

Identifying the most effective seed priming technique to enhance the establishment (*Astragalus squarrosus* Bunge)

Mahshid Souri^{1*}, Mina Bayat² and Saeedeh Nateghi³

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, Email: souri@rifr-ac.ir

2-Research Expert, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. of Iran

3- Assistant Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 10/14/2024

Revised: 02/04/2025

Accepted: 03/14/2025

Published: 04/21/2025

Abstract

Background and Objectives

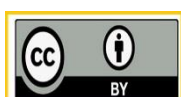
Poor seed establishment, particularly in arid and semi-arid regions, limits the productivity of rangeland plants. Enhancing the speed of seed germination and seedling establishment allows plants to absorb water and nutrients more efficiently, leading to improved growth. Seed priming treatments can shorten the time to greening, protect seeds and seedlings uniformly, and ultimately result in more consistent establishment and higher yields. The objective of this study is to identify the most effective priming treatment for improving the germination, height, yield, root, and stem weight of *Astragalus squarrosus* Bunge.

Methodology

This research investigates the effects of hydropriming, osmopriming, and hormone priming on the germination, height, yield, root, and stem weight of *Astragalus squarrosus* Bunge. Seeds from three ecotypes—Yazd, Semnan, and Kashan—were primed separately using three treatments: hydropriming (distilled water), hormone priming (gibberellic acid at 500 ppm), and osmopriming (polyethylene glycol 6000 at two levels: -0.4 MPa and -0.8 MPa). A factorial design was applied to analyze the interaction between priming treatments and drought stress conditions on the collected seeds of the three populations in a greenhouse setting.

Results

The results indicated a significant effect ($p \leq 0.01$) of priming treatments on the germination percentage, height, yield, and root and stem weight of *Astragalus squarrosus* Bunge. The seeds subjected to various priming treatments exhibited significantly better performance compared to the control seeds. The highest plant height (40 cm), fodder yield (42 g/m²), germination percentage (38.7%), root weight (37 g), and stem weight (42.8 g) were observed in the Yazd ecotype treated with hydropriming under drought stress at 75% field capacity. The second-best results were osmopriming using polyethylene glycol 6000 at -0.4 MPa. These findings suggest that hydropriming (distilled water) combined with seed scraping yields the best results for reviving degraded dry rangelands.



Conclusion

Based on the findings of this study, considering that hydropriming is more cost-effective and simpler compared to osmopriming and hormone priming, hydropriming is recommended as the most suitable treatment for improving the performance of *Astragalus squarrosus* Bunge. This approach can be particularly useful for rangeland managers and experts aiming to enhance the productivity and yield of this valuable local fodder species.

Keywords: *Astragalus squarrosus* Bunge, germination percentage, Height, root weight, seed, stem weight, yield.

شناسایی مؤثرترین روش پرایمینگ بذر، به منظور بهبود استقرار گون علوفه‌ای (*Astragalus squarrosus* Bunge)

مهشید سوری^{۱*}، مینا بیات^۲ و سعیده ناطقی^۳

۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیک: souri@rifra-ac.ir

۲- کارشناس پژوهش، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۳ تاریخ اصلاح نهایی: ۱۴۰۳/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۴ تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۰۲/۰۱

چکیده

سابقه و هدف

استقرار ضعیف بذرهای به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک موجب کاهش عملکرد گیاهان مرتعی می‌شود، افزایش سرعت سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها می‌تواند سبب شتاب بیشتر آنها در جذب آب و عناصر غذایی گردد. تیمار پرایمینگ باعث کوتاه شدن زمان کاشت تا سبز شدن، حفاظت بذرهای و یکنواختی سبز شدن گردیده که در نهایت منجر به استقرار یکنواخت و بهبود عملکرد در محصول می‌شود. هدف از این پژوهش، معرفی مؤثرترین پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی، ارتفاع، تولید، وزن ریشه و ساقه گونه *Astragalus squarrosus* Bunge می‌باشد.

مواد و روشها

در این تحقیق اثر هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ و هورمون پرایمینگ بر فاکتورهای جوانه‌زنی، ارتفاع، تولید، وزن ریشه و ساقه گونه *Astragalus squarrosus* Bunge بررسی شد. بذرهای سه اکوتیپ یزد، سمنان و اصفهان، تحت تیمارهای هیدروپرایمینگ (آب مقطر)، هورمون پرایمینگ (اسید جیبرلیک ۵۰۰ ppm) و اسموپرایمینگ پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰ در دو سطح (۰/۴- و ۰/۸- مگاپاسکال) به صورت جداگانه پرایم شدند. تحقیق براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با اعمال دو فاکتور (تیمار پرایمینگ و تیمار تنش خشکی) بر روی بذرهای جمع‌آوری شده سه جمعیت از سه منطقه، گونه *Astragalus squarrosus* Bunge در گلخانه اجرا گردید.

نتایج

بررسی نتایج، گویای معنی‌دار بودن اثر پرایمینگ بر شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، تولید، ارتفاع، وزن ریشه و ساقه گونه *Astragalus squarrosus* Bunge در سطح احتمال یک درصد بود. ویژگی‌های مورد بررسی بذرهایی که در معرض انواع پرایمینگ قرار گرفته بودند در مقایسه با بذرهای شاهد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. براساس نتایج، بیشترین ارتفاع گیاه با (۴۰ سانتی‌متر) و تولید علوفه (۴۲ گرم بر مترمربع)، درصد جوانه‌زنی (۳۸/۷ درصد)، وزن ریشه (۳۷ گرم) و وزن ساقه (۴۲/۸ گرم) در اکوتیپ یزد با استفاده از تیمار هیدروپرایمینگ و تحت تنش خشکی ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه بوده است، رتبه دوم نیز در تیمار اسموپرایمینگ پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰ در سطح (۰/۴- مگاپاسکال) مشاهده شد. نتایج حاصل از این تحقیق، نشان داد بهترین عملکرد و نتیجه برای کاشت گونه *Astragalus squarrosus* Bunge در راستای احیای مراتع خشک تخریب‌شده، هیدروپرایمینگ (آب مقطر) به همراه خراش‌دهی بذر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و با توجه به این موضوع که هیدروپرایمینگ بسیار ارزاتر و ساده‌تر از اسموپرایمینگ و هورمون پرایمینگ می‌باشد، بنابراین، هیدروپرایمینگ به عنوان تیمار بهبوددهنده عملکرد گونه *Astragalus squarrosus* معرفی می‌شود.

این مسئله می‌تواند در بهبود کارکرد و عملکرد این گونه علوفه‌ای باارزش بومی مورد توجه بهره‌برداران و کارشناسان مرتع قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، بذر، تولید، درصد جوانه‌زنی، گونه *Astragalus squarrosus* Bunge، وزن ریشه، وزن ساقه.

مقدمه

مراعات به عنوان مهمترین اکوسیستم‌های خشکی، موطن اصلی بسیاری از گیاهان علوفه‌ای محسوب می‌شود. گونه‌ها گیاهان علوفه‌ای، دارویی و صنعتی با تولید ترکیبات شیمیایی، آلکالوئیدها، اسانس‌های فرار، صمغ‌ها و مان‌های گیاهی بوده و از آنجایی که بسیاری از گونه‌های متعلق به جنس گون، مورد چرای دام نیز قرار می‌گیرند، بسیاری از آنها بر اثر چرای بی‌رویه و مفراط دام و بهره‌برداریهایی بیش از حد و غیراصولی و سودجویانه در معرض انقراض و نابودی قرار گرفته‌اند (Jaberolansar, 2005).

گون (*Astragalus squarrosus* Bunge)، «نتر» یا «سوس» نامی است که بیابان‌نشینان به این گونه داده‌اند. این درختچه شن‌دوست، گیاهی مرتعی و بسیار خوشخوراک در مراتع قشلاقی محسوب می‌شود. تکثیر این گیاه از طریق بذر انجام می‌شود و بذرهای آن در شرایط طبیعی دارای خواب می‌باشند. بنابراین شناخت عوامل مؤثر بر خواب و ایجاد شرایط بهینه برای جوانه‌زنی بذرهای این گیاه برای کشت، اصلاح و احیاء مراتع لازم است. خواب بذر، یکی از مهمترین سازوکارهای کنترل‌کننده زمان جوانه‌زنی بذر است (Baskin & Baskin, 2014) و جوانه‌زنی بذر را تا فراهم شدن شرایط لازم برای رشد و بقا گیاهچه به تأخیر می‌اندازد. بذرهای گون دارای خواب از نوع پوسته سخت یا فیزیکی می‌باشد (Nasiri, 1994; Tavili et al., 2010). روش‌های مختلفی برای شکست خواب بذر وجود دارد، یکی از راهکارهای حل این مشکل که می‌تواند به بهبود رشد رویشی و استقرار بهتر گونه‌ها در محیط‌های طبیعی کمک کند، عمل پرایمینگ بذرهای می‌باشد. هنگامی که بذر پرایم‌شده در محیط مناسب جوانه‌زنی قرار می‌گیرد، سریعتر از بذرهای پرایم نشده جوانه می‌زند. گزارش‌های مختلف حکایت از آن دارد که پرایمینگ باعث شکسته شدن خواب بذر، افزایش درصد جوانه زنی، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر و رشد قوی

گیاهچه‌ها به‌ویژه تحت شرایط تنش و افزایش توان رقابتی در برابر علف‌های هرز می‌گردد (Murungu et al., 2004; Ashraf & Rauf, 2001; Harris, 2001). براساس پژوهش‌های انجام شده استقرار ضعیف بذر از علل معمول کم‌بودن عملکرد گیاهان است (Harris et al., 2001). بنابراین در اصلاح و احیاء مراتع، توجه به مرحله جوانه‌زنی و استقرار گونه‌ها ضروری به نظر می‌رسد. اسموپرایمینگ نوع خاصی از آماده‌سازی پیش از کاشت بذرهای است که از طریق خواباندن بذرهای با توان اسمزی پایین حاوی مواد شیمیایی انجام می‌شود (Ashraf & Foolad, 2005). در حال حاضر اسموپرایمینگ یکی از گسترده ترین تکنیک‌های پرایمینگ بذر می‌باشد که مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهمترین مواد اسمتیک در این روش شامل پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ و ۸۰۰۰ و هورمون‌های گیاهی می‌باشد (Masoudi et al., 2008). در طی عمل پرایمینگ بذر، افزایش سنتز پروتئین، افزایش سنتز DNA، تأثیر بر فسفولیپیدهای غشایی سلول و فعال‌سازی آنزیم‌ها به‌ویژه هیدرولاز و آلفا آمیلاز در جنین رخ می‌دهد (Farooq et al., 2007). همچنین مشخص شده است که بذر در هنگام اسموپرایمینگ وارد فاز (II) از مراحل جوانه‌زنی شده و اجازه رونویسی DNA را پیدا کرده و RNA افزایش یافته و بعد پروتئین سنتز می‌شود و با دسترسی بیشتر به ATP رشد سریع‌تر جنین آغاز می‌شود. نوع دیگری از پرایمینگ، هیدرو پرایمینگ می‌باشد، در این روش، بذرهای با آب خالص و بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی تیمار می‌شوند، که این نوع پرایمینگ بسیار ساده و ارزان بوده و مقدار آب از طریق مدت زمانی که بذرهای در تماس با آب هستند کنترل می‌شود (Ashraf & Foolad, 2001). در این راستا تحقیقات متعددی انجام شده است که در ادامه ارائه خواهند شد. Farahani و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر پیش تیمارهای مختلف پرایمینگ بر صفات مورفولوژی و فیزیولوژی دو گونه *Sanguisorba minor* و *Elymus hispidus* را در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار

جوانه‌زنی این گونه‌ها، لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری بذر گون درختچه‌ای (*A. squarrosus*)

در گام نخست بذره‌ای مربوط به سه جمعیت مختلف گونه نتر (*A. squarrosus*)، از استان‌های یزد، سمنان و اصفهان جمع‌آوری گردید. بذر از پایه‌های گیاهان شادابتر و با بنبه بیشتر، از سه منطقه ذیل جمع‌آوری شد که در قالب شکل (۱) ارائه گردیده است.

منطقه شماره یک:

منطقه تروند (طرود) استان سمنان، در موقعیت جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۰ دقیقه و ۱۵ ثانیه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی قرار دارد. آب و هوای منطقه براساس روش دومارتن در اقلیم خشک واقع شده است. متوسط بارش سالانه ۱۰۲ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۶/۹۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ارتفاع متوسط منطقه ۱۱۱۰ متر از سطح دریاست.

منطقه شماره دو:

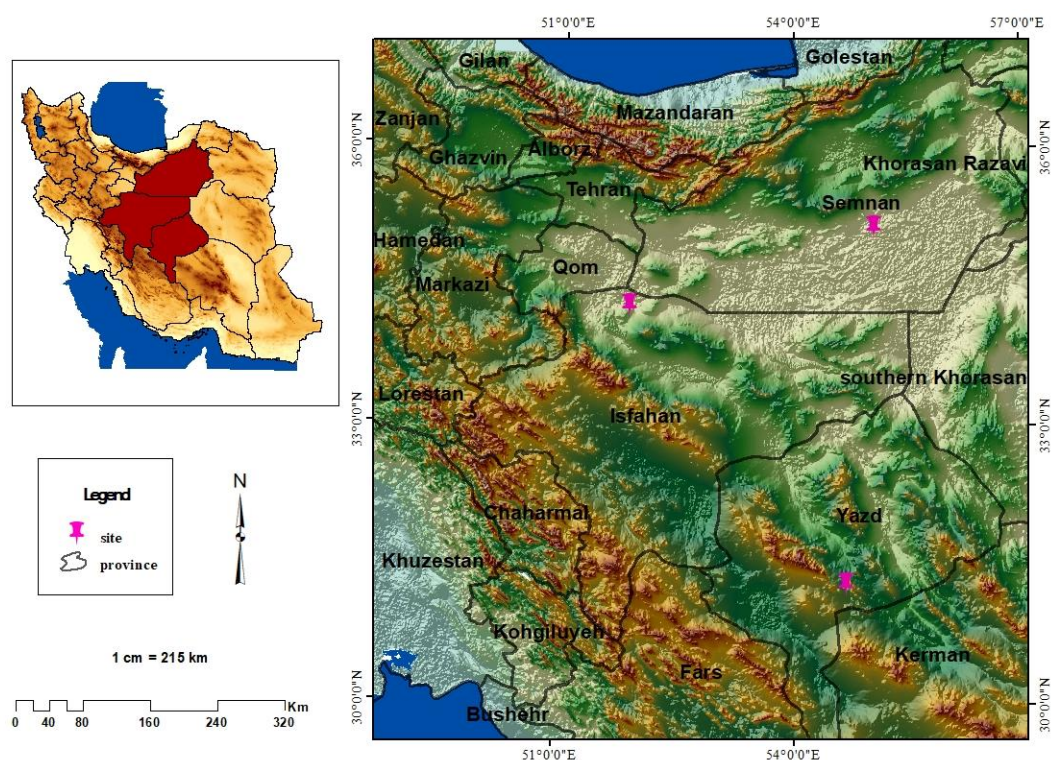
ریگ‌بلند موسوم به نوار بند ریگ و تپه‌های ماسه‌ای اطراف آن می‌باشد که به شکل نعل اسبی از جنوب دریاچه نمک از ۷۰ کیلومتری شمال‌شرق کاشان شروع شده و تا ۵۵ کیلومتری جنوب‌شرقی کاشان ادامه دارد. این منطقه در موقعیت جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. ارتفاع متوسط منطقه ۹۸۲ متر از سطح دریاست.

منطقه شماره سه:

منطقه حفاظت شده کالمند بهادران، این منطقه در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب‌شرقی یزد در حاشیه جاده یزد- کرمان در موقعیت جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی قرار دارد. متوسط بارندگی سالانه ۶۱/۶ میلی‌متر و ارتفاع متوسط منطقه ۱۲۱۰ متر از سطح دریاست.

دادند. این محققان اظهار داشتند تنش خشکی تفاوت معنی‌داری را روی خصوصیات از قبیل وزن خشک اندام هوایی یا طول ریشه گیاه دارد و اعمال تنش خشکی تأثیر منفی در خصوصیات ساختاری گونه‌ها دارد و استفاده از تیمارهای هیدرو پرایمینگ و پلی اتیلن گلیکول و نیترات پتاسیم موجب کاهش اثرهای نامطلوب تنش شده است. [Bagheri](#) و همکاران (۲۰۲۲) کارایی پرایمینگ بذر بر سبز شدن نهال و استقرار گونه *Astragalus brachyodontus* را در شرایط گلخانه و تحت تنش کم آبیاری مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققان بیانگر این مسئله بود که اسموپرایمینگ ۴/۰- مگاپاسکال و هورمون پرایمینگ با جیبرلیک اسید در شرایط تنش شدید کم آبیاری، به عنوان تیمارهای بهبوددهنده عملکرد گونه *Astragalus brachyodontus* در محیط گلخانه معرفی شد. در تمامی پرایم‌های استفاده شده بر استقرار گونه *Astragalus brachyodontus* هورمون پرایمینگ و بعد اسموپرایمینگ (پلی اتیلن گلیکول) مؤثرترین تیمارها بر افزایش جوانه‌زنی بودند. این مسئله می‌تواند در بهبود استقرار و عملکرد این گونه علوفه ای با ارزش بومی در برنامه‌های اصلاح و توسعه مراتع برای کمک به استقرار اولیه آنها در شرایط کم آبیاری مورد توجه قرار گیرد. جوانه‌زنی سریع و سبز شدن یکنواخت برای استقرار موفقیت‌آمیز گیاه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش ضروریست ([Ashraf & Foolad., 2005](#)).

کاهش تولید مراتع ایران به دلیل کاهش تراکم و یا از بین رفتن تعداد قابل توجهی از گونه‌های مهم مرتعی کشور، همچنین کم بودن عملکرد گیاهان، لزوم دستیابی به راهکاری که بتواند تحت شرایط موجود، فرصت احیای مراتع طبیعی ایران را فراهم نماید، ضروری می‌سازد. با توجه به اینکه گونه نتر (*A. squarrosus*) از گونه‌های مقاوم و سازگار در حوزه‌های اکولوژیک و مناسب برای تثبیت ماسه‌های روان و گونه‌ای بسیار خوشخوراک برای انواع دام می‌باشد، ضمن آنکه استقرار بذره‌ای جوانه‌زده در تپه‌های شنی متحرک در اثر جابه‌جایی خاک، اغلب با مشکلاتی روبرو بوده است، ازاین‌رو بررسی اثرهای کاربرد پرایمینگ‌ها بر تغییرات عملکرد، استقرار گونه‌ها و افزایش درصد



شکل ۱- سایت‌های تحقیقاتی جمع‌آوری بذر گونه *A. squarrosus* در استان‌های یزد، اصفهان و سمنان
Figure 1- *A. squarrosus* seed collection research sites in Yazd, Isfahan and Semnan provinces

فاکتور تیمار تنش خشکی: به روش وزنی در سه سطح (FC 100، FC 75، FC 50) در سه تکرار انجام شد.
FC 50: آبیاری در حد ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه
FC 75: آبیاری در حد ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه
FC 100: آبیاری در حد ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه

در تمامی گلدان‌ها ۱۰ عدد از بذر پرایم شده گونه‌های گیاهان مرتعی به‌طور یکنواخت در عمق مناسب خاک کاشته شد. فاکتورهای درصد سبز شدن، به‌صورت ۲ روز در میان و ارتفاع گونه‌های گیاهی پس از یک دوره رویش دو ماهه برحسب سانتی‌متر در گلدان‌ها اندازه‌گیری و در پایان آزمایش صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گونه‌های گیاهی نیز اندازه‌گیری شدند. گلدان‌ها ۳ ماه در شرایط گلخانه‌ای و با درجه حرارت ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. گلدان‌ها ۲ لیتری و پلاستیکی و خاک آنها ۵۰ درصد خاک باغچه و ۵۰ درصد خاک برگ بود. آبیاری برای بررسی فاکتور تنش با استفاده از روش وزنی با بشر انجام شد. برای اندازه‌گیری وزن تر ریشه و اندام‌های

حذف خواب بذرهای گون درختچه‌ای (*A. squarrosus*): پس از جمع‌آوری بذرهای گونه گون، خواب بذرهای گون نتر (*A. squarrosus*) با استفاده از روش سرمادهی و خراش دهی به کمک سمباده از بین رفت.

کشت بذرها

آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با اعمال دو فاکتور (تیمار پرایمینگ و تیمار تنش خشکی) بر روی بذرهای جمع‌آوری شده گونه *A. squarrosus* سه جمعیت از سه منطقه در گلخانه اجرا گردید.

فاکتور تیمار پرایمینگ: هیدروپرایمینگ در یک سطح (با آب)، هورمون پرایمینگ با جیبرلیک‌اسید در یک سطح (۵۰۰ پی‌پی‌ام) و اسمو پرایمینگ با پلی اتیلن گلاکول ۶۰۰۰ در دو سطح (۰/۴- و ۰/۸- مگاپاسکال) و یک تیمار شاهد (عدم پرایمینگ).

هوایی از هر تکرار، تعداد پنج پایه به طور تصادفی انتخاب و پس از جدا کردن ریشه و اندام هوایی از یکدیگر توزین شدند. رشد طولی اندام هوایی و خصوصیات سبز شدن شامل درصد سبز شدن گونه‌ها نیز اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های بدست آمده از این تحقیق براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با اعمال دو فاکتور (تیمار پرایمینگ و تیمار تنش خشکی) بر روی بذره‌های جمع‌آوری شده سه جمعیت از سه منطقه، گونه *A. squarrosus* با نرم‌افزار

SPSS 22 انجام شد. میانگین داده‌ها، با کمک آزمون مقایسه‌ای دانکن مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان داد که درصد جوانه‌زنی گونه *A. squarrosus* در تیمار پرایمینگ تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر دارند. درصد جوانه زنی تحت فاکتور تنش خشکی و جمعیت گونه‌های گون در سه منطقه مورد بررسی تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر مؤلفه درصد جوانه‌زنی سه جمعیت مختلف گونه نتر (*A. squarrosus*) براساس آزمایش فاکتوریل

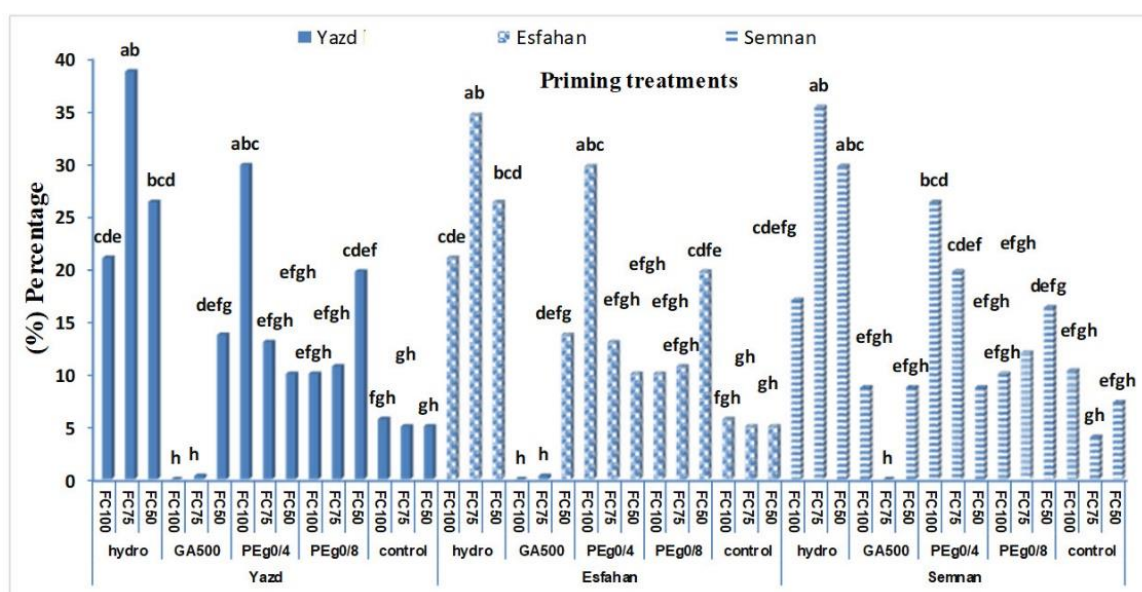
Table 1- Variance analysis of the effect of different treatments on the germination percentage component of three different populations of *A. squarrosus* species based on factorial design

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Accession	2.504	2	1.252	0.058	0.944 ^{ns}
priming	9976.630	4	2494.907	114.953	0.0 ^{**}
stress	24.815	2	12.407	0.572	0.567 ^{ns}
Accession * priming	50.904	8	6.363	0.293	0.967 ^{ns}
Accession * stress	20.474	4	5.119	0.236	0.917 ^{ns}
priming * stress	4356.370	8	544.546	25.090	0.0 ^{**}
Accession * priming * stress	415.230	16	25.952	1.196	0.287 ^{ns}
Error	1953.333	90	21.704		
Total	43544.000	135			

=26 CV (%)

نتایج مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای پرایمینگ، سه جمعیت مختلف گونه نتر و تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی با استفاده از آزمون دانکن در نمودار ۱ نشان داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از جدول ۱، مشخص گردید، بین

اثرهای متقابل تیمارهای مورد بررسی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، با وجود این، بالاترین درصد جوانه‌زنی در هر سه اکوتیپ یزد، اصفهان و سمنان در تیمار هیدروپرایمینگ گزارش شد.



نمودار ۱- مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای پرایمینگ، سه جمعیت مختلف گونه نتر *A. squarrosus* و تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی با استفاده از آزمون دانکن

Chart 1-Comparison of the average mutual effects of priming treatments, three different populations of *A. squarrosus* species and drought stress on germination percentage using Duncan's test

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر مؤلفه ارتفاع سه جمعیت مختلف گونه نتر *A. squarrosus* براساس آزمایش فاکتوریل

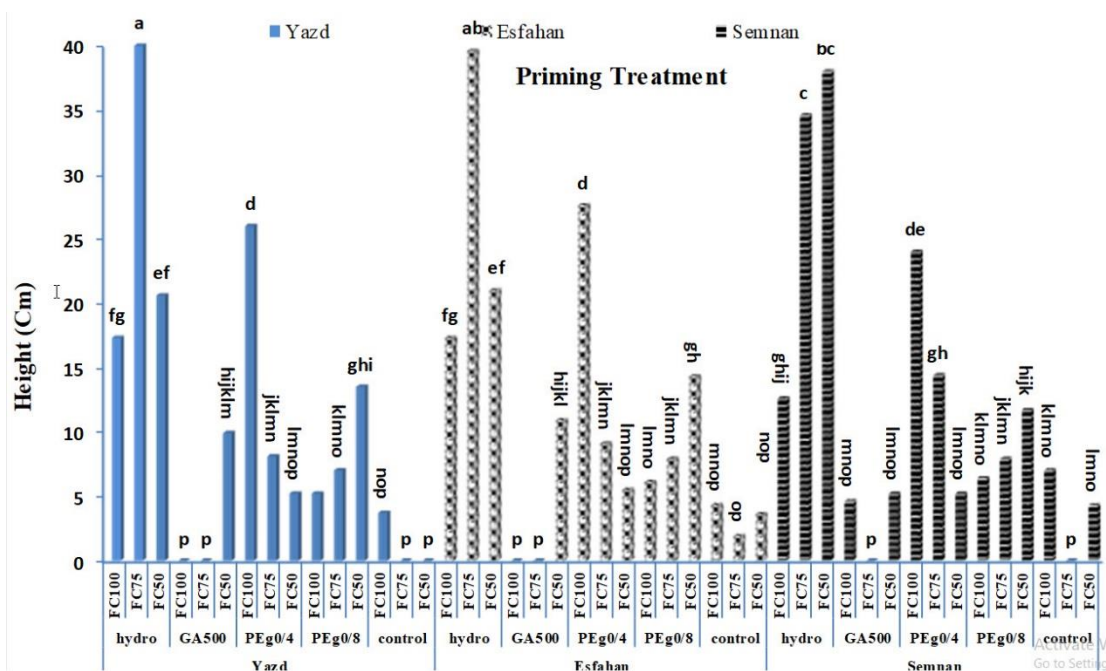
Table 2- Variance analysis of the effect of different treatments on the height component of three different populations of *A. squarrosus* species based on factorial design

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Accession	8075.657	2	4037.828	1775.102	0.05 *
priming	1774.935	4	443.734	195.073	0.0 **
stress	110.181	2	55.091	24.219	0.0 **
Accession * priming	1016.107	8	127.013	55.837	0.0 **
Accession * stress	117.810	4	29.452	12.948	0.0 **
priming * stress	2587.935	8	323.492	142.212	0.0 **
Accession * priming * stress	2417.980	15	161.199	70.866	0.05 *
Error	200.174	88	2.275		
Total	34242.439	132			

=۳۲CV (%)

اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در هر سه اکوتیپ بالاترین میزان ارتفاع مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ و کمترین میزان ارتفاع مربوط به تیمار جیبرلیک اسید ۵۰۰ ppm بود. همچنین براساس نتایج بدست آمده، در هر اکوتیپ بین تیمارهای مختلف آبیاری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

نتایج مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای پرایمینگ، جمعیت گونه و تنش خشکی بر ارتفاع گونه *A. squarrosus* با استفاده از آزمون دانکن در نمودار ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از نمودار ۲، مشخص گردید در هر اکوتیپ بین تیمارهای پرایمینگ اعمال شده از لحاظ آماری



نمودار ۲- مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای پرایمینگ سه جمعیت مختلف گونه نتر و تنش خشکی بر ارتفاع با استفاده از آزمون دانکن

Chart 2-Comparison of the average mutual effects of priming treatments, three different populations of *A. squarrosus* species and drought stress on height using Duncan's test

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر مؤلفه وزن ریشه سه جمعیت مختلف گونه *A. squarrosus* براساس آزمایش فاکتوریل

Table 3- Variance analysis of the effect of different treatments on the root weight component of three different populations of *A. squarrosus* species based on factorial design

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Accession	10.800	2	5.400	2.505	0.05 *
priming	5872.667	4	1468.167	681.108	0.0 **
stress	146.533	2	73.267	33.990	0.0 **
Accession * priming	43.200	8	5.400	2.505	0.017 *
Accession * stress	21.600	4	5.400	2.505	0.048 *
priming * stress	7550.133	8	943.767	437.830	0.0 **
Accession * priming * stress	86.400	16	5.400	2.505	0.003 **
Error	194.000	90	2.156		
Total	38327.000	135			

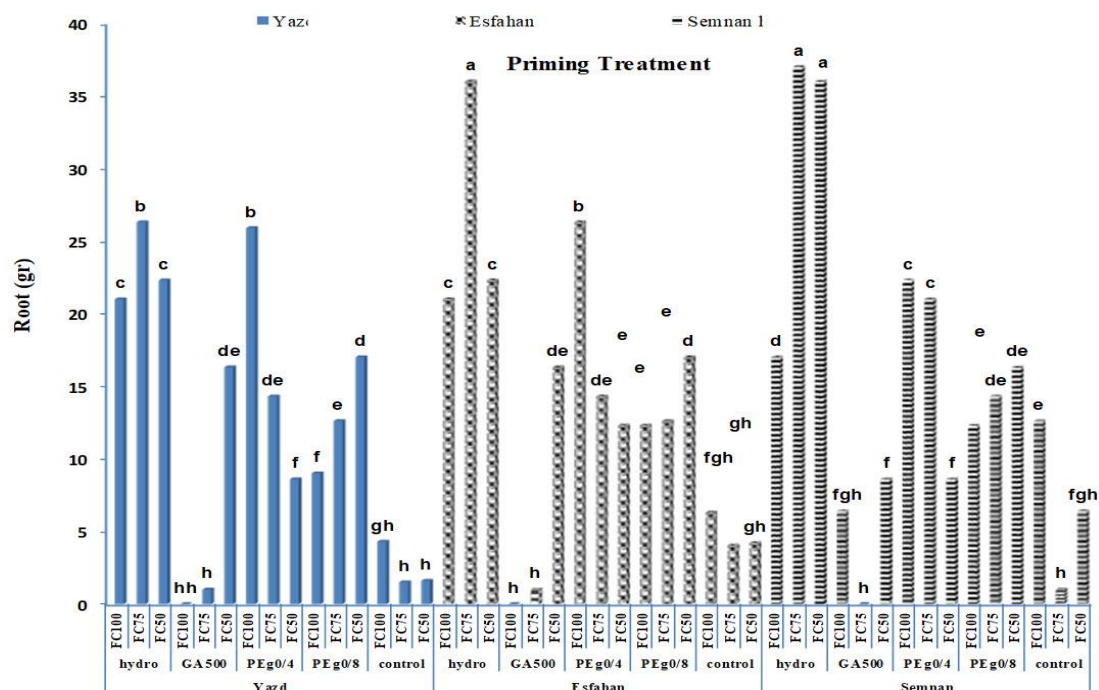
=39 CV (%)

۵ درصد با یکدیگر دارند. اثر متقابل تیمار پرایمینگ، جمعیت گونه و تنش خشکی بر وزن ریشه از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی دار است. نتایج مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای پرایمینگ،

نتایج تجزیه واریانس جدول ۳ نشان داد، وزن ریشه گونه *A. squarrosus* در تیمارهای پرایمینگ و تنش خشکی تفاوت معنی داری در سطح آماری یک درصد دارند و وزن ریشه جمعیت‌های مختلف گونه نتر تفاوت معنی داری در سطح احتمال

هیدروپرایمینگ با آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه گزارش گردید. شایان ذکر است، کمترین میزان وزن ریشه نیز در هر سه اکوتیپ یزد، اصفهان و سمنان در تیمار جیبرلیک اسید بدست آمده است.

سه جمعیت مختلف و تنش خشکی بر وزن ریشه گونه *A. squarrosus* با استفاده از آزمون دانکن در نمودار ۳ نشان داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از اثر تیمارهای پرایمینگ مورد بررسی، بیشترین وزن ریشه به میزان حدود ۳۷ گرم مربوط به اکوتیپ‌های اصفهان و سمنان در تیمار



نمودار ۳- مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای پرایمینگ سه جمعیت مختلف گونه *A. squarrosus* و تنش خشکی بر وزن ریشه با استفاده از آزمون دانکن

Chart 3-Comparison of the average mutual effects of priming treatments, three different populations of *A. squarrosus* species and drought stress on root weight using Duncan's test

ساقه با استفاده از آزمون دانکن در نمودار ۴ نشان داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از اثر تیمارهای پرایمینگ مورد بررسی، بالاترین میزان وزن ساقه در هر سه اکوتیپ مورد بررسی، مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ با آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه گزارش گردید و در سه اکوتیپ یزد، سمنان و اصفهان از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان وزن ساقه نیز مربوط به تیمار جیبرلیک اسید و شاهد در هر سه اکوتیپ یزد، اصفهان و سمنان بدست آمده است.

نتایج تجزیه واریانس جدول ۴ نشان داد، وزن ساقه گونه *A. squarrosus* در تیمارهای پرایمینگ و تنش خشکی تفاوت معنی‌داری در سطح آماری یک درصد دارند و در تیمار جمعیت از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اثر متقابل پرایمینگ، جمعیت گونه و تنش خشکی بر وزن ساقه از لحاظ آماری معنی‌دار است.

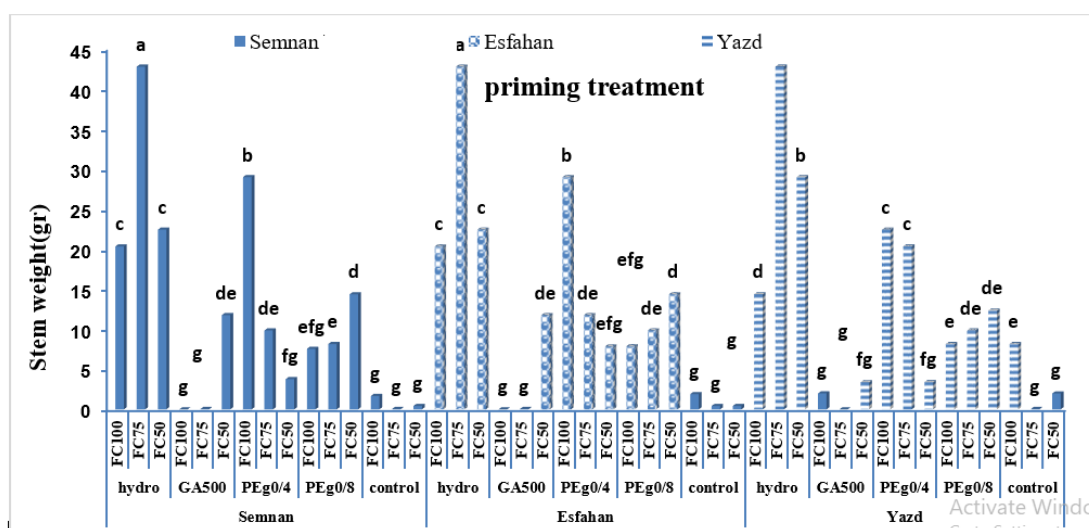
نتایج مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای پرایمینگ سه جمعیت مختلف گونه *A. squarrosus* و تنش خشکی بر وزن

جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر مؤلفه وزن ساقه سه جمعیت مختلف گونه *A. squarrosus* براساس آزمایش فاکتوریل

Table 4- Variance analysis of the effect of different treatments on the stem weight component of three different populations of *A. squarrosus* species based on factorial design

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Accession	26.133	2	13.067	4.051	0.06 ^{ns}
priming	9280.905	4	2320.226	719.279	0.0 ^{**}
stress	150.168	2	75.084	23.276	0.0 ^{**}
Accession * priming	77.126	8	9.641	2.989	0.005 ^{**}
Accession * stress	35.822	4	8.956	2.776	0.032 [*]
priming * stress	9547.062	8	1193.383	369.953	0.0 ^{**}
Accession * priming * stress	170.696	16	10.669	3.307	0.0 ^{**}
Error	290.319	90	3.226		
Total	38306.311	135			

=39 CV (%)



نمودار ۴- مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای پرایمینگ سه جمعیت مختلف گونه نتر و تنش خشکی بر وزن ساقه با استفاده از

آزمون دانکن

Chart 4- Comparison of the average effects of priming treatments, three different populations of *A. squarrosus* species and drought stress on stem weight using Duncan's test

تفاوت معنی داری ندارند. اثر متقابل جمعیت‌های مختلف، پرایمینگ و خشکی از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند.

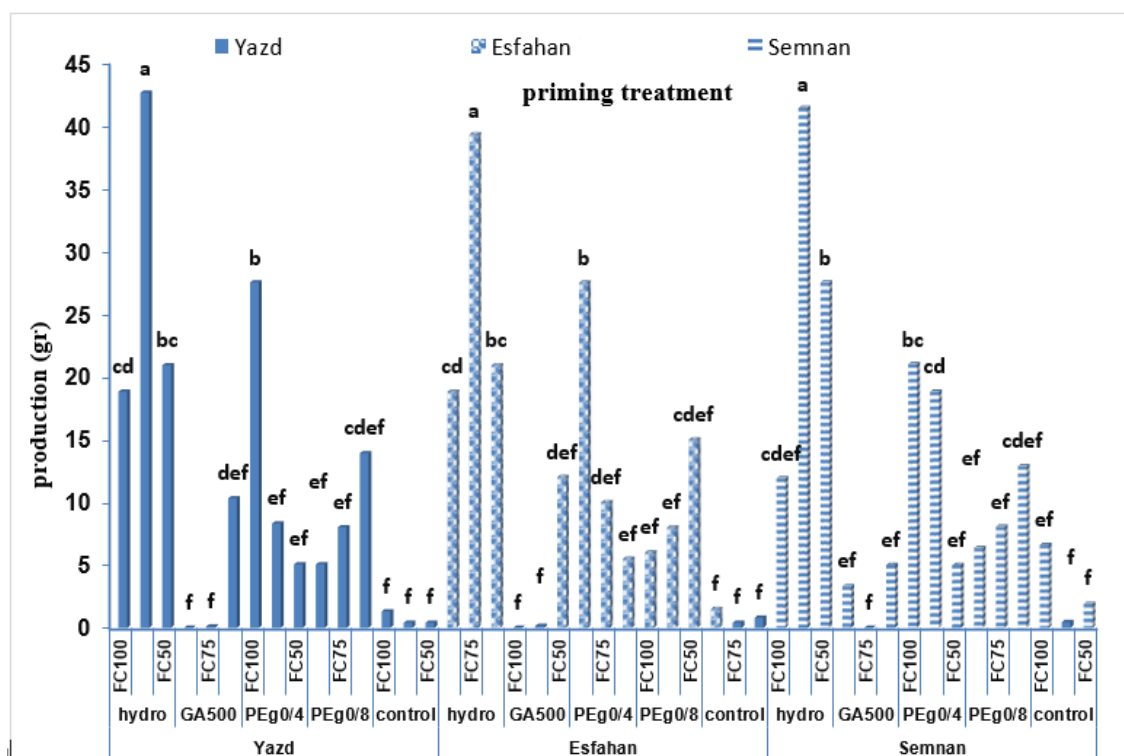
نتایج تجزیه واریانس جدول ۵ نشان داد، عملکرد گونه *A. squarrosus* در تیمارهای پرایمینگ و تنش خشکی تفاوت معنی داری در سطح آماری یک درصد دارند. عملکرد این گونه در جمعیت‌های مختلف از لحاظ آماری با یکدیگر

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر مؤلفه تولید سه جمعیت مختلف گونه نتر براساس آزمایش فاکتوریل

Table 5-Variance analysis of the effect of different treatments on the production component of three different populations of *A. squarrosus* species based on factorial design

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Accession	89.156	2	44.578	4.060	0.06 ^{ns}
priming	8275.772	4	2068.943	188.455	0.0 ^{**}
stress	135.626	2	67.813	6.177	0.003 ^{**}
Accession * priming	93.230	8	11.654	1.062	0.397 ^{ns}
Accession * stress	3.106	4	0.77	0.07	0.991 ^{ns}
priming * stress	8207.414	8	1025.927	93.449	0.0 ^{**}
Accession * priming * stress	449.218	16	28.076	2.557	0.003 ^{**}
Error	988.062	90	10.978		
Total	35152.159	135			

=41 CV (%)



نمودار ۵- مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای پرایمینگ سه جمعیت مختلف گونه *A. squarrosus* و تنش خشکی بر تولید با

استفاده از آزمون دانکن

Chart 5-Comparison of the average mutual effects of priming treatments, three different populations of *A. squarrosus* species and drought stress on production using Duncan's test

بحث

گونه حمایت می‌کند.

یکی از جنبه‌های مهم هیدروپرایمینگ، تأثیر آن بر فعالیت آنزیم‌های کلیدی مانند آلفا-آمیلاز است. این آنزیم‌ها برای تجزیه نشاسته به قندهای ساده ضروری هستند و انرژی مورد نیاز برای رشد نهال را تأمین می‌کنند. در شرایط تنش خشکی، فعالیت آلفا-آمیلاز معمولاً کاهش می‌یابد که منجر به تأخیر در جوانه‌زنی و ضعف نهال‌ها می‌شود. با این حال، بذره‌های هیدروپرایم شده افزایش فعالیت آنزیمی را نشان می‌دهند که منجر به بهبود درصد جوانه‌زنی و رشد قوی‌تر کولتوپتیل، پلومول و رادیکل می‌شود (Zarei et al., 2011). هیدروپرایمینگ همچنین نقش حیاتی در تقویت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی گیاه ایفا می‌کند. هنگامی که بذرها تحت فرایند هیدروپرایمینگ قرار می‌گیرند، سطوح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات غیر آنزیمی افزایش می‌یابد. این افزایش به مبارزه با استرس اکسیداتیو ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) که در دوره‌های تنش غیرزیستی مانند شوری و خشکی تولید می‌شوند، کمک می‌کند. در این راستا، مطالعات Diya و همکاران (۲۰۲۴) نشان داده که هیدروپرایمینگ به‌طور قابل توجهی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مختلف را افزایش می‌دهد که منجر به کاهش سطح مالوندی‌آلدید (MDA) و محتوای پرولین می‌شود، که هر دو نشانگر آسیب اکسیداتیو هستند. آنان همچنین، دلیل مثبت عملکرد هیدروپرایمینگ را این گونه توضیح دادند که علاوه بر فعال‌سازی آنزیم‌ها و افزایش تحمل تنش، هیدروپرایمینگ، سازوکارهای ترمیم DNA را تقویت کرده و وقایع چرخه سلولی را در هنگام جذب آب تنظیم می‌کند. افزایش سطح پروتئین‌های ترمیم DNA مشاهده می‌شود که برای حفظ تمامیت ژنتیکی در طول جوانه‌زنی بذر بسیار مهم هستند. این فعال‌سازی باعث تقویت قوه نامیه بذر و جوانه‌زنی همزمان‌تر می‌شود. علاوه بر این، بذره‌های هیدروپرایم شده، پیشرفت سریع‌تری در وقایع چرخه سلولی تجربه می‌کنند که به آنها امکان می‌دهد نسبت به بذره‌های غیرپرایم شده، سریع‌تر به شرایط محیطی پس از جذب آب پاسخ دهند. Yassin و همکاران (۲۰۲۴) یکی از مزایای اصلی هیدروپرایمینگ را توانایی آن در افزایش کارایی استفاده از مواد مغذی و ترویج تنظیم چرخه سلولی بیان کردند که به‌طور جمعی منجر به بهبود

گونه *A. squarrosus* یکی از گونه‌های بومی و سازگار در شن‌زارهای ایران است که به لحاظ تحمل شرایط خاص اکولوژیکی و نیز ارزش تغذیه‌ای و حفاظتی بالا از اهمیت زیادی برخوردار است، پیش‌تیمار بذر این گونه گیاهی موجب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و در نهایت استقرار گونه نتر (*A. squarrosus*) می‌شود، از این رو در این تحقیق اثر تیمار پرایمینگ بذر و تیمار تنش خشکی بر میزان جوانه‌زنی، ارتفاع، تولید، وزن ریشه و ساقه گونه *A. squarrosus* مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج نشان داد، تیمارهای پرایمینگ بر روی درصد جوانه‌زنی گونه نتر تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارد. براساس نتایج این تحقیق، تیمار هیدروپرایمینگ به عنوان تیمار مؤثر بر روی درصد و سرعت جوانه‌زنی جمعیت‌های نتر اثر مثبت داشته‌اند. نتایج این تحقیق با نتایج Bagheri و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت داشت، این محققان کارایی پرایمینگ بذر بر سبز شدن نهال و استقرار گونه *Astragalus brachyodontus* را در شرایط گلخانه و تحت تنش کم آبیاری مورد بررسی قرار دادند و اظهار داشتند، پرایمینگ‌ها بر افزایش جوانه‌زنی و استقرار گونه *Astragalus brachyodontus* مؤثر بودند. دلایل بهبود تأثیر هیدروپرایمینگ بر جوانه‌زنی و بهبود عملکرد گونه‌های گیاهی در تحقیقات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات Adinde و همکاران (۲۰۲۵) که بر روی هیدروپرایمینگ گونه *gratissimum Ocimum* تحقیق کرده‌اند، همسو می‌باشد. آنان اظهار داشتند که یکی از سازوکارهای اصلی افزایش عملکرد بذر توسط هیدروپرایمینگ، فعال‌سازی فرایندهای متابولیکی است که در مرحله جذب آب رخ می‌دهند. این بازآبی به افزایش میزان تنفس و تحریک آنزیم‌های حیاتی برای تولید انرژی منجر می‌شود. این آنزیم‌ها، تجزیه ذخایر نشاسته را تسهیل می‌کنند و انرژی ضروری برای رشد گونه را فراهم می‌نمایند. علاوه بر این، نشان داده شده است که هیدروپرایمینگ سنتز اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها را افزایش می‌دهد و از تقسیم سلولی و رشد در مراحل اولیه استقرار

ریشه گیاه دارد و اعمال تنش خشکی تأثیر منفی در خصوصیات ساختاری گونه‌ها دارد و استفاده از تیمارهای هیدروپرایمینگ و پلی اتیلن گلایکول و نترات پتاسیم موجب کاهش اثرهای نامطلوب تنش می‌گردد. همچنین همسو با این نتیجه، [Bagheri](#) و همکاران (۲۰۲۲) اسموپرایمینگ، در شرایط تنش شدید کم آبیاری را به عنوان تیمارهای بهبوددهنده عملکرد گونه *Astragalus brachyodontus* در محیط گلخانه معرفی نمودند. نتایج مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای پرایمینگ، جمعیت گونه‌ها و تنش خشکی بر میزان تولید با استفاده از آزمون دانکن نشان می‌دهد، بالاترین تولید به میزان ۴۲ گرم بر مترمربع مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ با آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه می‌باشد. علت اصلی بهبود ویژگی‌های بررسی شده گونه نتر تحت تیمار هیدروپرایمینگ را اینگونه می‌توان توضیح داد که بذرها در هنگام کاشت، زمان قابل توجهی را صرف جذب آب می‌کند. هیدروپرایمینگ بذرها با کاهش این زمان به حداقل، می‌تواند سرعت جوانه‌زنی و خروج جوانه‌زنی خود را تسریع نماید و با کاهش دمای پایه جوانه‌زنی، سبب افزایش عملکرد گیاهی گردد [Jisha & Puthur, 2018; Muzaffar et al., 2019; Alias et al., 2018](#)).

در نهایت، براساس نتایج این تحقیق، مؤثرترین تیمار بر روی بهبود فاکتورهای درصد جوانه‌زنی، ارتفاع، وزن ریشه، وزن ساقه و تولید گونه *A. squarrosus*، هیدروپرایمینگ می‌باشد که می‌تواند به عنوان تیمار بهبوددهنده عملکرد گونه نتر معرفی شود. از آنجایی که هیدروپرایمینگ بسیار ارزان و روش بکارگیری آن نیز ساده می‌باشد، توصیه می‌شود که به منظور بهبود عملکرد این گونه علوفه‌ای با ارزش بومی در راستای احیا مراتع مناطق خشک تخریب‌شده، کاربرد تیمار هیدروپرایمینگ مورد توجه بهره برداران و کارشناسان مرتع قرار گیرد.

رشد و نمو گیاه می‌شود. همچنین، [Hussain](#) و همکاران (۲۰۱۶) بیان کردند که بذرها هیدروپرایم شده سبب افزایش فعالیت آنی اکسیدانی می‌گردد و پاسخ‌های متابولیکی بهبودیافته‌ای را نشان می‌دهند که برای غلبه بر استرس اولیه جوانه‌زنی بسیار مهم هستند. آنان تأکید کردند که این روش نه تنها به جوانه‌زنی کمک می‌کند، بلکه باعث رشد قوی‌تر گونه‌ها نیز می‌شود که برای ایجاد پایه‌های گیاهی قوی ضروریست.

بعد از هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ با آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه بیشترین میزان تأثیر بر وزن ریشه را داشته است. همسو با نتیجه این پژوهش، [Kavandi](#) و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که اسموپرایمینگ موجب افزایش طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، شاخص بنیه بذر و وزن گیاهچه در هر دو محیط آزمایشگاه و گلخانه شد. نتایج مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای پرایمینگ، جمعیت گونه‌ها و تنش خشکی بر وزن ساقه نشان داد، بالاترین میزان وزن ساقه ۴۲/۸ گرم مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ با آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه بوده است. همسو با این نتیجه، [Kavandi](#) و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ در افزایش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در بذرها زوال یافته اسپرس را مورد بررسی قرار دادند، نتایج تحقیق آنان نشان داد که خیس کردن بذرها در آب مقطر (هیدرو پرایمینگ) موجب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی و رشد ساقه‌چه گردید. عملکرد گونه *A. squarrosus* در تیمارهای تنش خشکی مختلف، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارند. همسو با این نتیجه، [Farahani](#) و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر پیش تیمارهای مختلف پرایمینگ بر صفات مورفولوژی و فیزیولوژی دو گونه *Sanguisorba minor* و *Elymus hispidus* را در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار دادند. این محققان اظهار داشتند تنش خشکی تفاوت معنی‌داری را روی خصوصیات از قبیل وزن خشک اندام هوایی یا طول

References:

Adinde, J.O., Enemu, N.C., Okeke, O.S., Aniodoh, C.H., 2025. Optimizing hydropriming duration for enhanced germination, emergence and seedling growth of *ocimum gratissimum*: A path to sustainable production in Nigeria. *Asian Journal of Biological*

Sciences, 18(1): 229-236.
<https://doi.org/10.3923/ajbs.2025.229.236>
 Alias, N.S.B., Billa, L., Muhammad, A. and Singh, A., 2018. Priming and temperature effects on germination and early seedling growth of some Brassica sp. *Journal of Acta Horticulturae*, 1225: 407-414.

- Ashraf, M. and Foolad, M. R., 2005. Pre-sowing seed treatment – A shot-gun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. *Journal of Advances in Agronomy*, 88: 223- 271.
- Ashraf, M. and Rauf, H., 2001. Inducing salt tolerate in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. *Journal of Acta Physiological Plant arum*, 23: 407-414.
- Bagheri, H., Souri, M., Adnani, S.M., Tavakoli Neko, H. and Nateghi, S., 2022. Seed priming on germination and establishment of *Astragalus brachyodontus* species efficiency in greenhouse under water stress conditions. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 29(4):596-607.
- Baskin, C.C. and Baskin, J.M., 2014. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. (2th Ed.). Elsevier Academic Press Inc, San Diego, 1600p.
- Diya, A., Beena, R. and Jayalekshmy, V.G., 2024. Physiological, biochemical and molecular mechanisms of seed priming: A Review . *Legume Research*, 47(2): 159-166. doi: 10.18805/LR-4638.
- Farahani, A., Tavili, A., Arzani H., Azarnivand, H. and Jafari, A.A., 2023. The effect of different priming pretreatments on the morphological and physiological traits of two species of *Sanguisorba minor* and *Elymus hispidus* in short-term greenhouse conditions. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 30(2): 214- 228.
- Farooq, M., Basra., M.A.S. and Ahmad, N., 2007. Improving the performance of transplanted rice by seed priming. *Plant Growth Regul*, 51: 129-137.
- Harris, D., Raghuwnashi, B.S. and Gangwar, J.S., 2001. Participatory evaluation by farmers of on-farm seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. *Journal of Experimental Agriculture International*, 37: 403-415.
- Hussain, S., Khan, F., Hussain, H.A. and Nie, L., 2016. Physiological and biochemical mechanisms of seed priming-induced Chilling Tolerance in rice cultivars. *Frontiers of Plant sScience*. 7:116. doi: 10.3389/fpls.2016.00116
- Jaberolansar, Z., 2004. Genetic variation of *Kelussia odoratissima* using chromosomal characteristics and seed germination traits. MS.c Dissertation, Isfahan University of Technology, Iran. 340 pp.
- Jisha, K.C. and Puthur, J.T., 2018. Seed hydropriming enhances osmotic stress tolerance potential in *Vigna radiata*. *Journal of Agricultural Research*, 7:145–151.
- Kavandi, A., Jafari, A. A. and Jafarzadeh, M., 2018. Effect of seed priming on enhancement of seed germination and seedling growth of annual Sainfoin (*Onobrychis crista-galli* (L.) Lam.) in medium and long-term collections of gene bank. *Journal of Rangeland Science*, 8(2): 117-128.
- Masoudi, P., Gazanchian, A., Jajarmi, V. and Bozorgmehr, A., 2008. Effect of seed priming on improving germination and seedling vigor in three grasses species under saline conditions. *Journal of Agricultural Science and Technology. (Horticultural)*. 22: 57-67. [In Persian with English Summary].
- Murungu, F., Chiduzi, C., Nyamugafata, P., Clark, L., Whalley, W. and Finch-Savage, W., 2004. Effects of ‘on-farm seed priming’ on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of maize in semi-arid Zimbabwe. *Field Crops Research*, 89(1): 49-57.
- Muzaffar, W., Ahmad, R., Hussain, M., Farooq, M. and Wakeel, A., 2019. Influence of seed priming and sowing methods on growth and productivity of wheat cultivars differing in seed size in rice-wheat cropping system of Punjab, Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology*, 21:803–809.
- Nasiri, M., 1994. Investigation of factors affecting sleep, germination and development of seeds, research organization. *Journal of Agriculture Extent and Organism*, 1: 24-38.
- Tavili, A., Zare, S. and Yari, R., 2010. Effect of different treatments on seed dormancy breaking and germination stimulation of *Ammodendron persicum*. *Iranian Journal of Range and Desert Reseach*, 17 (3):466-475.
- Yassin, M.A., George, N., Shabaan, L. and Gouda, Y., 2024. Biopriming of Maize with their endophyte *Aspergillus fumigatus* reinforces their resistance to salinity stress and improves their physiological traits. *BMC Plant Biol* 24: 1274 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05871-2>
- Zarei, I., Mohammadi, G.H., Sohrabi, Y., Kahrizi, D., Khah, E. and Yari, K.h., 2011. Effect of different hydropriming times on the quantitative and qualitative characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *African Journal of Biotechnology*. 10. 10.5897/AJB11.1283.