

بررسی روش‌های شکست خواب و برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذرهای چهار گونه گون (*Astragalus* sp.)

بهروز صالحی اسکندری^{۱*}، محسن کاویانی^۲

۱ استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی: ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران.

۲ مربی گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی: ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۷)

چکیده

گون یکی از گونه‌های چندساله است که در شیب‌های تند، از فرسایش خاک جلوگیری کرده و از برخی گونه‌های آن برای استحصال کنیرا استفاده می‌شود. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر شکست خواب بذرهای چهار گونه از جنس گون بود تیمارها شامل سرمای ۴ درجه سانتی‌گراد خشک و مرطوب با دوره‌های ۱۵ و ۳۰ روزه، خراش‌دهی با سنباده و چهار سطح غلظتی اسیدجیبرلیک بود. گونه‌های مورد مطالعه شامل *A. brevidens*، *A. podolobus*، *A. caragana*، *A. astragalus*، *A. cyclophyllus* می‌باشند. تیمار سرمادهی مرطوب ۱۵ روزه موثرترین تیمار در افزایش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذرهای چهار گونه بود. البته تیمار خراش‌دهی نیز همانند تیمار سرمادهی مرطوب ۱۵ روزه، در تمام گونه‌ها بجز گونه *A. podolobus* درصد جوانه‌زنی را افزایش داد. کمترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمارهای جیبرلین بود در نتیجه متوسط زمان جوانه‌زنی طولانی‌تری را نشان داد. با توجه به این که خراش‌دهی و سرمادهی کوتاه مدت باعث افزایش درصد جوانه‌زنی اکثر گونه‌ها شده بنابراین، خواب در گونه‌های مورد مطالعه ترکیبی از خواب فیزیکی و فیزیولوژیکی است. از بین گونه‌ها، گونه *A. caragana* بیشترین میزان درصد و سرعت جوانه‌زنی را نشان داد که بیانگر داشتن کمترین مقاومت برای جوانه‌زنی و سازگاری بالاتر آن با اکثر مناطق مرتعی کشورمان است.

کلمات کلیدی: تیمار خراش‌دهی، تیمار سرمادهی، خواب شکنی، درصد جوانه‌زنی، گون (*Astragalus*)

The Evaluation of methods on dormancy breaking and some characters of germination in four species of *Astragalus*.sp

B. Salehi-Eskandari^{1*}, M. Kaviani²

¹ Assistant Professor, Department of Biology, Payame Noor University, P.O. Box: 19395-4697 Tehran, Iran.

² Lecturer, Department of Biology, Payame Noor University, P.O. Box: 19395-4697 Tehran, Iran.

(Received: Aug. 18, 2019 – Accepted: Jan. 27, 2020)

Abstract

Astragalus, is one of perennial and various species which is expanded in an Iranian's ranges. In regard to the expansion of plant shoot in grassland with steep, we can use it to prevent soil erosion. Also, we use some species of *Astragalus* to gum tragacanth extract. This study aimed to identify methods of dormancy breaking and characters of germination in four species that was designed. Seeds of four species *A. brevidens*, *A. podolobus*, *A. caragana*, and *A. cyclophyllus* were purchased from the Seeds Institute of the name of Isfahan Pakan Bazr. Treatments used for the experiment were dry chilling for 15 and 30 days, moist chilling for 15 and 30 days, scarification with sandpaper, and gibberellic acid (GA₃, four levels). The results demonstrated that treatments of scarification and moist chilling for 15 days are the most effective treatments to increase seed germination. The majority of species moist chilling for 15 days can significantly increase the germination index while minimum germination index belongs to scarification, which consequently increased the mean germination time. Between the species, the *A. caragana* has the most germination percentage and germination index, which shows the highest compatibility of this species to the ecological condition in an Iranian Ranges.

Keywords: *Astragalus*, breaking dormancy, moist chilling, scarification, seed germination

* Email: behsalehi@pnu.ac.ir

مقدمه

مکانیکی یا فیزیکی از نوع سختی پوشش بذر هستند که این سختی تحت تأثیر جنس، گونه و شرایط محیطی به ویژه زمان نمو بذر است. البته در برخی موارد ممکن است که علاوه بر سختی پوشش، وجود مواد بازدارنده جوانه زنی در بذر یا پوسته آن، حتی در صورت نفوذ پذیر بودن پوسته نسبت به آب، می تواند از جوانه زنی بذرها ممانعت به عمل آورد (Isavand et al., 2005). به طور کلی خواب کمک می کند که جوانه زنی بذر و خروج گیاهچه تا زمان مطلوب شدن شرایط محیطی به تاخیر بیفتد (Cousins et al., 2014; Salehi Eskandari et al., 2017; Statwick, 2016).

تیمارهایی متنوعی برای جوانه زنی بذرهای خفته ارائه شده که شامل آسیب پذیر کردن پوشش بذر^۱، ذخیره و نگهداری بذر در مکان خشک، سرمادهی، سرمادهی مرطوب^۲، در معرض نور قرار دادن بعضی از بذرها (Baskin and Baskin, 2004; Cousins et al., 2014; Finkelstein et al., 2008; Rouhi et al., 2010)، استفاده از تیمار جیبرلین به تنهایی یا در ترکیب با سرمادهی است (Barreto et al., 2016; Salehi Eskandari et al., 2017).

عیسوند و همکارانش (Isavand et al., 2005) جوانه زنی و شکستن خواب بذر *Astragalus siliquasus* را بررسی کردند آنها از چند روش نفوذ پذیر کردن پوسته بذر و اعمال سرمادهی استفاده نمودند. نتایج آنها نشان داد که حدود ۹۵٪ خواب بذر در گونه *A. siliquasus* ناشی از عدم نفوذ پذیری پوسته نسبت به آب و بقیه آن مربوط به عوامل فیزیولوژیکی است. پاتان و گریستا (Patanè and Gresta, 2006) نشان دادند تیمار خراش دهی با کاغذ سنباده مناسب ترین تیمار برای رفع خواب بذرهای *Astragalus hamosus* است. محققین دیگری نیز تیمار فیزیکی را به عنوان بهترین روش خواب شکنی در بذرهای *Astragalus cicer* L معرفی

گون ها گیاهانی چند ساله متعلق به خانواده *Fabaceae* (پروانه آسها) هستند که به طور وسیعی در سراسر مناطق معتدله جهان پراکنش دارند (Masoomi, 1999). بر اساس گزارش معصومی (Masomi, 2005) از جنس گون ۸۰۴ گونه در ایران شناسایی و معرفی شده است که ۵۲۷ گونه آن بومی (Endemic) ایران و ۲۲۷ گونه با سایر مناطق جهان مشترک است.

حدود ۱۹ درصد از کل سطح مراتع کشور (۱۷ میلیون هکتار از اراضی ایران) زیر پوشش گونه های مختلف گون قرار دارد (Ghomeshi Bozorg et al., 2010). از بین گونه های مختلف این جنس بیش از ۳۰۰ گونه علفی می باشند که تعداد زیادی از آنها دائمی هستند و از بین آنها تعداد زیادی مورد تعریف دام ها قرار می گیرند. به نظر می رسد بقای این گونه ها در شرایط بهره برداری سنتی و مداوم از مراتع و همچنین تحمل تغییرات ناشی از بروز خشک سالی هایی که بعضی از اوقات خشک سالی های غیرعادی می باشند گویای مزیت نسبی این گونه ها در تولید علفه مراتع کشور می باشد (Zare Kia et al., 2013).

حفاظت خاک از فرسایش قطره ای و فرسایش سطحی، افزایش مواد آلی و حاصلخیزی خاک به واسطه تجمع لاش برگ های گیاهی (Azimi et al., 2015)، جلوگیری از روان آب و کمک به تغذیه سفره های آب زیر زمینی، از امتیازات وجود گون ها در مراتع است (Tavili et al., 2012).

بذرهای گیاهان مرتعی با داشتن یکی از انواع خواب، بقای خود را برای سال های طولانی تضمین می کنند، اما برای کشت و تکثیر این گیاهان رهایی از خواب و جوانه زنی بذرها ضروری به نظر می رسد (Zare Kia et al., 2013). در خانواده پروانه آسا پوسته بذرها معمولاً سخت بوده و نسبت به آب و گازها نفوذ ناپذیر است. بنابراین، این بذرها به نحو عمده دارای خواب

¹ Scarification

² Stratification

Astragalus podolobus (گون اسپرسی)، *brevidens* *Astragalus cyclophyllus*، *Astragalus caragana* (گون مرتعی) در مردادماه سال ۹۷ از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. تیمارهای مورد استفاده جهت شکست خواب بذور شامل خراش دهی با سنباده، سرمادهی مرطوب و خشک بذرها به مدت ۱۵ و ۳۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و اسید جیبرلیک در چهار سطح (250 ppm، 500 ppm، 750 ppm و 1000 ppm) بود. بذرها قبل از استفاده به مدت ۲۰ دقیقه با هیپوکلریت سدیم ۵ درصد ضد عفونی شدند و پس از آن نیز چندین بار با آب مقطر شستشو گردیدند. در این آزمایش برای هر تیمار حداقل ۳ تکرار در نظر گرفته شد و تعداد بذرها در هر پتری ۲۵ عدد بذر بود. در تیمار شاهد از بذرها معمولی هر گونه استفاده شد. بذرها ضد عفونی شده جهت تیمار خراش دهی توسط سنباده نرم (شماره ۱۶۰) مالش داده شدند. برای تیمار سرمادهی، پتری‌های حاوی بذرها خیس‌انده شده در آب و نیز بذرها خشک، به مدت ۱۵ و ۳۰ روز در دمای ۴-۵ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی نگه‌داری شدند. با توجه به آزمایش‌های اولیه که انجام شد وجود نور بر جوانه‌زنی تاثیر نداشت به همین دلیل آزمایش‌ها در تاریکی انجام شد به منظور اعمال تیمارهای جیبرلین بذرها به مدت ۱۲ ساعت در تیمارهای مختلف GA₃ و در شرایط تاریکی قرار گرفتند. به منظور محاسبه فاکتورهای مختلف جوانه‌زنی پتری‌های حاوی بذر در ژرمیناتور با دمای ۲ ± ۲۵ سانتی‌گراد (سلسیوس) به مدت ۱۶ روز (بعد از آن جوانه‌زنی در پتری‌ها کاهش می‌یافت) نگه‌داری شدند (Nematollah et al., 2011). درصد جوانه‌زنی^۱ (FGP) از طریق فرمول زیر محاسبه شد (Dastanpoor et al., 2013) که در آن n تعداد بذر جوانه زده و N تعداد کل بذرها است.

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{n}{N} \times 100$$

^۱ Final Germination Percentage

کردند (Statwick, 2016). بررسی تاثیر تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی و خصوصیات رویشی بذرها سه گونه گون *Astragalus hamosus* و *microcephalus* و *adscendens* بیانگر بهبود جوانه‌زنی بذرها تحت تاثیر تیمارهای آب ۱۰۰درجه سانتی‌گراد، نیتراپتاسیم و جیبرلین می‌باشد (Dehghani Bidgholi et al., 2017).

کاهش درصد جوانه‌زنی بذرها از مهمترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان برای احیاء سریع زیستگاه‌ها در بسیاری از مناطق جهان می‌باشد از این رو در چنین شرایطی در بیشتر نواحی ایران، کاشت گیاهان مرتعی و دارویی با محدودیت‌هایی از این قبیل روبرو است. با توجه به تغییرات اقلیمی و تغییر الگوهای بارش که ممکن است منجر به خشکسالی و حذف گونه‌های نادر شود (Salehi Eskandari et al., 2017) و نیز با در نظر گرفتن ویژگی‌های مفید گون‌ها از نظر جنبه‌های دارویی، بهداشتی (صمغ خشک کتیرا) و علوفه‌ای و نیز گسترش وسیع آنها در کشور ضروری است تا مطالعات مختلف و گسترده‌ای به ویژه در زمینه شکستن خواب بذر و کشت و کار آنها به خصوص در مورد گونه‌های بومی این جنس انجام شود. گونه‌های مورد مطالعه در این آزمایش *Astragalus brevidens* (گون اسپرسی)، *Astragalus caragana*، *Astragalus podolobus* *Astragalus cyclophyllus* (گون مرتعی) می‌باشند که از گونه‌های مرتعی مهم هستند و به خاطر خوشخوراک بودن، ویژگی‌های علوفه‌ای مناسب و سازگاری بالا اهمیت زیادی دارند. تحقیق حاضر با هدف بررسی جوانه‌زنی، شکستن خواب بذر و یافتن مناسب‌ترین تیمار جهت برطرف نمودن خواب بذر چهار گونه گون ذکر شده (*Astragalus* sp.) انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. بذرها گون‌های *Astragalus*

نسبت به گروه شاهد داشتند ($P < 0.05$) و مابقی تیمارها در یک سطح قرار می گرفتند ($P > 0.05$). در این گونه، غلظت ۲۵۰ میلی گرم در لیتر و بالاتر جیبرلین نسبت به گروه شاهد افزایش معنی داری در درصد جوانه زنی داشت (جدول ۲). درصد جوانه زنی در گونه *caragana* A، در شکل C-۱ نشان داد، کمترین درصد جوانه زنی مربوط به تیمار سرما دهی ۳۰ روزه فاقد رطوبت بود و مابقی تیمارها در یک سطح قرار داشتند. تیمارهای مختلف جیبرلین موجب کاهش معنی دار درصد جوانه زنی نسبت به گروه شاهد شد و پایین ترین درصد جوانه زنی مربوط به تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین بود ($P < 0.05$). مابقی تیمارها از لحاظ آماری اختلاف معنی داری باهم نداشتند ($P > 0.05$). نتایج مقایسه ای حاصل از درصد جوانه زنی گونه *A. cyclophyllus* نشان داد از بین تیمارهای خواب شکنی، تیمار خراش دهی و تیمار سرمای مرطوب ۱۵ روزه، به ترتیب افزایش ۳/۲ و ۲/۹۵ درصدی نسبت به تیمار شاهد نشان می داد (شکل D-۱) مابقی تیمارها نسبت به هم اختلاف معنی دار نداشتند ($P > 0.05$). تیمار ۲۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین نسبت تیمار شاهد و مابقی غلظت های جیبرلین افزایش معنی دار داشت (جدول ۲).

در این آزمایش ها مشخص شد که تیمار خراش دهی با سنباده و سرمای مرطوب ۱۵ روزه، تیمارهای مناسبی برای افزایش درصد جوانه زنی گونه های مورد مطالعه می باشند، که مطابق یافته های محققین دیگر در مورد *Astragalus fridae*. Rech بود (Arbabian et al., 2010) زارع کیا و همکارانش (Zare Kia et al., 2013) تیمار خراش دهی را بهترین تیمار برای رفع خواب بذرهای گون (های) مورد مطالعه خود معرفی کردند. خراش دهی بذرها با سنباده تاثیر قابل توجهی نیز بر سرعت جوانه زنی بذرهای اعمال نمود. به نظر می رسد که تیمار خراش مکانیکی پوسته، به سبب تسریع در جذب آب و تسهیل در تبادل گازها (بخصوص اکسیژن و دی اکسید کربن) منجر به افزایش تعداد بذرهای جوانه زده در واحد زمان

سرعت جوانه زنی نیز از رابطه روبه رو به دست آمد (Salehi Eskandari et al., 2017).

$$\text{سرعت جوانه زنی} = \sum ni/Di$$

در این رابطه ni ، تعداد بذر جوانه زده در هر روز و Di شماره روز پس از شروع آزمایش است. برای محاسبه زمان متوسط جوانه زنی (MGT) از رابطه زیر استفاده شد.

$$\text{زمان متوسط جوانه زنی} = \frac{\sum Dn}{\sum n}$$

که در این رابطه D تعداد روز پس از شروع جوانه زنی و n تعداد بذر جوانه زده در روز D ام است (Ellis and Roberts, 1985)

تحلیل آماری

کلیه آزمایش ها با حداقل سه تکرار انجام شد و تجزیه و تحلیل و متوسط ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال کمتر از پنج درصد مقایسه شدند و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از درصد جوانه زنی بذرهای گونه *A. brevidens* A، در شکل A-۱ نشان داد که جوانه زنی این گونه تحت تاثیر تیمار خراش دهی فیزیکی و تیمار سرمای مرطوب ۱۵ روزه، بترتیب افزایش معنی دار ۲/۹ و ۲/۳ برابری نسبت به گروه شاهد نشان داد ($P < 0.05$). تیمار مختلف سرمای ۳۰ روزه (شکل A-۱) و غلظت های مختلف جیبرلین (جدول ۲) از لحاظ درصد جوانه زنی با گروه شاهد اختلاف معنی داری نداشتند ($P > 0.05$). در گونه *A. podolobus* A (شکل B-۱) نیز بالاترین درصد جوانه زنی مربوط به تیمار سرمای مرطوب ۱۵ روزه و خراش دهی بود که بترتیب افزایش ۱۷/۵ و ۱۰ برابری

می‌شوند و در نهایت باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (Isavand *et al.*, 2005) که کاملاً با نتایج ما مطابقت دارد. جدول ۱ آنالیز واریانس نیز آن را تایید کرده و به علت اینکه خراش‌دهی در تمام گونه‌ها باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شده برهمکنش تیمار خراش‌دهی و گونه در این ویژگی معنی‌دار نشد.

تاثیر معنی‌دار تیمار مرطوب ۱۵ روزه بر درصد جوانه‌زنی گونه‌های گون مورد مطالعه، می‌تواند بیانگر این مسئله باشد که بذرهاى گونه‌های ذکر شده علاوه بر خواب فیزیکی دارای خواب فیزیولوژیکی نیز می‌باشند. عیسوند و همکاران (Isavand *et al.*, 2005) دریافتند که علاوه بر خواب ناشی از پوشش سخت دانه، خواب

فیزیولوژیکی نیز در بذر *A. siliquosus* وجود دارد. چرا که با اعمال تیمار سرمای مرطوب بر روی بذرهاى خراش داده شده، درصد جوانه‌زنی تا حدودی افزایش داد. ساز و کار سرما در شکستن خواب بذر به طور کامل مشخص نشده است احتمالاً سرما تمام فرآیندهای متوقف‌کننده ساز و کار جوانه‌زنی بذر را تحت تاثیر قرار می‌دهد و باعث حذف موانع جوانه‌زنی شده و در نتیجه بذرها قادر به جوانه‌زنی خواهند شد (Mazhari *et al.*, 2015). تیمار سرمادهی از طریق برطرف نمودن موانع فیزیولوژیکی جوانه‌زنی از جمله تجزیه اسیدآبسیسیک (ABA) و کاهش غلظت آن نسبت به اسید جیبرلیک منجر به افزایش جوانه‌زنی در بذور می‌گردد (Isavand *et al.*, 2005).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف و گونه بر صفات جوانه‌زنی در گونه‌های مختلف گون

Table 1- Analysis of variance of the effect of different treatments and species and their interaction on germination parameters in *Astraglus species*

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	متوسط مربعات Mean square		
		درصد جوانه‌زنی GP	سرعت جوانه‌زنی GI	متوسط زمان جوانه‌زنی MGT
گونه Species	3	2880.6**	10.2*	18.9*
خراش Scarification	1	5041.6**	5.4 ^{ns}	67.9**
Species × scarif.	12	203.5 ^{ns}	0.22 ^{ns}	8.9 ^{ns}
گونه Species	3	7922.1***	39.4***	12.4 ^{ns}
سرما Chilling	2	8485.7***	25.0***	58.8***
رطوبت Moist	1	8535.3***	23.0***	77.3***
Species × Chilling	6	208.6 ^{ns}	2.1**	7.3 ^{ns}
Species × moist	3	640.1*	2.25**	2.3 ^{ns}
Chilling × moist	2	291.3 ^{ns}	3.2**	40.0**
Spe. × Chill. × moist	6	796.5***	2.8***	10.1 ^{ns}
گونه Species	3	644.9***	11.5***	11.7*
جیبرلین GA ₃	4	4.2 ^{ns}	0.14 ^{ns}	6.2 ^{ns}
GA ₃ × Species	12	1250.3***	1.7***	4.3 ^{ns}

ns, *, **, *** و **** بر ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن، معنی‌دار در سطح احتمال کمتر از ۵ درصد، معنی‌دار در سطح احتمال کمتر از ۱ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال کمتر از ۰/۱ درصد

ns, *, **, and *** showed non-significant, significant at $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $p < 0.001$ respectively.

جدول ۲- اثر غلظت‌های مختلف جیبرلین بر صفات جوانه‌زنی در گونه‌های مختلف گون

Table 2- the effect of different treatments of GA₃ on germination parameters in *Astragalus* species.

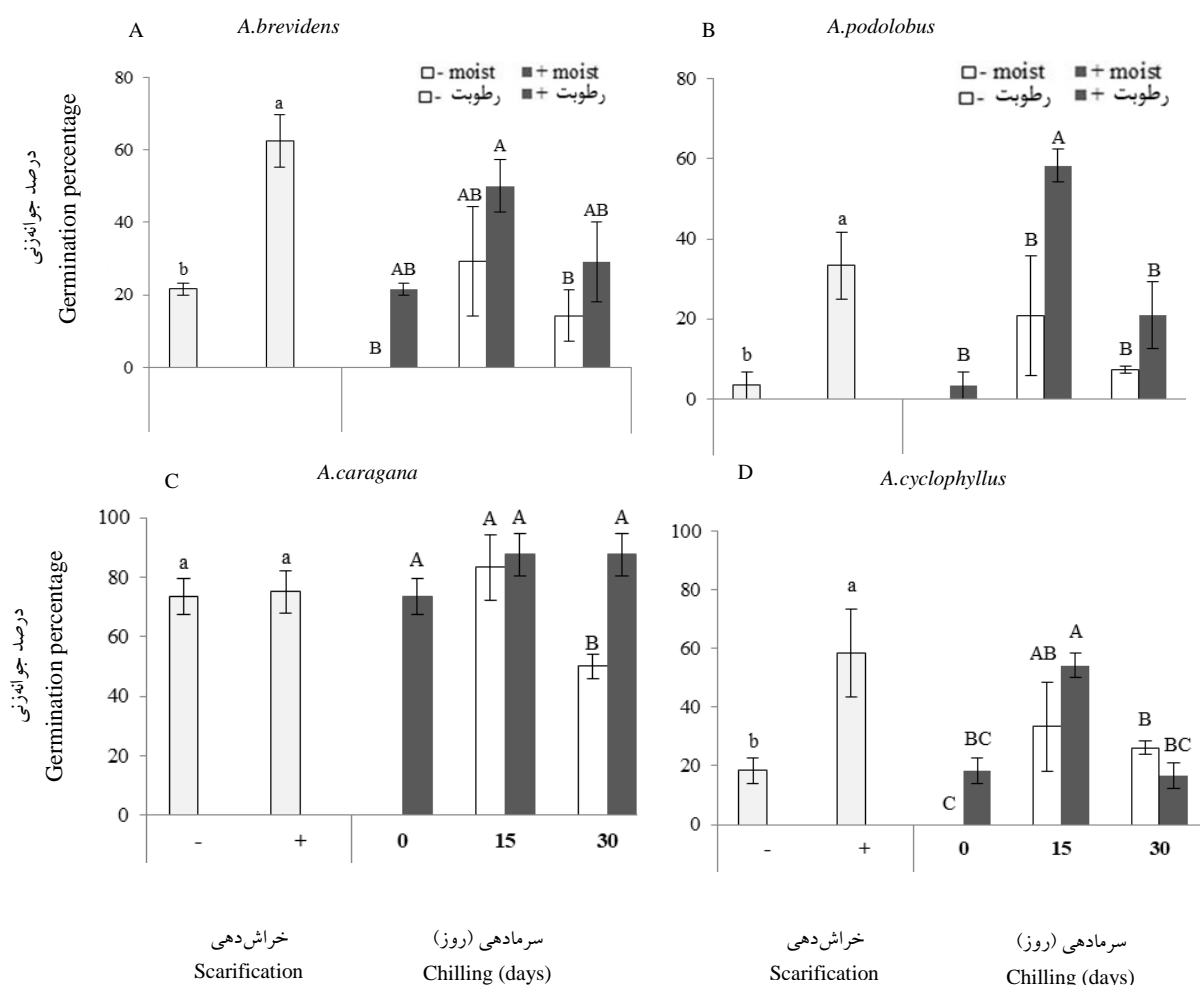
گونه Species	عوامل جوانه‌زنی Germination parameters	غلظت جیبرلین (میلی گرم در لیتر) GA ₃ concentration (mg/L)				
		0	250	500	750	1000
<i>A. brevidens</i>	درصد جوانه زنی GP	21.7±1.7 ^{ab}	14.3±0.01 ^b	26.2±2.4 ^a	21.4±4.1 ^{ab}	21.4±4.1 ^{ab}
	سرعت جوانه زنی GI	1.1±0.08 ^a	0.7±0.02 ^a	1.4±0.12 ^a	1.1±0.33 ^a	1.22±0.32 ^a
	میانگین زمان جوانه زنی MGT	6.2±0.92 ^a	6.7±0.33 ^a	6.2±0.17 ^a	6.8±0.91 ^a	5.8±1.17 ^a
<i>A. podolobus</i>	درصد جوانه زنی GP	3.3±3.3 ^b	14.3±8.2 ^{ab}	21.4±0.01 ^a	19.0±2.4 ^a	23.8±2.4 ^a
	سرعت جوانه زنی GI	0.2±0.02 ^b	0.78±0.5 ^{ab}	1.3±0.08 ^a	0.9±0.05 ^{ab}	1.2±0.2 ^a
	میانگین زمان جوانه زنی MGT	1.7±1.7 ^b	4.2±2.2 ^{ab}	4.9±0.4 ^{ab}	7.3±1.7 ^a	6.4±1.3 ^{ab}
<i>A. caragana</i>	درصد جوانه زنی GP	73.3±6.0 ^a	54.8±6.3 ^b	47.6±2.4 ^b	54.8±6.3 ^b	26.2±2.4 ^c
	سرعت جوانه زنی GI	4.5±0.2 ^a	2.7±0.54 ^b	2.2±0.03 ^{bc}	3.0±0.39 ^b	1.3±0.07 ^c
	میانگین زمان جوانه زنی MGT	4.8±0.3 ^b	6.8±0.8 ^a	6.8±0.38 ^a	5.9±0.07 ^{ab}	6.1±0.5 ^{ab}
<i>A. cyclophyllus</i>	درصد جوانه زنی GP	18.3±4.4 ^{bc}	31.0±4.8 ^a	16.7±2.4 ^c	23.8±2.4 ^{abc}	28.6±0.01 ^{ab}
	سرعت جوانه زنی GI	0.75±0.2 ^b	1.6±0.33 ^a	0.81±0.09 ^b	0.92±0.09 ^b	1.6±0.19 ^a
	میانگین زمان جوانه زنی MGT	7.5±2.3 ^a	6.4±0.9 ^a	6.7±1.8 ^a	8.2±0.2 ^a	6.1±1.1 ^a

هر عدد نشان دهنده میانگین ± خطای استاندارد (سه تکرار). میانگین‌های باحروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده نداشتن اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن (P<0/05) است.

Each number represents means ± standard error (n= 4). Means in each row having same letters are not significantly different using Duncan's test (P<0.05)

Astragalus cyclophyllus (اکوتیپ زنجان) گزارش کردند. همچنین کاهش درصد جوانه‌زنی همراه با افزایش دوره سرمادهی در بذرهای کنگر وحشی نیز گزارش شده است (Vaisi et al., 2018). اندوخته بذور گیاهان تیره پروانه‌آسا به علت همزیستی با باکتری ریزوبیوم، سرشار از پروتئین است که به همین دلیل هر گونه صدمه‌ای، ذخیره آن‌ها را در معرض میکروارگانیزم‌ها قرار می‌دهد.

از طرفی در این آزمایش مشخص گردید افزایش مدت زمان تیمار سرمادهی مرطوب از ۱۵ به ۳۰ روز، اثر چندان قابل توجهی بر جوانه‌زنی بذرهای در مقایسه با دوره ۱۵ روزه ندارد که می‌تواند به علت افت قوه نامیه و پوسیدگی بذرهای در اثر گذشت زمان یا ناشی از اثر معکوس سرمادهی باشد (Davies et al., 2011). رستمی پور و همکاران (Rostami poor et al., 2015) نیز کاهش سرعت جوانه‌زنی در تیمار خراش دهی به همراه سرمادهی ۳۰ روز در مقایسه با تیمار ۲۰ روز آن بر روی بذرهای



شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف جوانه‌زنی (شکست خواب) بر درصد جوانه‌زنی *A. brevidens* (A)، *A. podolobus* (B)، *A. caragana* (C) و *A. cyclophyllus* (D) (میانگین سه تکرار ± خطای استاندارد).

حروف غیرمشابه کوچک برای تیمار خراش‌دهی و حروف بزرگ برای تیمارهای سرمادهی، بیان‌گر معنی‌دار بین داده‌ها بر اساس آزمون دانکن ($P < 0.05$) است.

Figure 1- Effect of deferent treatments on germination percentage in *A. brevidens* (A), *A. podolobus* (B), *A. caragana* (C) and *A. cyclophyllus* (D) (mean 3 replication ± SE).

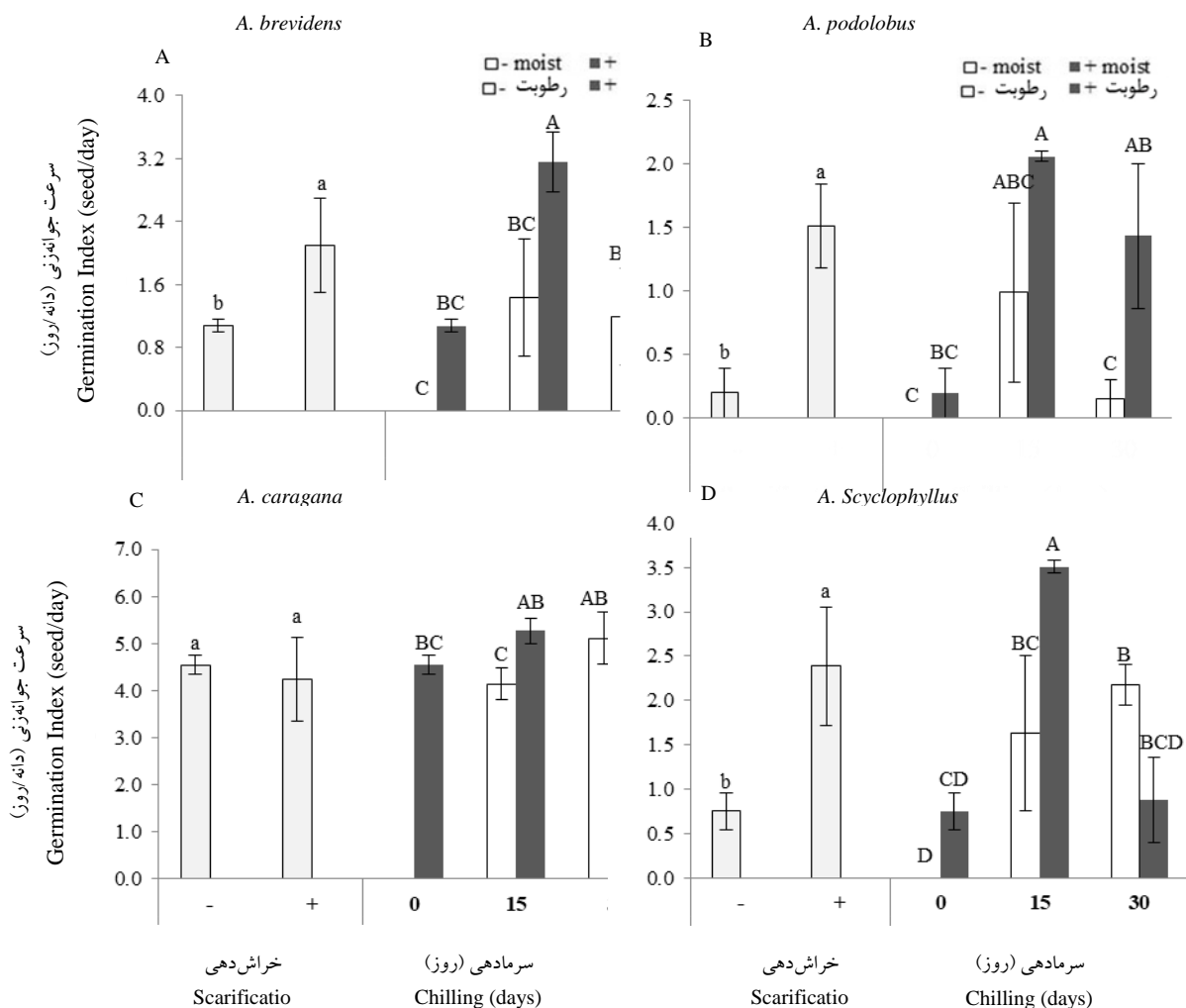
Different lowercase letters for scarification and uppercase letters for chilling treatments indicate statistically significant differences in Duncan's test ($p < 0.05$).

همانطور که شکل A-۲ نشان می‌دهد بالاترین سرعت جوانه‌زنی گونه *A. brevidens*، مربوط به تیمار سرمادهی ۱۵ روزه است که فقط نسبت به تیمار سرمادهی فاقد رطوبت (خشک) ۳۰ روزه و گروه شاهد افزایش معنی‌دار نشان داد (شکل B-۲) و مابقی تیمارها از لحاظ آماری باهم در یک سطح قرار می‌گرفتند. غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم دلتر جیبرلین منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی در این گونه نسبت به گروه شاهد شد هرچند این افزایش

همانطور که شکل A-۲ نشان می‌دهد بالاترین سرعت جوانه‌زنی گونه *A. brevidens*، مربوط به تیمار سرمادهی ۱۵ روزه بود که سرعت جوانه‌زنی با آن، افزایش ۲/۹ برابری نسبت به تیمار شاهد داشت. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد سرعت جوانه‌زنی این گونه تحت تاثیر تیمارهای مختلف جیبرلین قرار نگرفت ($P > 0.05$). بالاترین سرعت جوانه‌زنی گونه

گیاه *A. cyclophyllus* نشان داد. تیمار خراش دهی، سرمای مرطوب ۱۵ روزه و سرمای خشک ۳۰ روز نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری داشتند (شکل ۲-D). طبق جدول ۲ تیمارهای ۲۵۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین باعث افزایش معنی دار سرعت جوانه زنی شد و مابقی تیمارها از لحاظ آماری با گروه شاهد در یک سطح قرار داشتند ($P > 0.05$).

در مقایسه با مابقی تیمارهای جیبرلین معنی دار نبود (جدول ۲) سرعت جوانه زنی *A. caragana* در شکل ۲-C نشان داد پایین ترین سرعت جوانه زنی مربوط به سرمادهی خشک ۱۵ روزه است ($P < 0.05$). سرعت جوانه در تیمارهای جیبرلین نسبت به گروه کاهش معنی دار نشان می داد بخصوص در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر که نسبت به بالاترین سرعت جوانه زنی کاهش ۷۶ درصدی داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین سرعت جوانه زنی



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف جوانه زنی (شکست خواب) بر سرعت جوانه زنی *A. brevidens* (A)، *A. podolobus* (B)، *A. caragana* (C) و *A. cyclophyllus* (D) (میانگین سه تکرار \pm خطای استاندارد). حروف غیرمشابه کوچک برای تیمار خراش دهی و حروف بزرگ برای تیمارهای سرمادهی، بیان گر معنی دار بین داده ها بر اساس آزمون دانکن ($P < 0.05$) است.

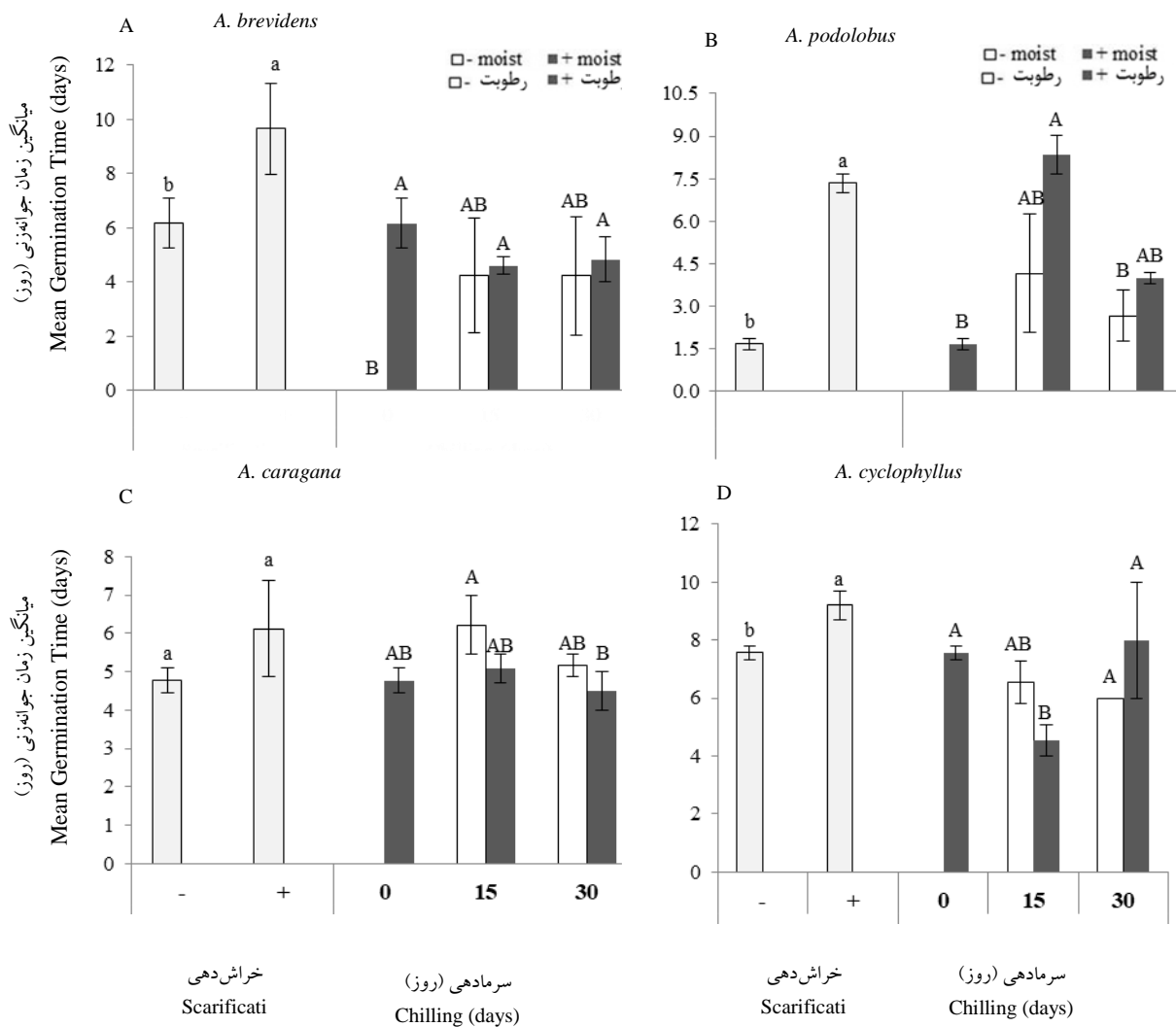
Figure 2- Effect of deferent treatments on germination index in *A. brevidens* (A), *A. podolobus* (B), *A. caragana* (C) and *A. cyclophyllus* (D) (mean 3 replication \pm SE). Different lowercase letters for scarification and uppercase letters for chilling treatments indicate statistically significant differences in Duncan's test ($p < 0.05$).

نتایج حاصل از تیمار سرمای خشک ۳۰ روزه نشان می‌دهد، این تیمار در تمام گونه‌ها باعث افزایش درصد جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد نشده و اثر مطلوبی بر سرعت جوانه‌زنی گونه‌ها بجز گونه *A. cyclophyllus* و *A. caragana* نداشته که مطابق با نتایج ما گزارش دیگری از *A. podolobus* ارائه شد که تیمار سرمای خشک ۱۰ و ۱۵ روزه نه تنها درصد جوانه‌زنی را نسبت به گروه شاهد افزایش نمی‌دهد بلکه منجر به کاهش قابل توجه سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با بذرهای شاهد می‌شود (Agh et al., 2017). پرایمینگ با آب باعث بهبود جوانه‌زنی بذور پنبه بذر تحت شرایط تنش و غیر تنش می‌شود (Casenave and Toselli, 2007). این نتیجه می‌تواند بیانگر حساسیت بذر گونه‌های گیاه گون به خشکی زمین و کمبود بارندگی باشد. به طوریکه بدون وجود رطوبت کافی در خاک و صرفاً با وجود سرما نمی‌تواند جوانه‌زنی مطلوبی داشته باشد و سرعت جوانه‌زنی بذرها به شدت کاهش می‌یابد.

تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک بر گونه تیمارهای *A. brevidens*، اثرات چشمگیر و مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی بذرها نداشته است و در گونه *A. podolobus* غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم جیبرلین افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی نسبت به گروه شاهد مشاهده شد هرچند با مابقی تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). سرعت جوانه‌زنی در گونه *A. caragana* مطابق با درصد جوانه‌زنی در تمام تیمارهای جیبرلین نسبت به گروه شاهد کاهش داشت ($P < 0.05$) و سرعت جوانه‌زنی در گونه *A. cyclophyllus* در غلظت‌های ۲۵۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم جیبرلین نسبت به مابقی تیمارها افزایش معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف جیبرلین بر شاخص جوانه‌زنی اکثر گونه‌های قابل توجه نبود که با نتایج جدول آنالیز واریانس در جدول ۱ همخوانی داشته و مطابق با نتایج ما خیاط مقدم و همکاران

بالاترین متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT) بذرهای گونه *A. brevidens*، مربوط به تیمار تیمار خراش دهی که نسبت به تیمار شاهد افزایش ۵۶/۴ درصدی داشت (شکل ۳-۳). مابقی تیمارهای سرمادهی (شکل ۳-۳) و جیبرلین (جدول ۲) از لحاظ آماری باهم اختلاف معنی‌دار نداشتند ($P > 0.05$) همان‌طور که در شکل ۳-۳ نشان داده شده بالاترین متوسط زمان جوانه‌زنی *A. podolobus* مجدداً مربوط به خراش دهی و تیمار سرمادهی مرطوب ۱۵ روزه است که از لحاظ آماری با گروه شاهد، تیمارهای سرمادهی خشک ۳۰ روزه اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). متوسط زمان جوانه‌زنی در غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین بالاتر از گروه شاهد بود و مابقی تیمارها از لحاظ آماری در یک سطح قرار داشتند (جدول ۲). طبق شکل ۳-۳، پایین‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی در بذرهای *A. caragana*، مربوط به سرمای مرطوب ۳۰ روزه است که از لحاظ آماری فقط از تیمار سرمای ۱۵ روزه فاقد رطوبت پایین‌تر است و مابقی تیمارها در یک سطح قرار داشتند ($P > 0.05$) متوسط زمان جوانه‌زنی در این گونه در تیمارهای مختلف جیبرلین بجز تیمار ۷۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین نسبت به گروه شاهد افزایش نشان داد ($P < 0.05$). نتایج حاصل از متوسط زمان جوانه‌زنی *A. cyclophyllus* نشان داد پایین‌ترین متوسط مربوط به تیمارهای سرمادهی مرطوب ۱۵ روزه است. تیمارهای، خراش دهی نیز پایین‌تر کمتر از گروه شاهد بود ($P < 0.05$). تمام تیمارهای جیبرلین از لحاظ آماری باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲).

تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک بر گونه تیمارهای *A. brevidens*، اثرات چشمگیر و مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی بذرها نداشته است و در گونه *A. podolobus* غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم جیبرلین افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی نسبت به گروه شاهد مشاهده شد هرچند با مابقی تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). سرعت جوانه‌زنی در گونه *A. caragana* مطابق با درصد جوانه‌زنی در تمام تیمارهای جیبرلین نسبت به گروه شاهد کاهش داشت ($P < 0.05$) و سرعت جوانه‌زنی در گونه *A. cyclophyllus* در غلظت‌های ۲۵۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم جیبرلین نسبت به مابقی تیمارها افزایش معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف جیبرلین بر شاخص جوانه‌زنی اکثر گونه‌های قابل توجه نبود که با نتایج جدول آنالیز واریانس در جدول ۱ همخوانی داشته و مطابق با نتایج ما خیاط مقدم و همکاران



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف جوانه‌زنی (شکست خواب) بر متوسط زمان جوانه‌زنی *A. brevidens* (A)، *A. podolobus* (B)، *A. caragana* (C) و *A. cyclophyllus* (D).

حروف غیرمشابه کوچک برای تیمار خراش‌دهی و حروف بزرگ برای تیمارهای سرمادهی، بیان‌گر معنی‌دار بین داده‌ها بر اساس آزمون دانکن ($P < 0.05$) است.

Figure 3- Effect of different treatments on mean germination time (MGT) in *A. brevidens* (A), *A. podolobus* (B), *A. caragana* (C) and *A. cyclophyllus* (D) (mean \pm SE, n = 3).

Different lowercase letters for scarification and uppercase letters for chilling treatments indicate statistically significant differences in Duncan's test ($p < 0.05$).

استقرار و رشد بهتر گیاهچه می‌شود (Elias et al., 2006). متوسط زمان جوانه‌زنی، معیاری از زمان جوانه‌زنی است و هرچه این شاخص کوچکتر باشد نشان‌دهنده آمادگی بیشتر برای جوانه‌زنی است. بیشترین مقدار این شاخص در گونه‌های مورد مطالعه در تیمار خراش مکانیکی مشاهده

همگام بودن افزایش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در تیمار سرمای مرطوب ۱۵ روزه می‌تواند بیانگر این موضوع باشد که در تیماری که بذرها سریع‌تر جوانه زدند، درصد جوانه‌زنی بالاتری نیز داشتند. سرعت جوانه‌زنی بالاتر سبب خروج سریع‌تر گیاهچه از خاک،

خراش دهی با سنباده و سرمادهی مرطوب به مدت ۱۵ روزه، بهترین تیمارها برای خواب شکنی بذرهای گونه-های ذکر شده است. احتمالاً ترکیب این دو تیمار بایکدیگر می‌تواند اثر مطلوبتری در رفع خواب فیزیکی و فیزیولوژیکی بذرهای این چهار گونه داشته باشد. گونه‌های *A. brevidens* و *A. cyclophyllus* بیشترین درصد جوانه‌زنی را در تیمار خراش دهی داشتند. بنابراین خواب بذر گونه‌های مذکور از سختی پوشش بذر بود. گونه *A. caragana* نتایج بهتری از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی نشان داد، بنابراین می‌توان، بررسی سازگاری و رشد این گونه در مراتع مختلف را در اولویت قرار داد تا بتوان از آن برای افزایش تولید و گسترش مراتع بهره برد.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه پیام نور استان اصفهان به دلیل حمایت مالی از این تحقیق صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

گردید که دلیل آن پایین بودن سرعت جوانه‌زنی است. تیمارهای سرمادهی ۳۰ روز باعث افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی در اکثر گونه‌ها شده که مابقی شاخص‌های جوانه‌زنی را نیز تحت تاثیر خود قرار داده و در نهایت سبب کاهش درصد جوانه‌زنی شده است. احتمالاً افزایش بازدارنده‌های جوانه‌زنی (ABA) و یا تخریب اندوخته غذایی توسط میکروارگانیسم‌ها عامل کاهش درصد جوانه‌زنی است (Davies et al., 2011).

پاسخ‌های متنوع گونه‌ها را به تیمارهای شکست خواب، می‌توان به نوع اکوتیپ نسبت داد. در حقیقت میزان خواب بذر وابسته به شرایط آب و هوایی اقلیم و زادگاه بذر تغییر می‌کند و به طور قابل ملاحظه‌ای از اکوتیپی به اکوتیپ دیگر متفاوت است (Rostami poor et al., 2015).

نتیجه‌گیری

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت بذرهای گونه‌های مطالعه شده بجز گونه *A. caragana* دارای هر دو نوع خواب فیزیکی و فیزیولوژیکی هستند و تیمارهای

Reference

- Agh, K., M. Mohammad Esmaili, H. Hossinimoghaddam, and H. Mostafalo. 2017.** The effect of different treatments on seed dormancy and germination of *Astragalus podolobus*. *Nova Biologica Reperta*. 4:147-154. (In Persian, with English Abstract)
- Arbaban, S., M. Moghanlo, and A. Majd. 2010.** Study of the methods of seed dormancy breaking in the species. *J. Biol. Sci. Islamic Azad University Zanjan Branch*. 7:45-50. (In Persian)
- Azimi, M. S., M. Mesdaghi, M. Farahpoor, H. Reiazi, and M. Irvani. 2015.** Study on ecology of species *Astragalus adscendens* in Isfahan Feridounshahr. *Iranian J. Range Desert Res*. 12:499-524. (In Persian)
- Barreto, L. C., F. M. Santos, and Q. S. Garcia. 2016.** Seed dormancy in *Stachytarpheta* species (Verbenaceae) from high-altitude sites in south-eastern Brazil. *Flora-Morphology, Distrib. Functional Ecol.Plants*. 225:37-44.
- Baskin, J. M., and C. C. Baskin. 2004.** A classification system for seed dormancy. *Seed Sci. Res*. 14:1-16.
- Casave, E., and M. Toselli. 2007.** Hydropriming as a pre-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions. *Seed Sci. Technol*. 35:88-98.
- Cousins, S., E. Witkowski, and D. Mycock. 2014.** Seed storage and germination in *Kumara plicatilis*, a tree aloe endemic to Mountain Fynbos in the Boland, south-western Cape, South Africa. *South Afr. J. Bot*. 94:190-194.

منابع

- Dastanpoor, N., H. Fahimi, M. Shariati, S. Davazdahemami, and S. M. M. Hashemi. 2013.** Effects of hydropriming on seed germination and seedling growth in sage (*Salvia officinalis* L.). *Afr. J. Biotechnol.* 12:1223-1228.
- Davies, F. T., R. Geneve, D. E. Kester, and H. T. Hartmann. 2011.** Hartmann and Kester's plant propagation: principles and practice. Prentice Hall, New Jersey.
- Dehghani Bidgholi, R., A. Bakhshandeh Frahbakhsh, and S. A. Hosini. 2017.** The effects of pretreatment on seed germination characteristics of three species of *Astragalus* (*Astragalus* sp.). *J. Seed Res. Islamic Azad University, Ghorghan Branch.* 7:9-16. (In Persian)
- Ellis, R., and E. Roberts. 1981.** The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Sci. and Technol.* 9: 373-409.
- Elias, S., A. Garay, L. Schweitzer, and S. Hanning. 2006.** Seed quality testing of native species. *Native Plants J.* 7:15-19.
- Finkelstein, R., W. Reeves, T. Ariizumi, and C. Steber. 2008.** Molecular aspects of seed dormancy. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59:387-415.
- Ghomeshi Bozorg, P., M. R. Vahabi, and M. Fazilati. 2010.** Quality survey on gum tragacanth from *Astragalus gossypinus* Fischer in west region of Isfahan province. *Iranian J. Med. Aromatic Plants.* 27:668-680. (In Persian, with English Abstract)
- Isavand, H., H. Madah Arefi, and R. Tavakol -Afshari. 2005.** Study of dormancy breakage and germination in seeds of *Astragalus siliquosus*. *Iranian J. Rangelands and Forests Plant breeding and Genetic Res.* 13:67-84. (In Persian)
- Khayat Moghadam, M., F. Aghah, and R. Sadr Abadi Haghghi. 2014.** Effective methods of increased germination and dormancy breaking in *Astragalus cicer* L. *J. Seed Res. Islamic Azad University, Ghorghan Branch.* 21:2-27. (In Persian)
- Masomi, A. 2005.** *Astragalus* of Iran Research Institute of Forests and rangelands. (In Persian)
- Masoomi, A. 1999.** *Astragalus* of Iran Research Institute of Forests and rangelands. (In Persian)
- Mazhari, M., M. Tadayon, and A. Tadayon. 2015.** Effect of Chilling, Temperatures and Light Treatments on Seed Germination of Some Weed Species. *J. Weed Ecol.* 3: 23-29.
- Nematollah, E., H. Maryam, and Z. Najmeh. 2011.** Optimizing seed germination threatened endemic. *Afr. J. Agric. Res.* 6(25): 5650-5655.
- Patanè, C., and F. Gresta. 2006.** Germination of *Astragalus hamosus* and *Medicago orbicularis* as affected by seed-coat dormancy breaking techniques. *J. Arid Environ.* 67:165-173.
- Rostami poor, A., A. Moradi, H. R. Esavand, and M. Nasiri. 2015.** Seed dormancy determination and breaking in three different ecotypes of *Astragalus cyclophyllus*. *Iranian J. Seed Sci. Technol.* 4:51-56. (In Persian)
- Rouhi, H., K. Shakarami, and R. Tavakkol Afshari. 2010.** Seed treatments to overcome dormancy of waterlily tulip (*Tulipa kaufmanniana* Regel.). *Aust. J. Crop Sci.* 4:718-721.
- Salehi Eskandari, B., S. M. Ghaderian, R. Ghasemi, and H. Schat. 2017.** Optimization of seed germination in an Iranian serpentine endemic, *Fortuynia garcinii*. *Flora.* 231:38-42.
- Statwick, J. M. 2016.** Germination pretreatments to break hard-seed dormancy in *Astragalus cicer* L. (Fabaceae). *Peer J.* 4:e2621. Doi: 10.7717/peerj.2621
- Tavili, A., M. Abasi Khalaki, and M. Moameri. 2012.** The effect of different methods on seed germination and dormancy seedling characteristics *Astragalus gossypinus*. *J. Seed Sci. Tec. Iran.* 1:64-72. (In Persian)
- Vaisi, G., A. Mohtadi, and A. Moradi. 2018.** The effect of different treatments on seed germination and dormancy breaking in seeds of *Gundelia tournefortii*. *Nova Biologica Reperta.* 5:26-37. (In Persian, with English Abstract)
- Zare Kia, S., A. A. Jafari, E. Zandi Esfahan, and L. Fallah Hosseini. 2013.** Study on germination of some perennial herbaceous *Astragalus*. *Iranian J. Range Desert Res.* 20:88-100.