavous, Gonbad-Kavous, Iran.
[2]Associate Professor, Department of Range & Watershed Management, Faculty of Agricultural & Natural Resources, University of Gonbad-Kavous, Gonbad-Kavous, Iran.
[3]Associate Professor, Department of Forests and wood industries, Faculty of Agricultural & Natural Resources, University of Gonbad-Kavous, Gonbad-Kavous, Iran.

Received: 2025/09/08; Accepted: 2025/12/26

Abstract

Shrub planting using native species is one of the key strategies for restoring degraded rangelands in the arid and semi-arid regions of Iran. The native species *Astragalus podolobus* is an important component of the vegetation of the Turkmen Sahra rangelands; however, sufficient field information regarding the effectiveness of its different propagation methods, particularly seed versus cutting propagation, remains limited. This study aimed to evaluate the ecological performance of plants produced using two propagation methods, seeds and cuttings, in the Dashli-Brun rangelands of the Turkmen Sahra over two consecutive years (2021 and 2022). Twenty plants, comprising 10 seed-propagated and 10 cutting-propagated individuals, were selected as sample units. Ecological indicators, including plant height, crown cover, dry forage production, and number of seed pods, were measured. Data normality was assessed using the Kolmogorov–Smirnov test, and means were compared using an independent-samples t-test in Minitab 16. The results showed that growth year, propagation method, and their interaction had significant effects on all studied traits. Seed-propagated plants performed better than cutting-propagated plants during the first year; however, no significant difference between the two propagation methods was observed in the second year. Mean plant height (91 cm), crown cover (0.5 m² per plant), dry forage production (810 g), and seed production (600 seeds per plant) in the second year indicated successful plant establishment and a gradual improvement in performance. Overall, the findings indicate that the use of this species could potentially contribute, through improved vegetation cover, soil stabilization, and erosion reduction, to reducing the risks associated with biological restoration projects, enhancing the ecological and economic sustainability of rangelands, and reducing the severity of phenomena such as dust storms. However, the magnitude of these effects depends on ecological conditions, rangeland management, and the continuation of conservation measures.

***Keywords*:** Desertification, Ecological sustainability, Shrub planting, Cutting propagation, Turkmen Sahra.

*Corresponding author: ma_456@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]

دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره سیزدهم، شماره بیست و هفتم
http://pec.gonbad.ac.ir

علمی-پژوهشی

بررسی عملکرد احیای مراتع با گونه *Astaragalus podolobus* علوفه ای در استان گلستان (مطالعه موردی: مراتع ترکمن صحرا– شهرستان گنبدکاووس)

محمد فرنگی[1]، مجید محمداسمعیلی*[2]، ابوالفضل طهماسبی[2]، حجت قربانی واقعی[3]

[1] فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس
[2] دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس
[3] دانشیار گروه جنگل و صنایع چوب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۵

چکیده

بوته‌کاری با استفاده از گونه‌های بومی یکی از راهبردهای کلیدی برای احیای مراتع تخریب‌شده در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران به‌شمار می‌رود. گونه بومی *Astragalus podolobus* از مهم پوشش گیاهی مراتع ترکمن‌صحرا است، با این حال اطلاعات میدانی کافی در خصوص کارایی روش‌های مختلف تکثیر آن، به‌ویژه مقایسه بذر و قلمه، محدود است. این پژوهش با هدف ارزیابی عملکرد اکولوژیکی گیاهان حاصل از دو روش تکثیر بذر و قلمه در مراتع داشلی‌برون واقع در ترکمن‌صحرا طی دو سال متوالی (۱۴۰۰ و ۱۴۰۱) انجام شد. در این مطالعه، ۲۰ بوته (۱۰ بوته بذری و ۱۰ بوته قلمه‌ای) به‌عنوان واحدهای نمونه انتخاب و شاخص‌های اکولوژیکی شامل ارتفاع بوته، پوشش تاجی، تولید علوفه خشک و تعداد غلاف بذر اندازه‌گیری شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف–اسمیرنف بررسی و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون t مستقل در نرم‌افزار Minitab 16 انجام گرفت. نتایج نشان داد که اثر سال رشد، روش تکثیر و اثر متقابل آن‌ها بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. بوته‌های حاصل از بذر در سال نخست عملکرد بهتری نسبت به قلمه داشتند، اما در سال دوم اختلاف معنی‌داری بین دو روش مشاهده نشد. میانگین ارتفاع (۹۱ سانتی‌متر)، پوشش تاجی (۰/۵ مترمربع در هر بوته)، تولید علوفه خشک (۸۱۰ گرم) و تولید بذر (۶۰۰ بذر در هر بوته) در سال دوم بیانگر استقرار مناسب گیاه و بهبود تدریجی عملکرد آن بود. نتایج کلی حاکی از آن است که استفاده از این گونه به‌طور بالقوه می‌تواند با بهبود پوشش گیاهی، تثبیت خاک و کاهش فرسایش، در کاهش ریسک طرح‌های بیولوژیک، افزایش پایداری اکولوژیک و اقتصادی مراتع و کمک به کاهش شدت پدیده‌هایی مانند ریزگردها نقش داشته باشد. هرچند میزان این تأثیر وابسته به شرایط اکولوژیک، مدیریت مرتع و استمرار اقدامات حفاظتی است.

واژه‌های کلیدی: **بیابان زایی، افزایش پایداری اکولوژیک، بوته‌کاری، قلمه، ترکمن‌صحرا**

مقدمه

مراتع یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی تجدیدشونده ایران به شمار می‌آیند و نقشی اساسی در پایداری اکولوژیک و تأمین علوفه دام دارند (آذرنیوند و همکاران، ۱۳۹۸). با این حال، در چند دهه اخیر افزایش جمعیت انسانی و نیاز روزافزون به فرآورده‌های دامی منجر به چرای مفرط و تخریب وسیع مراتع، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شده است (Li et al., 2025; Arroyo et al., 2024). تخریب مراتع نه‌تنها موجب کاهش کیفیت و کمیت علوفه و جایگزینی گونه‌های نامرغوب و غیرخوشخوراک با گونه‌های ارزشمند می‌شود، بلکه پیامدهای گسترده‌ای مانند فرسایش خاک، بروز ریزگردها و فشار اقتصادی بر جوامع محلی را نیز در پی دارد (پرنده رودی و همکاران، ۱۴۰۴؛ Badapalli et al., 2023). یکی از راهبردهای

*نویسنده مسئول: ma_456@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]

رایج برای احیای مراتع، بوته‌کاری با گونه‌های مرتعی است. در ایران طی سال‌های گذشته گونه‌های غیربومی مانند آتریپلکس به‌طور وسیع کشت شده‌اند هرچند این گونه‌ها در کوتاه‌مدت تولید علوفه مناسبی فراهم می‌کنند، اما مشکلاتی همچون شوری خاک، اختلالات متابولیکی در دام، حساسیت به سرما و کاهش تنوع گیاهی بومی را به همراه داشته‌اند (آق و همکاران، ۱۳۹۶: خطیرنامنی، ۱۳۸۵). در مقابل، استفاده از گونه‌های بومی سازگار با شرایط اکولوژیک مناطق خشک و نیمه‌خشک، رویکردی پایدارتر و کم‌خطرتر در برنامه‌های احیای مرتع محسوب می‌شود (Martínez-Valderrama et al., 2025). بنابراین، انتخاب صحیح روش تکثیر و استقرار گونه‌های بومی مانند *A. podolobus* نه‌تنها می‌تواند بهره‌وری و موفقیت پروژه‌های احیای بیولوژیک را افزایش دهد، بلکه به ارتقای کیفیت علوفه، تثبیت خاک، کاهش فرسایش و افزایش تاب‌آوری اکوسیستم‌ها در برابر خشکسالی کمک می‌کند (فیضی،۱۳۸۳: محمد اسمعیلی و همکاران، ۱۳۹۸: آق و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به تهدیداتی مانند چرای مفرط، تغییرات اقلیمی و کاهش پوشش گیاهی، دسترسی به داده‌های میدانی قابل اتکا درباره عملکرد بوته‌های حاصل از دو روش تکثیر بذر و قلمه برای تصمیم‌گیری مدیریتی ضروری است. نتایج چنین پژوهش‌هایی می‌تواند راهنمای مهمی برای سازمان‌های متولی، کارشناسان مرتعداری و بهره‌برداران محلی در انتخاب روش مناسب احیا بوده و به کاهش ریسک شکست پروژه‌های بیولوژیک کمک کند. اهمیت این موضوع در شرایط فعلی که مدیریت مراتع در ایران با چالش‌های جدی مواجه است، دوچندان می‌شود و می‌تواند نقشی کلیدی در ارتقای پایداری اکولوژیک و اقتصادی مراتع کشور ایفا کند. از جهت دیگر، دانش موجود درباره روش‌های مؤثر تکثیر و استقرار این گونه در عرصه‌های طبیعی همچنان محدود است. تاکنون تمرکز اصلی پژوهش‌ها بیشتر بر روی ویژگی‌های اکولوژیک پایه‌ای، روش‌های شکستن خواب بذر و خصوصیات فیزیولوژیک گیاه بوده است. با این وجود، بررسی‌های میدانی که عملکرد این گونه را در شرایط واقعی مرتع و تحت دو شیوه اصلی تکثیر یعنی بوته‌کاری از بذر و بوته‌کاری از قلمه مقایسه کند، بسیار اندک است. روش‌های مختلف شکستن خواب بذر و تحریک جوانه‌زنی این گونه گیاهی توسط آق و همکاران (۱۳۹۶) مورد بررسی قرار گرفته است. آنها به این نتیجه رسیدند که بیشترین میزان درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار آب جوش یک دقیقه است. تیمار آب جوش یک دقیقه می‌تواند درصد جوانه‌زنی را از یک درصد به ۴۷ درصد ارتقا دهد. جوانه‌زنی بذر این گونه در شوری بیشتر از ۴ بار متوقف می‌گردد و بوته این گیاه نسبت به شوری بالای خاک حساس است. قلمه یکی از روش‌های تولید نهال در این گونه گیاهی است و مناسب‌ترین تاریخ قلمه‌گیری دی و بهمن ماه است، اما مناسب‌ترین روش تولید نهال گلدانی در این گونه گیاهی، تولید بوته با بذر است. اکثر مطالعات پیشین بیشتر بر جنبه‌های فیزیولوژیک و اکولوژیک این گونه، از جمله تیمارهای شکستن خواب بذر و ویژگی‌های جوانه‌زنی یا ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی آن متمرکز بوده‌اند. با این حال، پژوهش‌های محدودی عملکرد میدانی این گونه را در پروژه‌های احیای مرتع بررسی کرده‌اند، به‌ویژه در زمینه مقایسه روش‌های تکثیر از بذر و قلمه که دو شیوه رایج در تولید نهال مرتعی هستند هنوز مطالعه جامعی که اثبات کند کدام روش برای استقرار و عملکرد بهتر گونه *A. podolobus* در مراتع ترکمن‌صحرا مناسب‌تر باشد انجام نشده است. بر این اساس، هدف پژوهش حاضر بررسی و مقایسه میدانی ارتفاع رشد، درصد پوشش تاجی، میزان تولید علوفه و تولید بذر گونه *A. podolobus* در دو روش بوته‌کاری (بوته‌های تولیدی از قلمه و بوته‌های تولیدی از بذر) طی دو سال متوالی (۱۴۰۰ و ۱۴۰۱) در مراتع احیا شده ترکمن‌صحرا است. نتایج این مطالعه می‌تواند مبنای علمی ارزشمندی برای انتخاب روش بهینه استقرار این گونه در برنامه‌های احیای مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور فراهم آورد و در کاهش ریسک پروژه‌های بیولوژیک و افزایش پایداری اکولوژیک و اقتصادی این عرصه‌ها نقش داشته باشد.

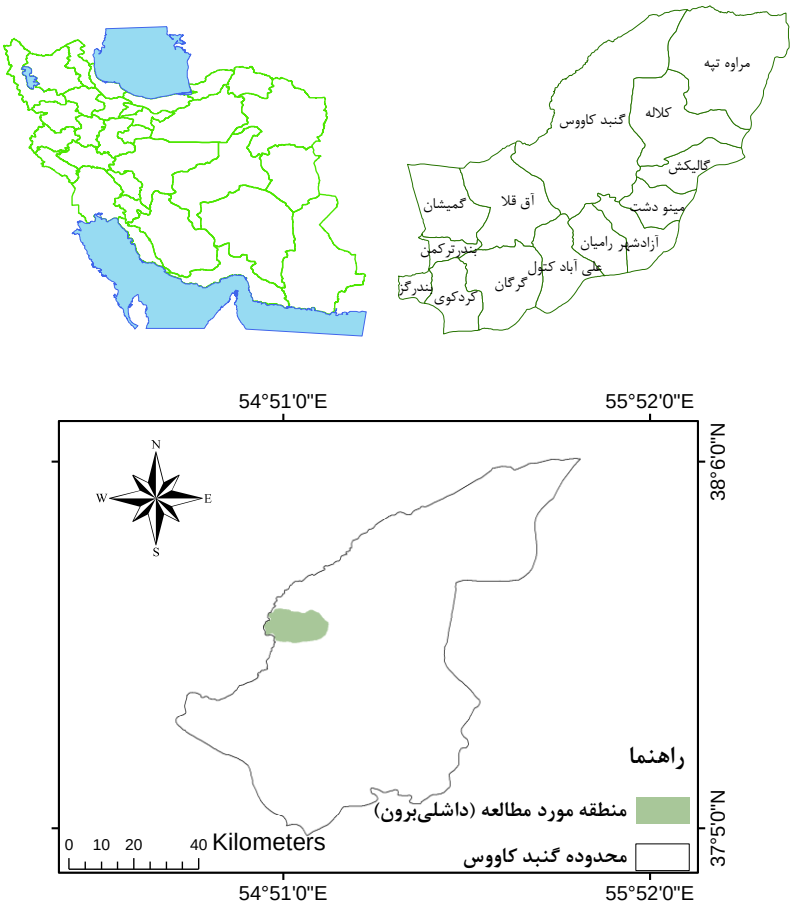
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه موردمطالعه

مراتع قشلاقی ترکمن‌صحرا بصورت نوار باریکی با عرض تقریبی ۴۰ و طول ۲۷۰ کیلومتر در شمال استان گلستان واقع شده است. این مراتع بدلیل همجواری با مرز ترکمنستان و صحرای قره‌قوم همواره در معرض تهدید بیابان‌زایی است. خشکسالی‌های پیاپی سال‌های اخیر و بهره‌برداری مفرط از مراتع بدلیل وضعیت نامناسب اقتصادی

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]

ساکنان این منطقه باعث شده تا پوشش گیاهی منطقه از بین رفته و جریان آرام باد بتواند در فصول خشک بهار و تابستان ایجاد ریزگرد در منطقه بنماید. در جدول ۱ اطلاعات هواشناسی در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ شهرستان گنبدکاووس قابل مشاهده می‌باشد. نوع ایستگاه موجود در این منطقه از نوع سینوپتیک (کشاورزی) است. نوع خاک منطقه مورد مطالعه، لس باد رفتی است که در دوران چهارم زمین شناسی از آسیای میانه برداشت شده و در این منطقه نشسته است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۳۰ متر بوده و شیب متوسط منطقه مورد مطالعه ۳ درصد است. پوشش گیاهی منطقه موردمطالعه بسیار فقیر و از گیاهانی نظیر خارشتر *Alhagi maurorum*، اسپند *Peganum harmala* و از گندمیان چندساله نظیر *Poa bulbosa* و یونجه‌های یکساله تشکیل شده است شکل (۱). نتایج آزمایشات خاکشناسی نشان داده است که بافت خاک منطقه سیلتی لوم، اسیدیته گل اشباع آن ۸-۷، هدایت الکتریکی خاک منطقه کشت ۲۹-۱۸ میلی‌موس بر سانتی-متر مکعب و دارای مواد آلی فقیر است (طرح ملی). بررسی فنولوژی گون علوفه‌ای *A. podolobus* در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انجام شد. رشد رویشی این گونه از اوایل اسفند ماه شروع و تا اواخر فروردین ادامه دارد. گل‌دهی از اواخر فروردین آغاز می‌گردد و تا اواسط اردیبهشت کامل می‌شود. مراحل رسیدن بذر تا اواخر خرداد ماه به طول می‌انجامد و گیاه به طور همزمان شروع به ریزش برگ و بذر می‌کند و پس از آن به رکود تابستانه (خواب تابستانه) می‌رود و تا اواسط مهرماه رشد گیاه متوقف می‌شود (آق و همکاران،۱۳۹۶).



شکل ۱- موقعیت جغزافیایی منطقه مورد مطالعه نسبت به ایران و استان گلستان

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی شهر گنبدکاووس (سالنامه آماری ۱۴۰۰-۱۴۰۱ استان گلستان، شهر گنبدکاووس، فصل اول- سرزمین آب و هوا

ماه	میانگین دمای هوا (درجه سیلسیوس)		بارندگی (میلیمتر)		حداکثر بارندگی ددر یک روز (میلیمتر)		رطوبت نسبی (درصد)		تعداد روز های یخبندان		تعداد روز های همراه با گرد و غبار		ساعات آفتابی (ساعت)		حداکثر سرعت وزش باد(متر بر ثانیه)	
	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۰	۱۴۰۱
فروردین	۱۶/۶	۱۵/۵	۱۶/۶	۱۱/۹	۷/۶	۵/۷	۶۹	۶۹	۰	۰	۰	۰	۲۰۲/۷	۱۷۳/۶	۱۵	۱۷
اردیبهشت	۲۲/۳	۱۹/۹	۲۰	۷۸/۶	۶/۷	۲۶/۸	۶۵	۷۴	۰	۰	۱	۰	۲۴۰/۱	۱۴۷/۵	۱۶	۲۳
خرداد	۲۸/۲	۲۶/۳	۱۲/۲	۲/۲	۶/۲	۲/۲	۵۸	۵۳	۰	۰	۲	۰	۲۷۹	۳۳۴	۱۳	۱۵
تیر	۳۱/۷	۲۹/۹	۱۱/۸	۰	۵/۷	۰۰	۵۲	۵۲	۰	۰	۱	۲	۳۰۷/۱	۳۲۰/۸	۱۶	۱۴
مرداد	۳۰/۹	۲۹/۶	۲۵/۳	۲۶/۴	۱۷/۳	۸/۶	۵۶	۶۱	۰	۰	۰	۰	۳۰۶	۲۵۹/۱	۱۳	۱۱
شهریور	۲۹/۲	۲۷/۹	۵/۳	۲/۳	۵	۱/۶	۵۸	۵۰	۰	۰	۱	۰	۲۴۷/۷	۳۰۸/۱	۱۹	۱۱
مهر	۲۰/۵	۲۴/۷	۵۲/۵	۱۲/۳	۳۴/۱	۴/۳	۶۸	۶۰	۰	۰	۰	۳	۱۸۹/۹	۲۰۴/۹	۱۳	۱۵
آبان	۱۴/۴	۱۶/۲	۲۳/۵	۴۲/۵	۹/۹	۱۶/۸	۶۸	۶۷	۱	۰	۰	۰	۱۸۲/۴	۱۹۹/۷	۱۳	۱۶
آذر	۱۳/۵	۱۱/۶	۱۲/۸	۲۷/۲	۷/۲	۱۶	۶۳	۷۲	۳	۰	۱	۰	۱۷۶/۱	۱۳۴/۲	۱۸	۱۲
دی	۱۰/۱	۷/۴	۳۶/۹	۸	۱۹/۹	۳/۴	۶۶	۶۳	۲	۱۰	۰	۰	۱۶۸	۱۸۱/۴	۱۹	۸
بهمن	۹/۵	۷/۶	۶۱/۱	۱۹/۷	۳۰/۴	۱۰	۶۶	۶۵	۲	۱۰	۰	۱	۲۰۱	۱۵۰/۷	۲۲	۲۰
اسفند	۱۲/۱	۱۴/۹	۷۰/۹	۹/۳	۲۴/۲	۲/۸	۷۵	۶۴	۱	۱	۰	۱	۱۲۶/۵	۱۷۶/۲	۱۶	۱۶

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]

نمونه‌برداری از پوشش گیاهی

جهت تولید بوته از قلمه در زمستان ۱۳۹۸ اقدام به قلمه‌گیری از پایه‌های باقیمانده گونه گون علوفه‌ای در مراتع داشلی‌برون گردید و تا زمان انتقال به عرصه (پاییز ۹۹) در داخل گلدان پلاستیکی در محدوده گلخانه دانشگاه گنبدکاووس از آنها مراقبت شد. جهت تولید بوته حاصل از بذر، جمع‌آوری بذر در اواخر بهار ۱۳۹۹ صورت گرفت (شکل۲). پس از انجام آزمون کیفیت بذر مطابق دستورالعملISTA ، درصد خلوص بذرهای جمع‌آوری‌شده ۸۱ درصد و درصد قوه‌نامیه آنها ۴۰ درصد تعیین شد.. پس از جمع آوری بذر در اواخر مرداد ۱۳۹۹ در گلدان های پلاستیکی کاشته شد تا در فصل پاییز با شروع بارندگی¬های پاییزه آماده انتقال به عرصه باشد جهت کشت بوته‌ها، ابتدا عرصه مورد کاشت ریپر زده شد و در روی ریپرها تقریبا ۵۰۰ نهال گون علوفه‌ای در هر هکتار غرس گردید (محمد اسمعیلی و همکاران،۱۳۹۸: آق و همکاران، ۱۳۹۶). بر اساس اصول طرح‌ریزی آزمایش، استانداردهای مطالعات مرتعداری و هدف تحقیق (مقایسه دو روش تکثیر) نمونه‌گیری از ۱۰ بوته متوسط تولیدی از قلمه و ۱۰ بوته متوسط تولیدی حاصل از بذر که در سال ۱۳۹۹ کشت شده است در دو سال متوالی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ انجام شد. در مرحله فنولوژی بذردهی، ابتدا ارتفاع هر یک از نمونه‌ها (بوته) و دو قطر بزرگ و کوچک پوشش تاجی با متر اندازه‌گیری شد. جهت محاسبه بذر تولیدی، تعداد بذر روی هر بوته با دقت شمارش شد. جهت تعیین میزان علوفه از روش قطع و توزین استفاده شد و رشد سال جاری (شاخ و برگ) از گیاه با قیچی جدا شد. سپس علوفه هر نمونه (بوته) درون پاکت کاغذی قرار داده شد و به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد و با استفاده از ترازو دقیق وزن گردید. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف–اسمیرنف بررسی شد. با توجه به اینکه هر یک از عوامل مورد بررسی شامل دو سطح (سال نمونه‌برداری و روش تکثیر) بودند، برای مقایسه میانگین متغیرهای مورد مطالعه از آزمون t مستقل استفاده شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و با بهره‌گیری از نرم‌افزار Minitab 16 انجام گرفت.



شکل۲- بذر های جمع آوری شده از منطقه مورد مطالعه

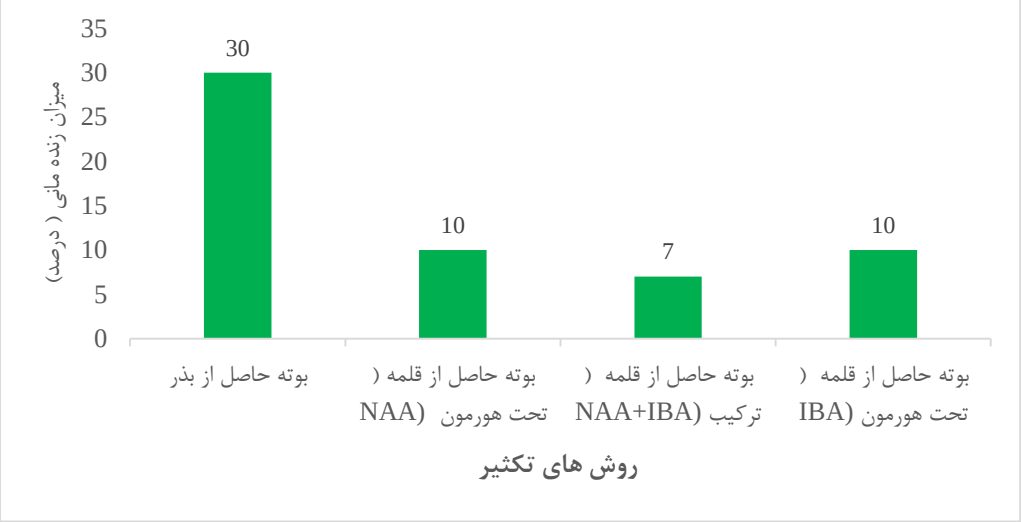
نتایج

بررسی روش های مختلف تکثیر گونه *A. podolobus*

نتایج حاصل از بررسی درصد زنده‌مانی قلمه‌های گونه *A. podolobus* تحت تیمارهای مختلف تکثیر در شکل ۳ قابل مشاهده است. بالاترین زنده‌مانی را قلمه‌های حاصل از بذر (حدود ۳۰ درصد) به دست آوردند. قلمه‌های منشأ گرفته از بذر احتمالاً از مزیت‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک مانند فعالیت مریستمی بالاتر، ذخایر کربوهیدراتی بیشتر و حساسیت کمتر به تنش‌های هورمونی برخوردار هستند. برخلاف انتظار، کاربرد هورمون‌های رشد ریشه‌زا شامل IBA با غلظت ۲۰۰۰ mg/L و NAA با غلظت ۱۰۰۰ mg/L و همچنین تیمار

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]

ترکیبی (IBA + NAA) منجر به افزایش معنی‌دار درصد زنده‌مانی نشد. این نتایج می‌تواند بیانگر آن باشد که گونه *A. podolobus* واکنش مطلوبی به غلظت‌های بالای هورمون‌های اکسین نشان نمی‌دهد و احتمالاً حضور چنین غلظت‌هایی موجب بروز اثرات بازدارنده از جمله تحریک بیش‌ازحد کالوس‌زایی، تغییر تعادل هورمونی طبیعی یا اختلال در تقسیم سلولی ناحیه پایه قلمه شده است. همچنین، عدم تفاوت بین IBA و NAA یا تیمار ترکیبی نشان داد که پاسخ این گونه در نوع هورمون مصرفی تاثیری ندارد و بیشتر تحت تأثیر ویژگی‌های ساختاری و ژنتیکی قلمه است.



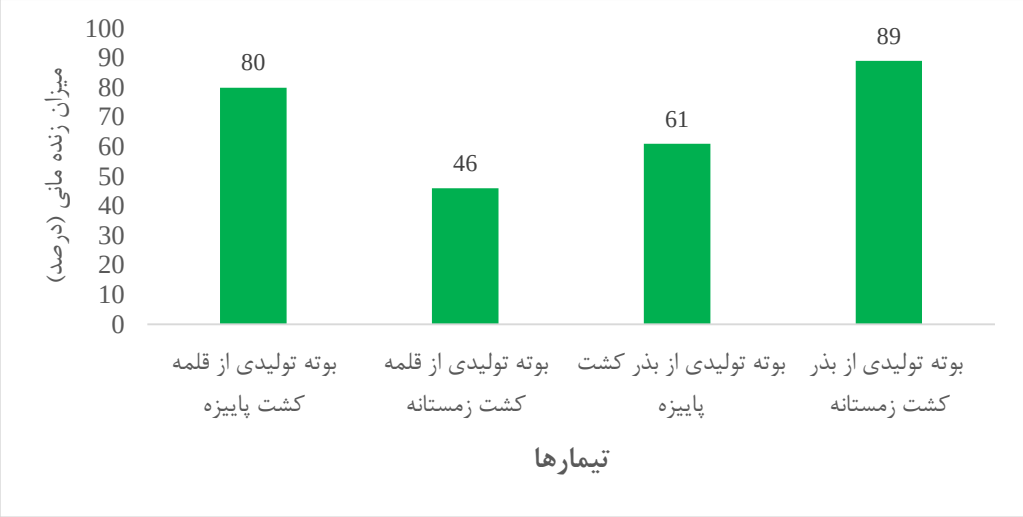
شکل۳- درصد زنده مانی گونه *A. podolobus* در تیمارهای مختلف تکثیر

*IBA (ایندول بوتیریک اسید) با غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر، هورمون NAA (نفتالین استیک اسید) با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر

مقایسه میزان زنده مانی بوته ها در عرصه مرتع

نتایج حاصل از استقرار بوته‌های *A. podolobus* در عرصه مرتعی شکل ۴ نشان داد که بالاترین میزان زنده‌مانی مربوط به بوته‌های تولیدی از بذر با کاشت زمستانه (حدود ۹۰ درصد) بود و پس از آن بوته‌های بذری با کاشت پاییزه (حدود ۷۰ درصد) است. در مقابل، بوته‌های تولیدی از قلمه عملکرد ضعیف‌تری داشتند، به‌گونه‌ای که کاشت پاییزه قلمه‌ها حدود ۸۰ درصد و کاشت زمستانه قلمه‌ها تنها حدود ۴۵ درصد زنده‌مانی را نشان داد. کاهش شدید زنده‌مانی در کاشت زمستانه قلمه‌ها احتمالاً ناشی از حساسیت بیشتر بافت قلمه به نوسانات دمایی و کاهش قدرت ریشه‌زایی اولیه تحت شرایط سرمای خاک است. بنابراین، بر اساس شواهد موجود، بهترین استراتژی استقرار گونه *A. podolobus* در مرتع، استفاده از بوته‌های بذری با کاشت زمستانه است. زیرا این ترکیب بالاترین ضریب بقا، بیشترین پایداری در برابر تنش‌های اقلیمی و احتمال موفقیت بیشتر در مدیریت احیای مراتع را ارائه می‌دهد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]



شکل۴- درصد زنده مانی گونه *A. podolobus* در تیمارهای مختلف استقرار

نتایج شاخص‌های اکولوژیکی بین سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱

بررسی مقادیر عددی جدول ۲ نشان می‌دهد که در تمامی شاخص‌های مورد بررسی، مقادیر ثبت‌شده در سال ۱۴۰۱ به‌طور محسوسی بالاتر از سال ۱۴۰۰ بوده است. بیشترین تغییر مربوط به تولید بذر است، به‌طوری‌که میانگین تعداد غلاف بذر از ۲۰/۵ عدد در سال ۱۴۰۰ به ۲۰۷/۵ عدد در سال ۱۴۰۱ افزایش یافته است. این افزایش بیش از ده برابر نشان می‌دهد که گیاهان در سال دوم از فاز استقرار رویشی عبور کرده و وارد مرحله زایشی شده است. چنین افزایشی در تولید بذر بیانگر ظرفیت بالای گونه برای باززایی طبیعی و تقویت بانک بذر خاک در عرصه مرتعی است. شاخص‌های رویشی نیز نشان داد که عامل زمان و استقرار تدریجی گیاه، مهم‌ترین نقش را در ارتقای عملکرد اکولوژیکی گونه داشته است.

جدول ۲- مقایسه میانگین بین سال ها ارتفاع متوسط، پوشش تاجی، تولید علوفه و تولید بذر در منطقه مورد مطالعه (میانگین کل هر سال)

ویژگی‌ها (بوته)	۱۴۰۰	۱۴۰۱
ارتفاع متوسط(cm)	۴۷/۵	۸۸
پوشش تاجی(m2)	۰/۴۵۵	۰/۸۸
تولید علوفه (گرم)	۴۱۱/۵	۷۹۵
تولید بذر (تعداد غلاف)	۲۰/۵	۲۰۷/۵

نتایج شاخص‌های اکولوژیکی بین روش‌های تکثیر بذر و قلمه

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که میانگین ارتفاع بوته‌ها در روش تکثیر از بذر برابر با ۷۱ سانتی‌متر و در روش قلمه‌کاری ۶۴/۵ سانتی‌متر بوده است. در مورد پوشش تاجی نیز، بوته‌های تولیدشده از بذر با میانگین ۰/۷۰ مترمربع، سطح پوشش بیشتری نسبت به بوته‌های حاصل از قلمه با میانگین ۰/۶۳۵ مترمربع ایجاد کرده‌اند. همچنین، میانگین تولید علوفه در بوته‌های بذری (۶۲۶ گرم) بیشتر از بوته‌های قلمه‌ای (۵۸۰/۵گرم) بوده است. در شاخص تولید بذر نیز، بوته‌های بذری با میانگین ۱۲۰ غلاف بذر عملکرد بالاتری نسبت به بوته‌های قلمه‌ای با میانگین ۱۰۸ غلاف بذر نشان داده‌اند. با وجود برتری بوته‌های حاصل از بذر در تمامی شاخص‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که اگرچه روش تکثیر از بذر در اغلب صفات اکولوژیکی مقادیر بالاتری را نشان می‌دهد، اما در مقیاس کلی و پس از استقرار گیاهان، هر دو روش تکثیر منجر به عملکرد اکولوژیکی نسبتاً مشابهی شده‌اند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]

جدول ۳- مقایسه بین روش‌های تکثیر ارتفاع متوسط، پوشش تاجی، تولید علوفه و تولید بذر در منطقه مورد مطالعه (میانگین دو سال)

ویژگی‌ها (بوته)	بذر	قلمه
ارتفاع متوسط(cm)	۷۱	۶۴/۵
پوشش تاجی(m2)	۰/۷۰	۰/۶۳۵
تولید علوفه (گرم)	۶۲۶	۵۸۰/۵
تولید بذر (تعداد غلاف)	۱۲۰	۱۰۸

نتایج شاخص‌های اکولوژیکی بین سال‌های نمونه‌برداری بر اساس آزمون t مستقل

جدول ۴ نتایج مقایسه سال‌های نمونه‌برداری و روش‌های تکثیر براساس آزمون t مستقل را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول میانگین بین دو سال متوالی ارتفاع بوته، پوشش تاجی، میزان تولید علوفه و تولید بذر در سال دوم نمونه‌برداری (۱۴۰۱) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال نخست (۱۴۰۰) بوده است (<۰/۰۱ و <۰/۰۰۱). افزایش ارتفاع بوته‌ها در سال دوم نشان می‌دهد که توسعه سیستم ریشه و سازگاری بهتر گیاه با شرایط محیطی، منجر به افزایش رشد رویشی شده است. به‌طور مشابه، افزایش پوشش تاجی در سال دوم نیز حاکی از گسترش سطح فتوسنتزی و توان بیشتر گیاه در پوشش سطح خاک است که از نظر اکولوژیکی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش فرسایش بادی و بهبود پایداری خاک ایفا کند. همچنین، افزایش چشمگیر تولید علوفه در سال دوم بیانگر ارتقای توان تولیدی گیاه پس از عبور از مرحله استقرار اولیه است و نشان می‌دهد که ارزیابی موفقیت طرح‌های بوته‌کاری باید با رویکرد میان‌مدت و بلندمدت انجام شود. بیشترین تغییر مربوط به تولید بذر بود، به‌گونه‌ای که تولید بذر در سال دوم چندین برابر سال نخست افزایش یافت. این موضوع نشان‌دهنده ورود گیاهان به فاز زایشی پایدار و افزایش قابلیت باززایی طبیعی در عرصه مرتعی است. در مقابل، نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه روش‌های تکثیر (بذر و قلمه) نشان داد که در مجموع و با درنظر گرفتن هر دو سال نمونه‌برداری، تفاوت معنی‌داری بین دو روش از نظر هیچ‌یک از شاخص‌های مورد بررسی وجود ندارد. اگرچه میانگین صفات اکولوژیکی شامل ارتفاع بوته، پوشش تاجی، تولید علوفه و تولید بذر در بوته‌های حاصل از بذر اندکی بیشتر از بوته‌های حاصل از قلمه بود، اما این اختلاف‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبودند. این نتیجه نشان می‌دهد که پس از استقرار موفق گیاهان در عرصه، نوع روش تکثیر تأثیر کمتری نسبت به عامل زمان (سال رشد) بر عملکرد اکولوژیکی گونه مورد مطالعه دارد. بنابراین، انتخاب روش تکثیر می‌تواند بر اساس ملاحظات اجرایی، هزینه و دسترسی به مواد گیاهی انجام شود، در حالی که موفقیت نهایی طرح‌های احیای مرتع بیش از هر چیز به استمرار مدیریت، حفاظت عرصه و گذر زمان وابسته است.

جدول ۴- مقایسه سال‌های نمونه‌برداری و روش‌های تکثیر براساس آزمون t مستقل

منابع متغیر	ویژگی‌ها (بوته)	گروه اول	گروه دوم	مقدار t	سطح معنی داری
سال نمونه برداری	ارتفاع متوسط	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۵/۴۱	۰/۰۱>
	پوشش تاجی	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۴/۹۸	۰/۰۱>
	تولید علوفه	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۶/۱۲	۰/۰۰۱>
	تولید بذر	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۷/۳۵	۰/۰۰۱>
روش تکثیر	ارتفاع متوسط	بذر	قلمه	۱/۲۱	ns
	پوشش تاجی	بذر	قلمه	۱/۰۸	ns
	تولید علوفه	بذر	قلمه	۱/۳۴	ns
	تولید بذر	بذر	قلمه	۱/۱۷	ns

ns: عدم اختلاف معنی‌دار

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]

بحث و نتیجه‌گیری

انتخاب گونه‌های گیاهی برای اجرای پروژه‌های بیولوژیکی در مناطق خشک و نیمه‌خشک نیازمند دقت و حساسیت بالایی است (زینالی و همکاران، ۱۳۹۹)، زیرا این انتخاب می‌تواند پیامدهای بلندمدتی بر ساختار، عملکرد و پایداری اکوسیستم‌های مرتعی داشته باشد. در دهه‌های گذشته، به‌منظور احیا و اصلاح مراتع تخریب‌شده در بخش‌های وسیعی از کشور، از گونه‌های غیر بومی، به‌ویژه گونه‌های مختلف آتریپلکس استفاده شده است (خطیرنامنی، ۱۳۸۵). اگرچه اثرات مثبت این گونه‌ها در برخی شرایط گزارش شده، اما مطالعات متعدد نشان داده‌اند که کاشت گونه‌های غیربومی می‌تواند با پیامدهای ناخواسته اکولوژیکی، از جمله تغییر ترکیب گونه‌ای، کاهش تنوع زیستی و اختلال در فرآیندهای اکوسیستمی همراه باشد(حسینی، ۱۳۹۱: خطیرنامنی، ۱۳۸۵). در مقابل، گونه‌های بومی به‌دلیل سازگاری تکاملی با شرایط اقلیمی و بوم شناسی منطقه، معمولاً فاقد اثرات منفی کوتاه‌مدت و بلندمدت بوده و گزینه‌ای پایدارتر برای احیای مراتع محسوب می‌شوند (سندقل، ۱۳۶۸). در این پژوهش، نتایج حاصل از بررسی روش‌های مختلف تکثیر گونه بومی *Astragalus podolobus* نشان داد که بوته‌های تولیدشده از بذر، به‌ویژه در کشت زمستانه، بالاترین میزان بقا را در مقایسه با قلمه‌ها نشان دادند. در مقابل، قلمه‌های کشت‌شده در فصل زمستان کمترین درصد بقا را داشتند. این الگو نشان می‌دهد که ویژگی‌های فیزیولوژیکی و ژنتیکی بافت مبدا نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت استقرار اولیه گیاه دارد. برتری بوته‌های بذری را می‌توان به تشکیل ریشه راست‌کامل و نفوذ عمیق‌تر آن در خاک نسبت داد. ویژگی‌ای که در شرایط تنش رطوبتی و دمایی مناطق خشک اهمیت حیاتی دارد. مطالعات موراوسکا-ولودارچیک و همکاران (Murawska-Wlodarczyk et al., 2025) و کارمیناتی و پاسیورا (Carminati & Passioura., 2022)نیز تأیید کرده‌اند که گیاهان دارای سیستم ریشه‌ای عمیق، در مراحل اولیه استقرار، عملکرد بهتری نسبت به گیاهان دارای ریشه‌های نابجا یا سطحی دارند، زیرا توانایی بیشتری در دسترسی به ذخایر رطوبتی خاک دارند. تحقیقات اخیر نیز نشان داده است که ریشه‌های نابجا ظرفیت نفوذ کمتری در عمق خاک داشته و توانایی محدودی برای تأمین آب تحت تنش دارند (Tian et al., 2024). بنابراین، طبیعی است که قلمه‌ها در زمستان زمانی که درجه حرارت خاک پایین و تنفس ریشه محدود است کمترین بقا را داشته باشند. همچنین کاشت زمستانه به دلیل رطوبت کافی و تبخیر پایین باعث می‌شود بوته‌های بذری بدون مواجهه با تنش آبی، سیستم ریشه خود را توسعه دهند. در چنین شرایطی، بوته‌های بذری امکان ایجاد ریشه عمقی پیش از شروع دوره خشکی را پیدا می‌کنند. این دقیقاً همان الگوی گزارش‌شده در احیای گونه‌های مرتعی در مناطق مدیترانه‌ای و نیمه‌خشک است (Mudau et al., 2022).

در مقابل، نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از قلمه‌های تیمار شده با هورمون‌های اکسینی (IBA، NAA یا ترکیبی) نتوانست میزان بقا را نسبت به قلمه‌های منشأ گرفته از بذر افزایش دهد. این یافته با مطالعه اخیر رامشوار و همکاران (Rameshwar et al., 2025) همخوانی ندارد که اثر مثبت هورمون‌ها را بر ریشه‌زایی گزارش کرده‌اند، اما با مطالعه ویجی و همکاران (Vijay et al. 2023) همخوانی دارد که نشان داده‌اند غلظت‌های بالا یا ترکیب هورمون‌ها می‌تواند منجر به کالوس‌زایی بیش از حد، تأخیر در ریشه‌زایی و در نهایت کاهش زنده‌مانی قلمه‌ها شود. این تفاوت‌ها بیانگر آن است که واکنش به اکسین‌ها کاملاً گونه‌ویژه بوده و تعمیم نتایج بین گونه‌های مختلف می‌تواند گمراه‌کننده باشد (Varssini et al., 2025).

یافته‌های این مطالعه همچنین نشان داد که عامل سال نمونه‌برداری مهم‌ترین منبع تغییرات در صفات اکولوژیکی گونه مورد بررسی بوده است. افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، پوشش تاجی، تولید علوفه و تعداد غلاف بذر در سال دوم استقرار، بیانگر نقش غالب زمان، تثبیت سیستم ریشه و شرایط اقلیمی بین‌سالی در بهبود عملکرد گیاه است. افزایش تولید علوفه از حدود ۴۰۰ گرم در سال نخست به بیش از ۷۸۰ گرم در سال دوم، و افزایش چشمگیر تولید بذر (بیش از ده برابر)، نشان می‌دهد که گیاهان پس از عبور از مرحله استقرار اولیه وارد فاز بلوغ رویشی و زایشی شده‌اند. این الگو با یافته‌های اخیر وانگ و همکاران (Wang et al., 2024) و بیتس و همکاران (Bates et al., 2023) که تغییرات اقلیمی سالانه را یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در تولیدات گیاهی مراتع معرفی کرده‌اند، هم‌راستا است. رشد ارتفاعی مطلوب *A. podolobus* در ایستگاه داشلی‌برون، به‌ویژه در سال دوم

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]

استقرار، یکی دیگر از نتایج قابل توجه این پژوهش است. ارتفاع متوسط بوته‌ها در سال دوم به حدود ۹۰ سانتی‌متر رسید که با گزارش‌های آق و همکاران (۱۳۹۶) در رویشگاه‌های طبیعی این گونه همخوانی دارد. چنین رشدی در مقایسه با گونه‌های مهاجم و کم‌ارزش مرتعی اطراف، مانند اسپند و خارشتر، یک مزیت نسبی محسوب می‌شود و می‌تواند از طریق کاهش سرعت باد در سطح زمین، در کاهش شدت بروز ریزگردها نقش مؤثری ایفا کند. علاوه بر این، افزایش پوشش تاجی و توان بالای تولید علوفه و بذر نشان می‌دهد که این گونه ظرفیت بالایی برای مشارکت در فرآیندهای حفاظت خاک، افزایش تولید علوفه و تقویت بانک بذر خاک دارد(محمداسمعیلی، ۱۳۹۸). در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که *Astragalus podolobus* به‌عنوان یک گونه بومی و کلیدی مراتع ترکمن‌صحرا، از پتانسیل بالایی برای احیا و اصلاح مراتع تخریب‌شده در مناطق خشک و نیمه‌خشک برخوردار است. روش تکثیر از بذر، به‌ویژه در کشت زمستانه، از نظر بقا و استقرار اولیه برتری نسبی دارد، در حالی که پس از استقرار، تفاوت معنی‌داری بین بوته‌های بذری و قلمه‌ای از نظر صفات اکولوژیکی مشاهده نمی‌شود. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که موفقیت پروژه‌های احیای مرتع بیش از آنکه به روش تکثیر وابسته باشد، به انتخاب گونه بومی مناسب، زمان کاشت و در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی بین‌سالی وابسته است. با وجود این، مطالعه حاضر دارای محدودیت‌هایی از جمله کوتاه‌بودن دوره بررسی، انجام پژوهش در شرایط بدون چرای دام و عدم ارزیابی ابعاد اقتصادی و اجتماعی طرح است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، بررسی‌های بلندمدت (۵ تا ۱۰ ساله) در شرایط مدیریتی متفاوت، از جمله چرای کنترل‌شده، انجام شود و اثرات اقتصادی، بهبود ویژگی‌های خاک و تغییرات تنوع زیستی به‌صورت جامع‌تری مورد ارزیابی قرار گیرد. اتخاذ چنین رویکردهای می‌تواند به تدوین راهبردهای پایدارتر برای مقابله با بیابان‌زایی و پدیده ریزگردها در اکوسیستم‌های مرتعی کشور منجر شود.

منابع

آذرنیوند، ح. زارع چاهوکی، م. ا. ، ۱۳۸۹. بهسازی مراتع. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۵۴ ص.

آق، خ.، محمد اسمعیلی، م.ف حسینی مقدم، ح. ۱۳۹۶. بررسی نحوه تکثیر و استقرار گونه *Astragalus podolobus* در مراتع خشک شمال گنبدکاووس، *نشریه مهندسی اکوسیستم بیابان*، ۶(۱۶)، ۱-۱۰.

پرنده رودی، م.، محمد اسمعیلی، م، طهماسبی، ا.، صادقی، م. ۱۴۰۴. بررسی تخصیص عناصر در اندام هوایی، لاشبرگ و ریشه برخی از گونه های گرامینه. پذیرفته شده در نشریه حفاظت زیست بوم گیاهان.

حسینی، س. ا. ۱۳۹۱. بررسی پارامترهای گیاهی و کیفیت برخی از گونه‌های گون در پارک ملی گلستان. – مجله حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی ۱: ۴۵-۵۶.

خطیرنامنی، ج. ۱۳۸۵. تأثیر آتریپلکس بر خاک‌های مراتع استان گلستان. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، شماره ۱۲، صفحات ۳۱۱-۳۳۴.

زینالی، ح.، فیاض. م.، صفایی، ل. ۱۳۹۹. تعیین مناسب‌ترین زمان و روش کشت و استقرار گونه *Astragalus podolobus* در منطقه سمیرم استان اصفهان. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۲۷ شماره (۲).

سندقل، ع. ۱۳۶۸. اصول تولید و حفاظت بذر گیاهان مرتعی و علوفه‌ای. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۲۱ صفحه.

فیضی، م. ت. ۱۳۸۳. گزارش نهایی آت‌اکولوژی گون *Astragalus podolobus* در اصفهان. – مؤسسه جنگل‌ها و مراتع. ۹۱ صفحه.

محمد اسماعیلی، م.، قربانی، ح، رنگریزی، س.، آق، خ. ۱۳۹۸. توسعه و ترویج گونه بومی گون (*Astragalus podolobus*) به منظور جلوگیری از بیابان‌زایی، فرسایش خاک و گرد و غبار در شمال گنبد. گزارش نهایی طرح تحقیقات ملی. ۹۰ صفحه.

مصداقی، م. ۱۳۸۶. مدیریت مراتع در ایران. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۵۹ صفحه.

Arroyo, A. I., Pueyo, Y., Barrantes, O., Alados, C. L. 2024. Interplay between Livestock Grazing and Aridity on the Ecological and Nutritional Value of Forage in Semi-arid Mediterranean Rangelands (NE Spain). *Environmental Management*. https://doi.org/10.1007/s00267-024-01939-9

Badapalli, P.K., Kottala, R.B., Pujari, P.S. 2023. Land Degradation and Desertification. In: Aeolian Desertification. Advances in Geographical and Environmental Sciences. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6729-2_2

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]

formula for promoting rooting. International Journal of Molecular Sciences, 25(2), 1343.

Varssini, R., Suresh, V., Patricia Kalaiarasi, J. 2025. Impact of IBA, NAA and Rooting Media on Morphological Parameters of Stem Cuttings in Fig (Ficus carica L.). *Journal of Experimental Agriculture International*, *47*(4), 215-225.

Vijay, S., Susikaran, S., Shandeep, S. G., Haran, M. S. R., Deeikshana, T., Abinaya, C. 2023. Rooting hormone and substrate effects on mini-cloned mulberry (Morus indica). *Int. J. Pl. Soil Sci*, *35*, 72-83.

Wang, H., Mo, Z., Li, W., Huang, H., Lv, G. 2024. Rainfall and Soil Moisture Jointly Drive Differences in Plant Community Composition in Desert Riparian Forests of Northwest China. *Forests*, *15*(12), 2129. https://doi.org/10.3390/f15122129

Bates, J., Johnson, D., Davies, K. W., Svejcar, T., Hardegree, S. 2023. Effects of Annual Weather Variation on Peak Herbaceous Yield Date in Sagebrush Steppe. *Western North American Naturalist*. https://doi.org/10.3398/064.083.0207

Carminati, A., Passioura, J. 2022. Root-zone moisture and drought resistance in dryland plants. New Phytologist, 236(2), 450–466.

Li, Z., Ma, Y., Zhang, R., Jin, J. 2025. Effects of grazing intensity on soil microbial communities and nutrient dynamics in arid steppe of northern China. Applied Soil Ecology, 190, 105539. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2025.105539.

Martínez-Valderrama, J., Guirado, E., Olcina, J., Varela, E., Martínez Fernández, J., Lucas-Borja, M. E., Maestre, F. T. 2025. El atlas de la desertificación de España, un primer paso para atajar la degradación de la tierra. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas*, *113*(1), 5–21. https://doi.org/10.1007/s13398-025-01170-1

Mudau, H. S., Msiza, N. H., Sipango, N., Ravhuhali, K. E., Mokoboki, H. K., Moyo, B. 2022. Veld restoration strategies in South African semi-arid rangelands. Are there any successes?—A review. Frontiers in Environmental Science, 10, 960345.

Murawska-Wlodarczyk, K., Kushwaha, P., Stokes, O., Rasmussen, C., Neilson, J. W., Maier, R. M., Babst-Kostecka, A. 2025. Depth-dependent heterogeneity in topsoil stockpiles influences plant-microbe interactions and revegetation success in arid mine reclamation. Science of the Total Environment, 1003, 180673

Rameshwar, K., Manisha, K, Suresh, K., Khushbu, R & Richa. 2025. Effect of NAA and IBA on rooting parameters of stem cutting of Hibiscus (Hibiscus rosa-sinensis L.). Int. J. Adv. Biochem. Res. 2025;9(9S):1355-1357. DOI:10.33545/26174693.2025.v9.i9Sq.5703

Tian, Y., Yang, W., Wan, S., Fang, S. 2024. Insights into the hormone-regulating mechanism of adventitious root formation in softwood cuttings of Cyclocarya paliurus and optimization of the hormone-based

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-22]