Archive of SID.ir

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 52, No 2, Summer 2021 (133-144)
DOI: 10.22059/IJFCS.2020.277612.654591

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۰ (ص۱۴۴-۱۳۳)

ارزیابی اثر تیمارهای مختلف بر شکست خواب بذر گیاه بادآورد (*Notobasis syriaca*) به‌عنوان اولین گزارش در ایران

احمد زارع* و سید امیر موسوی

استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، باوی، ملاثانی، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۹ – تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۱۱)

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تیمارهای مختلف بر شکست خواب بذر گیاه بادآورد، دو آزمایش جداگانه در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سال ۱۳۹۶ با سه تکرار انجام گرفت. آزمایش اول شامل نه تیمارهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی (شاهد، خراش‌دهی سطحی، خراش‌دهی سخت، سرمادهی مرطوب به مدت یک و دو هفته دردمای چهار درجه سلسیوس، خیساندن با آب داغ به مدت دو ساعت بدون خراش‌دهی، خیساندن با آب مقطر در دمای ۲۵ درجه به مدت دو ساعت با خراش‌دهی، تیمار اسید سولفوریک غلیظ به مدت شش و ۱۲ دقیقه) در قالب طرح کاملاً تصادفی بود. آزمایش دوم به صورت فاکتوریل و شامل تیمارهای هورمونی (جیبرلیک اسید در غلظت‌های صفر، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و مدت زمان پرایمینگ در دو زمان ۱۲ و ۲۴ ساعت) در قالب طرح کاملاً تصادفی بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۴۰ درصد) در شرایط قرارگیری بذرها در اسید سولفوریک غلیظ به مدت ۱۲دقیقه بود. نتایج آزمایش دوم نشان داد که کاربرد جیبرلیک اسید برای ۱۲ ساعت در تمامی غلظت‌ها، منجر به ۱۰۰ درصد جوانه‌زنی شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی در مدت ۲۴ ساعت (۴۷ درصد)، در غلظت ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی ام مشاهده شد. با افزایش غلظت جیبرلیک اسید، زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T_{50}) در تیمار ۱۲ ساعت به صورت خطی کاهش یافت و از ۳۱ ساعت در ۲۰۰ پی‌پی‌ام، به ۱۹ ساعت در ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام رسید. در تیمار ۲۴ ساعت پرایمینگ، T_{50} از تابع گوسین تبعیت نمود و بیشترین زمان لازم برای دست‌یابی به T_{50} در ۶۰۰ پی‌پی‌ام (۹۲ ساعت) به دست آمد. نتایج نشان داد که در تیمار ۱۲ ساعت پرایمینگ، بیشترین شاخص ویگور، به غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام پس از ۱۲ دقیقه تیمار اسید سولفوریک تعلق داشت. غوطه‌ورکردن بذرها به مدت ۱۲ دقیقه در اسید سولفوریک و پرایمینگ جیبرلیک اسید با ۴۰۰ پی‌پی ام به مدت زمان ۱۲ ساعت جهت شکست خواب و افزایش شاخص ویگور بادآورد توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسید سولفوریک، جیبرلیک اسید، درصد جوانه‌زنی، سرمادهی، شاخص ویگور.

Effects of different treatments on seed dormancy breaking in Syrian Thistle (*Notobasis syriaca*) as the first report in Iran

Ahmad Zare* and Amir Moosavi

Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. Bavi, Mollasani, Iran., Bavi, Mollasani, Iran

(Received: March 10, 2019 - Accepted: August 1, 2020)

ABSTRACT

To evaluate the effects of different treatments on seed dormancy breaking of Notobasis, two separate experiments were conducted at Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, in 2017 with three replications. The first experiment included nine physical, mechanical and chemical treatments (control, surface scarification, intense scarification, one and two weeks of chilling at 4°C, soaking into hot water for two hours without scarification , soaking in 25°C distilled water for two hours with scarification and acid treatment for six and 12 minutes) based on completely randomized designs (CRD). The Second experiment was hormone priming arranged as a factorial experiment based on completely randomized design with gibberellin concentrations (0, 200, 400, 600, 800 and 1000 ppm) and priming duration (12 and 24 hour) as the treatments. The highest seed germination (40%) obtained from 12 minutes of acid treatment. Results showed that seed germination reached to 100% after priming seeds with GA3 concentrations for 12 hours. However, increase the priming durations to 24 hours, significantly declined seed germination to 47% in 200 and 400 ppm of GA3 concentrations. The Increase of GA3 concentrations in 12 hours led to a linear reduction of T50 from 31 hours in 200 ppm to 19 hours in 1000 ppm). In 24 hours of priming treatment, T50 followed a Gaussian function and the highest T50 (92 hours) was obtained from 600 ppm. It is recommended to immerse the seeds for 12 minutes in sulfuric acid and prime with 400 ppm GA3 acid for 12 hours to break dormancy and increase the vigor index.

Keywords: Chilling, germination percentage, gibberrelin, sulfuric acid, vigor index

* Corresponding author E-mail: ahmadzare@asnrukh.ac.ir

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدمه

خواب بذر به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های پراکنش و بقای گیاهان شناخته می‌شود (Fenner, 2012). از نظر تعریف، خواب بذر ناتوانی موقت بذر زنده برای انجام و تکمیل فرایند جوانه‌زنی، تحت شرایط مطلوب و مناسب محیطی است (Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006). از جمله اصلی‌ترین عوامل ایجاد کننده خواب بذر، ساختارهای آناتومیک پوسته می‌باشد که شامل آندوسپرم و تستا (پوسته بذر) است و این اجزا ممکن است به تنهایی و یا به صورت ترکیبی، در حالات مختلف خواب بذر مشارکت داشته باشند (Baskin & Baskin, 2004).

تاکنون روش‌های مختلفی به‌منظور رهایی از خواب بذر و افزایش جوانه‌زنی بذر به‌کار برده شده است. برای نمونه، نتایج تحقیقات Solichatun *et al.* (2016) مبنی بر شکست خواب گل طاووسی (*Delonix regia*) نشان داد که بهترین تیمار فیزیکی برای شکست خواب، غوطه‌ور نمودن بذرها به مدت پنج دقیقه در آب جوش ۹۸ درجه سلسیوس بود. همچنین کاربرد ۱۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید، منجر به افزایش جوانه‌زنی (۲۲ درصد) نسبت به سایر تیمارهای هورمونی شد (Solichatun *et al.*, 2016). نتایج تحقیقات Khajeh-Hosseini *et al.* (2011) روی ۲۰ گونه علف‌هرز نشان داد که بذرهای شش گونه، جوانه‌زنی بالایی داشتند و احتمالا دارای خواب نبودند، اما اسید سولفوریک، خواب بذرهای تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*)، سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، سلمه (*Chenopodium album*) و خارشتر (*Alhagi* sp) را بر طرف نمود و خواب بذرهای خردل وحشی (*Sinapis arvensis*)، یولاف‌وحشی (*Avena Laevigata*)، ناخنک (*Goldbachia Laevigata*) و قدومه (*Allysum* sp) توسط سرمادهی برطرف شد. تیمار نیترات پتاسیم، باعث جوانه‌زنی بذرهای علف‌شور (*Salsola nitraria*)، سوروف و فالاریس (*Phalaris minor*) شد. همچنین مشخص شد که تیمار آب گرم ۶۵ درجه به مدت نیم‌ساعت، خواب بذر گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*) را از بین برد. نتایج تحقیقات Alebrahim *et al.* (2011) مبنی بر کاربرد تیمارهای شیمیایی بر شکست خواب علف‌هرز کهورک (*Prosopis farcta*) نشان داد که کاربرد اسید سولفوریک به مدت ۳۰ و ۵۰ دقیقه برای دو توده برازجان و کاشمر مناسب بودند. استفاده از تیمارهای هورمونی، باعث بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان از جمله کاتالاز و پراکسیداز می‌شود (Siadat *et al.*, 2011, 2012). نتایج به‌دست آمده از مطالعه (Tavili *et al.*, 2010) نشان داد که تیمار پرایمینگ می‌تواند جوانه‌زنی بذرهای ژنوتیپ‌های بروموس را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشد. تحقیقات تیمارهای مختلف بر شکست خواب شش علف‌هرز یک ساله از خانواده آستراسه نشان داد که سه علف‌هرز *Guizotia scabra*، *Parthenium hysterophorus* و *Verbesina encelioides* تحت تاثیر چینه‌سرمایی، دودندان (*Bidens pilosa*) و گالینسوگا (*Galinsoga parviflora*) به‌وسیله چینه گرمایی و جعفری معطر (*Tagetes minuta*) به‌وسیله نگهداری در انبار خشک، خواب بذرشان کاهش یافت (Karlsson *et al.*, 2008).

فلور غنی کشور عزیزمان ایران، نمونه‌های فراوانی از گیاهان را شامل می‌شود که تاکنون بررسی جامعی در خصوص زیست‌شناسی بذر و جوانه‌زنی آن‌ها انجام نشده است. برای مثال، گیاه بادآورد با نام علمی *Notobasis syriaca* (L.) از خانواده کلاهپرک‌سانان (کمپوزیته) است که گیاهی یک‌ساله و علفی، با ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر، دارای برگ‌های مستطیلی، گلبرگ‌های صورتی و ارغوانی می‌باشد (Jeanes, 1999) و در استان خوزستان در مزارع گندم دیم و در اطراف مزارع مشاهده و حضور دائم دارد (شکل ۱). در خصوص زیست‌شناسی جوانه‌زنی بذر این گیاه، به‌نظر می‌رسد که هیچ‌گونه گزارش و تحقیق مستند و قابل دسترسی (داخل و خارج کشور) وجود ندارد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

شکل ۱- تصویر گل آذین و برگ‌های انتهایی گیاه *Notobasis syriaca* L. (ثبت شده توسط نویسندگان در شهرستان باوی، ملاثانی)

Figure 1. Image of *Notobasis syriaca* L. (Recorded by authors, Bavi, Mollasani)

ظهور این گیاه در مزارع گندم و غلات زمستانه در خوزستان، آن را به‌عنوان یک علف‌هرز رو به گسترش مطرح نموده است؛ اگرچه بررسی‌های پژوهشگران این مقاله، پیشنهاداتی در خصوص پتانسیل مطرح شدن این گیاه به‌عنوان یک گیاه ویژه که دارای خواص داروئی نیز می‌باشد را مطرح می‌نماید. از این رو، در مراحل اولیه، شناخت زیست‌شناسی و خصوصیات بذر این گیاه می‌تواند مفید باشد. بنابراین هدف از انجام این تحقیق، بررسی تیمارهای مختلف بر شکست خواب بذر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تیمارهای مختلف فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی و هورمونی برشکست خواب بذر گیاه بادآورد، پژوهشی به صورت دو آزمایش جداگانه در سه تکرار، در سال ۱۳۹۶ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام گرفت.

جمع آوری بذرها

پس از برداشت، کاپیتول‌های رسیده و باز شده این گیاه در اواسط اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ از بوته‌های رسیده بادآورد از اطراف مزارع شهرستان باوی- ملاثانی، به آزمایشگاه علوم علف‌های‌هرز دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انتقال داده شدند. کاپیتول‌ها به مدت یک هفته در آزمایشگاه خشک شدند و سپس با کوبیدن، بذرها جداسازی شدند. تست اولیه از بذرها در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد انجام گرفت و بذرها فاقد جوانه‌زنی بودند. بذرها به مدت شش‌ماه در دمای اتاق نگهداری شدند و قبل از آزمایش، دوباره تست جوانه‌زنی روی آن‌ها انجام شد و بذرها فاقد جوانه‌زنی بودند.

آزمایش اول (تیمارهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی)

آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی با نه تیمارهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی شامل شاهد، خراش‌دهی سطحی، خراش‌دهی سخت، سرمادهی مرطوب به مدت یک هفته، سرمادهی مرطوب به مدت دوهفته (به صورت ساندویچی در دمای چهار درجه سلسیوس)، شستشو با آب مقطرداغ (۹۰ درجه سلسیوس) به مدت دوساعت بدون خراش‌دهی، شستشو با آب مقطر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت دوساعت با خراش دهی، تیمار اسید سولفوریک غلیظ (۹۶ درصد) به مدت شش دقیقه و تیمار اسید سولفوریک غلیظ به مدت ۱۲ دقیقه اجرا شد، تیمار اسیدشویی به روش Pe *et al*., (1975) انجام گرفت. خراش‌دهی سطحی بروی سمباده و با نیروی بسیار کم انجام شد و در خراش‌دهی سخت

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بروی کاغذ سمباده با نیروی بیشتر و زمان بیشتری اجرا شد.

آزمایش دوم (هورمون پرایمینگ)

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. تیمار هورمون پرایمینگ (جیبرلیک اسید در غلظت‌های صفر، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) به‌عنوان عامل اول و مدت زمان پرایمینگ در دو زمان ۱۲ و ۲۴ ساعت به‌عنوان عامل دوم در نظر گرفته شد. از پتری دیش‌هایی به قطر ۱۰ سانتی‌متر و دو عدد کاغذ صافی واتمن به‌عنوان بستر جوانه‌زنی استفاده شد (ISTA, 2013). درون هر پتری-دیش، ۲۵ عدد بذر قرار داده شد و سپس به‌منظور انجام جوانه‌زنی، پتری‌ها درون ژرمیناتور با تنظیم دمای ۲۰ درجه سلسیوس (ثابت) قرار داده شدند. مدت زمان روشنایی و تاریکی به‌ترتیب ۱۶ و هشت ساعت در نظر گرفته شد. شمارش بذرهای جوانه‌زده، هر ۱۲ ساعت انجام گرفت و شمارش بذرها تا ۱۴ روز ادامه داشت و خروج دو میلی‌متر ریشه‌چه به‌عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (ISTA, 2013). قابل ذکر است که در آزمایش دوم و بر اساس نتایج آزمایش اول، بذرها در ابتدا ۱۲ دقیقه در اسید سولفوریک قرار گرفتند و سپس پیش تیمار شدند. شاخص بنیه یا ویگور بذر، از حاصلضرب درصد جوانه‌زنی در طول گیاهچه به‌دست آمد.

سرعت جوانه‌زنی، با استفاده از معادله ۱محاسبه شد (Ranal and Santana, 2006)

$$GR = \Sigma \frac{N_i}{T_i}$$ معادله ۱

که در آن، N_i: تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز و T_i: تعداد روزها پس از آزمایش بود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد انجام گرفت. برای برازش روند جوانه‌زنی تجمعی به معادله سیگموئید سه پارامتره (معادله ۲)، از نرم افزار سیگماپلات (نسخه ۱۴) استفاده شد.

معادله (۲)

$$G = \frac{a}{1+exp(-b(T-T50))}$$

در این معادله، a: حداکثر جوانه‌زنی، b: شیب خط و T_{50}: زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی بود.

میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده، با استفاده از ضریب تبیین(R^2) و همچنین ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE[1]) تعیین شد (معادله۳). در واقع RMSE ، شاخصی است که اختلاف نسبی بین مقادیر شبیه سازی‌شده و مشاهدات را نشان می‌دهد و توصیفی از قابلیت پیش‌بینی مدل ارائه می‌نماید (Timmermans *et al*., 2007).

$$RMSE = \sqrt{\left(\frac{1}{n}\right)\sum(Y_{obs} - Y_{pred})^2}$$ معادله (۳)

که در آن، Y_{obs}: مقادیر مشاهده شده، Y_{pred}: با مقادیر پیش‌بینی شده و N: تعداد مشاهدات است.

هر چه مقدار RMSE کمتر باشد نشان‌دهنده آن است که مدل، برازش مناسب‌تری داشته است.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش اول

درصد جوانه‌زنی

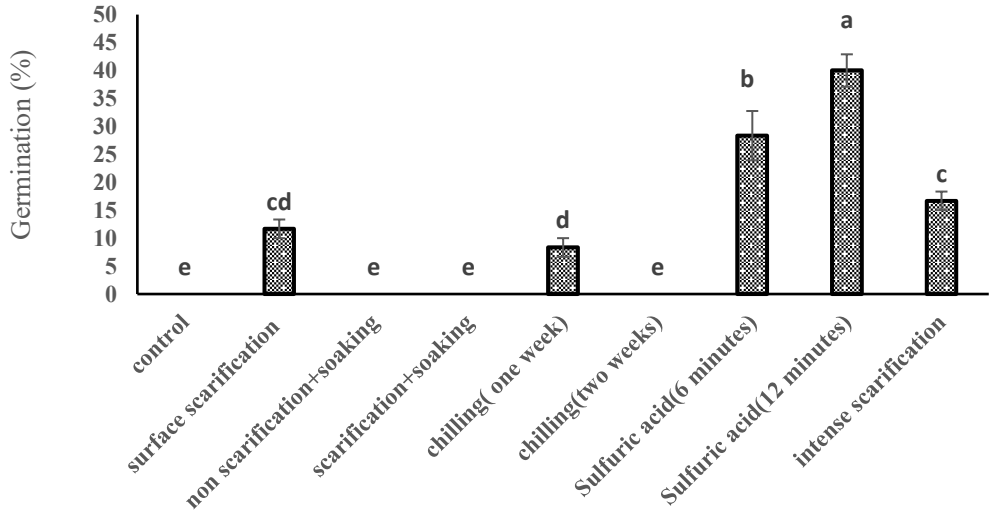
نتایج نشان داد که استفاده از تیمارهای شکست خواب بذر علف‌هرز بادآورد، باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شد، به‌طوری‌که استفاده از اسید سولفوریک غلیظ (۹۶٪) به-مدت ۱۲ دقیقه توانست بیشترین میزان جوانه‌زنی (۴۰٪) را ایجاد نمود (شکل ۲)؛ این درحالی بود که با کاهش زمان تیمار اسید سولفوریک به شش دقیقه، درصد جوانه‌زنی به ۲۸ درصد رسید که اختلاف معنی-داری در مقایسه با ۱۲ دقیقه اسیدشویی داشت (شکل۲). البته نتایج بیانگر این واقعیت بود که تمامی تیمارهای فیزیکی شکست خواب بذر نمی‌توانند باعث جوانه‌زنی در بذر بادآورد شوند. در تیمار خیساندن در آب داغ بدون خراش‌دهی، خیساندن در آب ۲۵ درجه

[1] Root Mean Square Error

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

سلسیوس همراه با خراش‌دهی و سرمادهی مرطوب به مدت دو هفته، هیچ جوانه‌زنی را در پی نداشتند که از این نظر، با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند و دلیل عدم جوانه‌زنی، احتمالاً وجود موسیلاژ فراوانی بود که در تیمارهای خیساندن و سرمادهی مرطوب، دو هفته در اطراف بذرها وجود داشت (شکل۳). نکته جالب این بود که تیمار سرمادهی مرطوب به مدت یک هفته، منجر به افزایش هشت درصدی جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب شد (شکل۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی اثر تیمارهای شکست خواب بذر بادآورد

Figure 2. Mean comparisons of dormancy breakage treatment effects on Notobasis seed germination

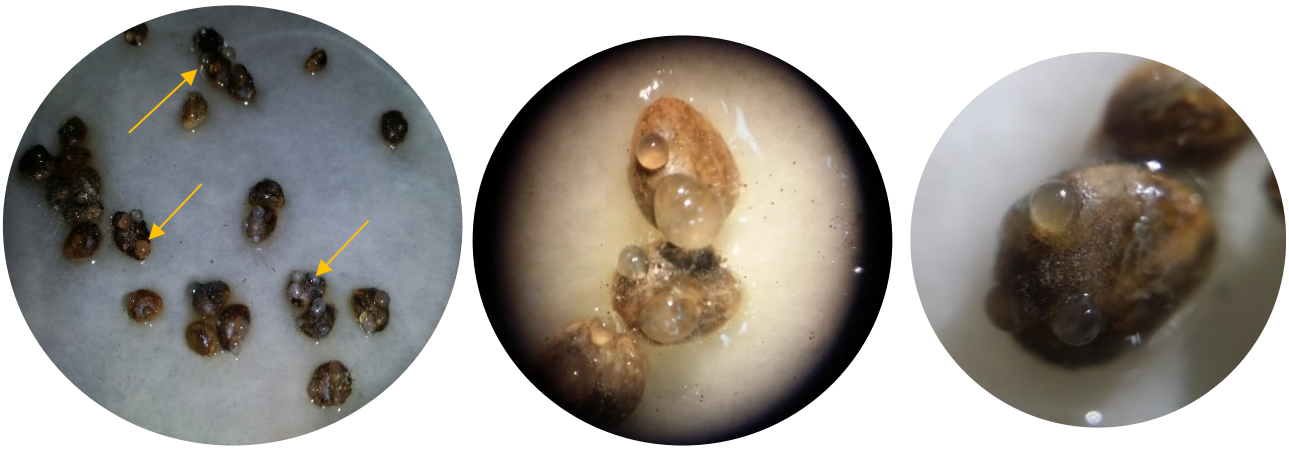
تیمار خراش‌دهی سخت، سبب افزایش درصد جوانه‌زنی در مقایسه با خراش‌دهی سطحی شد، به‌طوری‌که در خراش‌دهی شدید، درصد جوانه‌زنی ۱۶ و در خراش‌دهی سطحی ۱۱ درصد به‌دست آمد (شکل ۲). در هنگام انجام آزمایش جوانه‌زنی مشخص شد که مقدار قابل توجهی از موسیلاژ متراکم از پوسته بذر به بیرون تراوش می‌کند که این مقدار، برای خود پژوهشگران این مطالعه بسیار قابل توجه و جالب بود (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد که وجود موسیلاژ، باعث محدود شدن نفوذ آب و اکسیژن به درون بذر می‌شود و دلیل اصلی عدم توانایی جوانه‌زنی بادآورد، غلظت زیاد و مقدار قابل توجه موسیلاژ و همینطور سختی پوسته بذر می‌باشد. البته مزیت تیمار اسید سولفوریک در این مورد است که احتمالا این ماده شیمیایی می‌تواند ترکیبات موسیلاژ را تجزیه کند و ورود آب و اکسیژن را به درون بذر تسهیل نماید. همچنین این تیمار قادر است تا پوسته سخت بذر را که خود مانع مکانیکی برای جوانه‌زنی محسوب می‌شود نیز برطرف نماید.

سرعت جوانه‌زنی

بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای اسیدشویی مشاهده شد که به‌ترتیب برابر ۰/۶۱ و ۰/۵۲ بذر در روز به‌دست آمد. کمترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار سرمادهی مرطوب به مدت یک هفته (۰/۱۶ بذر در روز) مشاهد شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی نداشت (شکل ۴).

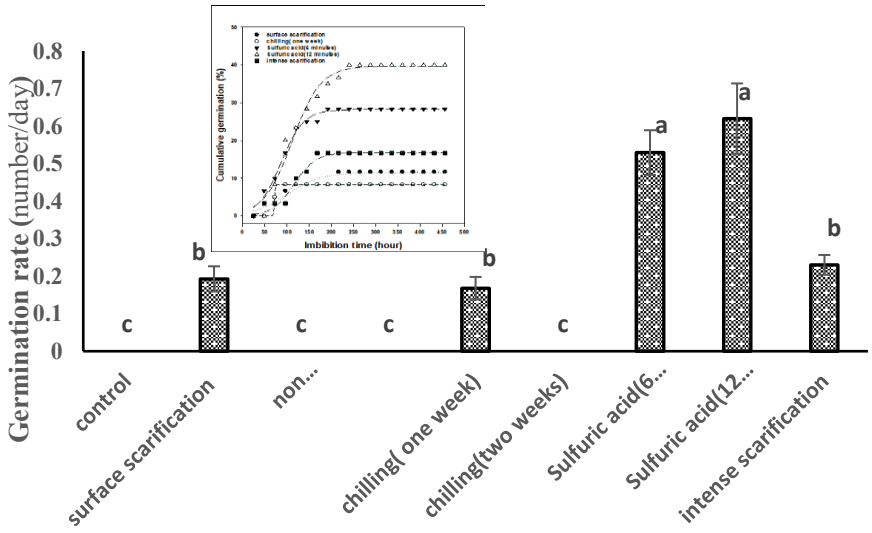
Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۳- تجمع موسیلاژ متراکم بر روی پوسته بذر
Figure 3. Mucilage accumulations on seed coat

بر اساس نتایج به‌دست آمده، مشخص شد که با وجود رفع ممانعت مکانیکی پوسته در تیمار خراش‌دهی، همچنان عامل محدود کننده جوانه‌زنی یعنی موسیلاژ وجود داشت. این ترکیب در حضور اسید سولفوریک، احتمالا تخریب و در نتیجه سرعت ورود آب و تبادلات گازی و همینطور خروج ترکیبات بازدارنده شیمیایی مانند برخی فنل‌ها از بذر به محیط بیرونی تسهیل شده است و جوانه‌زنی سریعتر و با کیفیت بیشتری را در پی داشته است (Tao *et al.*, 2000). برازش مدل سیگموئیدی سه پارامتره به داده‌های جوانه‌زنی تجمعی که منعکس کننده سرعت جوانه‌زنی در واحد زمان می‌باشد، نشان می‌دهد که با افزایش زمان پس از آبنوشی، سرعت جوانه‌زنی به صورت سیگموئیدی افزایش یافت. در تیمار کاربرد اسید سولفوریک به مدت شش و ۱۲ دقیقه، به‌ترتیب در زمان‌های ۸۶ و ۱۱۱ ساعت (پارامتر T_{50}) به ۵۰ درصد جوانه‌زنی خود (۲۸ درصد) و (۳۹ درصد) دست یافت. همچنین در تیمارهای خراش‌دهی سطحی و سخت، این مقادیر برابر ۱۰۱ و ۱۱۵ ساعت بود (جدول ۱).



شکل ۴- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر تیمارهای شکست خواب بذر بادآورد
Figure 4. Mean comparisons of the effects of dormancy breakage treatments on Notobasis germination rate

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۱- پارامترهای برازش مدل سیگموئیدی سه پارامتره به جوانه‌زنی بذر بادآورد

Table 1. Estimated parameters of sigmoid model fitted to Notobasis seed germination

	Cumulative germination				
Treatment	a (%)	b	T_{50} (hour)	$R^{sqr(adj)}$	RMSE
Surface scarification	11.54(0.36)	38.22(7.57)	101.32(8.09)	0.91	1.12
Chilling(one week)	8.33(0.16)	0.98(0.22)	71.62(1.45)	0.99	0.83
Sulfuric acid(6 minutes)	28.23(0.27)	25.50(1.92)	86.14(2.13)	0.98	0.93
Sulfuric acid(12 minutes)	39.71(0.65)	32.01(3.41)	111.46(3.84)	0.97	2.04
Intense scarification	16.82(0.29)	24.55(3.20)	115.51(3.66)	0.97	0.97

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد.

Numbers in the parenthesis indicate the standard error.

نتایج آزمایش دوم

نتایج تیمار پرایمینگ بذر با هورمون جیبرلیک اسید نشان داد که زمان تیمار، عامل بسیار تعیین کننده در افزایش جوانه‌زنی بذر بادآورد بود. هورمون پرایمینگ در تمامی غلظت‌های جیبرلیک اسید به مدت زمان ۱۲ ساعت، باعث شد تا درصد جوانه‌زنی بذرهای اسیدشویی شده به ۱۰۰ درصد برسد و حال این‌که افزایش مدت زمان پرایمینگ، سبب کاسته شدن درصد جوانه‌زنی شد که این کم شدن در غلظت‌های بالاتر محسوس‌تر بود. برای مثال در تیمار ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید به مدت ۲۴ ساعت، درصد جوانه‌زنی به‌ترتیب برابر ۵۵ و ۵۸ درصد بود، درحالی‌که در غلظت ۸۰۰ پی‌پی‌ام، جوانه‌زنی به زیر ۳۰ درصد کاهش یافت (شکل۵). به‌نظر می‌رسد که بیشتر شدن مدت زمان قرار گرفتن بذرها در محلول جیبرلیک اسید، باعث برهم خوردن تعادل متابولیک و هورمونی بذرها شده است و در نتیجه فرایندهای تحریک شده جوانه‌زنی، شروع به تغییر کرده است و در نهایت باعث کاهش جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده به مدت ۲۴ ساعت شده است.

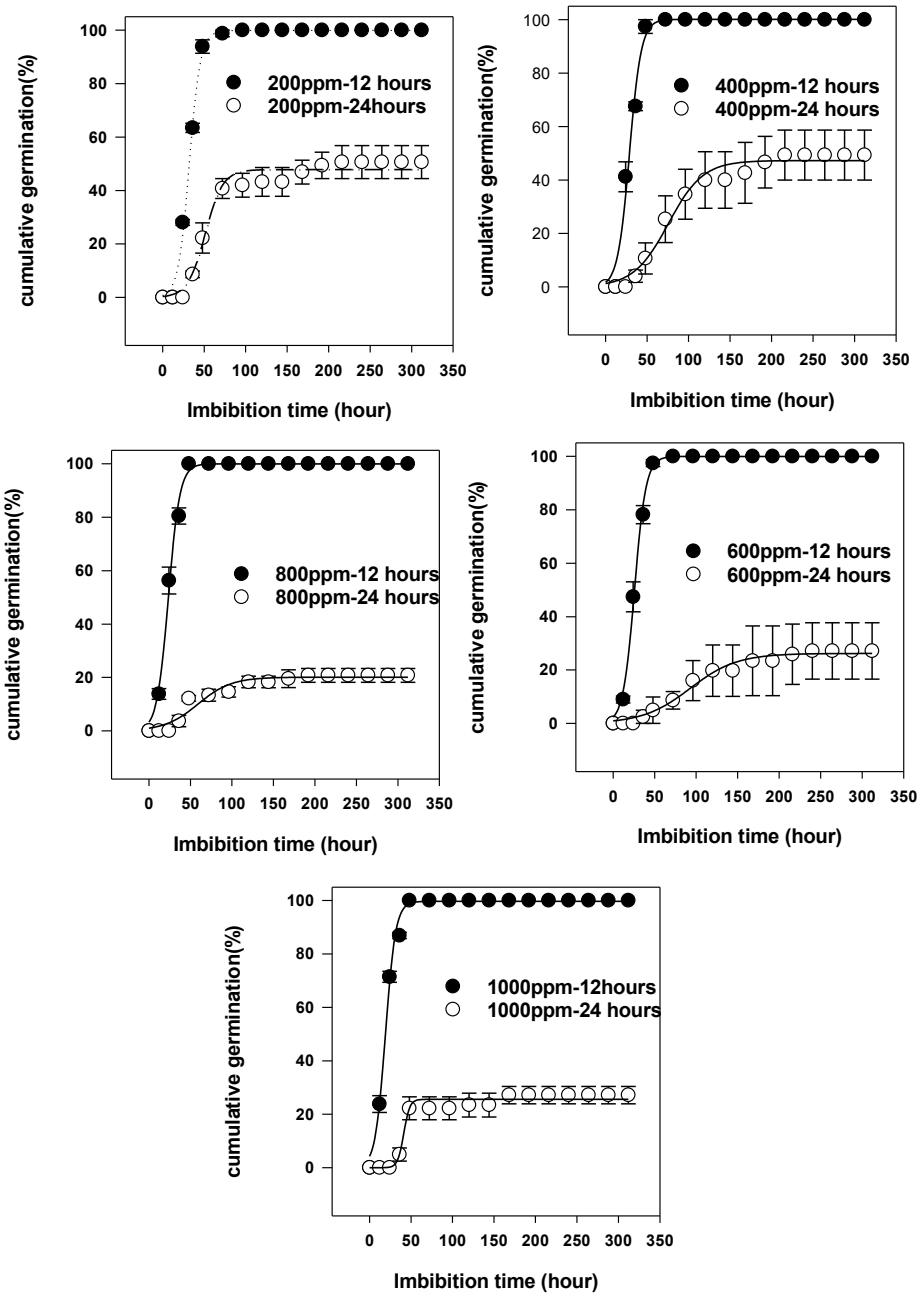
تخمین پارامترهای برازش معادله سیگموئیدی (سه پارامتره) به داده‌های جوانه‌زنی نشان داد که افزایش زمان پرایمینگ به مدت زمان ۲۴ ساعت، باعث شد تا زمان دستیابی به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی در پرایمینگ با ۶۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید به بیش از ۳/۵ برابر افزایش یابد؛ یعنی از ۲۵ ساعت (۱۲ ساعت پرایمینگ) به ۹۲ ساعت (۲۴ ساعت پرایمینگ) برسد (جدول ۲). بر اساس پارامتر a، پیش‌بینی حداکثر جوانه‌زنی نشان داد که در شرایط تیمار بذرها با جیبرلیک اسید به مدت ۱۲ ساعت در تمامی غلظت‌ها، بذر گیاه بادآورد دارای ۱۰۰ درصد جوانه‌زنی بود، اما در ۲۴ ساعت پرایمینگ، نتایج بسیار قابل توجه بود، به‌طوری‌که حداکثر جوانه‌زنی، ۴۷ درصد بود و با افزایش مدت زمان پرایمینگ از ۱۲ به ۲۴ ساعت، جوانه‌زنی در تمامی غلظت‌های جیبرلیک اسید کاهش یافت. نکته جالب‌تر این که در شرایط ۲۴ ساعت پرایمینگ در غلظت بالاتر (۸۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام)، جوانه‌زنی بادآورد به کمترین مقادیر خود، به‌ترتیب ۲۰ و ۲۵ درصد رسید (جدول۲).

برآورد پارامتر T_{50} (براساس ساعت)، زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، نشان داد که در تیمار ۱۰۰۰ پی-پی‌ام جیبرلیک اسید به مدت زمان ۱۲ ساعت، ۵۰ درصد جوانه‌زنی در ۱۹ ساعت اول به‌دست آمد. زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه زنی‌در شرایط پرایمینگ بذرها با جیبرلیک اسید به مدت ۱۲ ساعت، به‌ترتیب در غلظت‌های ۸۰۰ (۲۳ ساعت)، ۶۰۰ (۲۵ ساعت)، ۴۰۰ (۲۸ ساعت) و ۲۰۰پی‌پی‌ام (۳۱ ساعت) بود (جدول۲). بر اساس شکل (۶)، زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی در شرایط ۱۲ و ۲۴ ساعت پرایمینگ نشان داد که در شرایط پرایمینگ به مدت زمان ۱۲ ساعت، روند به‌صورت خطی بود و با افزایش غلظت هورمون جیبرلیک اسید، زمان رسیدن به‌صورت خطی کاهش یافت و زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، با شیب ۰/۰۱۵ کاهش یافت. در شرایط پرایمینگ بذرها به مدت ۲۴ ساعت با جیبرلیک اسید، روند تغییرات از تابع گوسین تبعیت نمود، به‌طوری‌که بیشترین زمان مورد نیاز برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، در تیمار ۶۰۰ پی‌پی‌ام (۹۲ ساعت) بود و با افزایش غلظت

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جیبرلیک اسید از ۶۰۰ پی‌پی‌ام روند مجددا نزولی بود (شکل ۶).



شکل ۵- اثر تیمار هورمون پرایمینگ بر جوانه‌زنی بذرهای اسیدشویی شده بادآورد

Figure5. Effect of hormone priming on acid stratified seeds of Notobasis

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

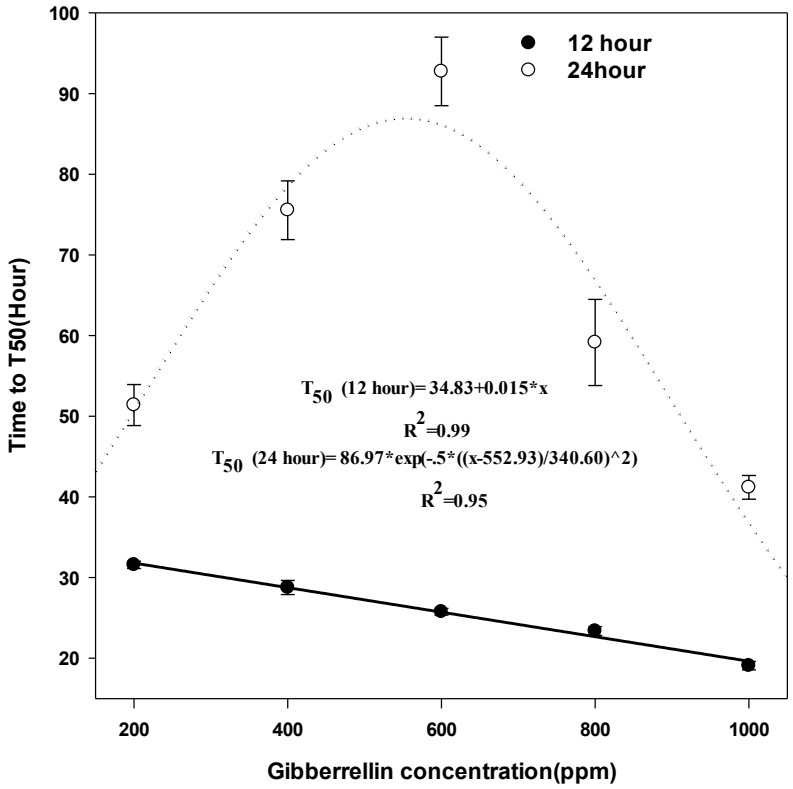
جدول ۲- برآورد پارامترهای برازش مدل سیگموئیدی سه پارامتره به جوانه‌زنی تجمعی بذر بادآورد پس از هورمون پرایمینگ

Table 2. Estimated parameters of Notobasis seed Cumulative germination fitted to Sigmoid model after hormone priming

		a (%)	b	T_{50} (hour)	$R^{squr(adj)}$	RMSE
12	200	99.98(0.59)	6.72(0.39)	31.58(0.45)	0.99	1.97
	400	100.00(1.11)	7.09(0.75)	28.77(0.87)	0.98	3.72
	600	99.95(0.52)	6.88(0.36)	25.76(0.41)	0.99	1.78
	800	99.96(0.69)	6.90(0.48)	23.37(0.54)	0.99	2.36
	1000	99.67(0.68)	6.13(0.44)	19.08(0.52)	0.99	2.38
24	200	47.82(1.01)	10.57(2.04)	51.38(2.48)	0.97	3.15
	400	47.26(1.09)	20.89(2.81)	75.54(3.64)	0.97	2.94
	600	26.24(0.65)	28.33(3.31)	92.75(4.25)	0.98	1.52
	800	20.89(0.71)	20.17(4.32)	59.15(5.35)	0.94	1.98
	1000	25.59(0.58)	3.16(0.90)	41.18(1.47)	0.96	1.94

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد.

Numbers in the parenthesis indicate the standard error.



شکل ۶- روند تغییرات زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی در غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید و زمان‌های پرایمینگ

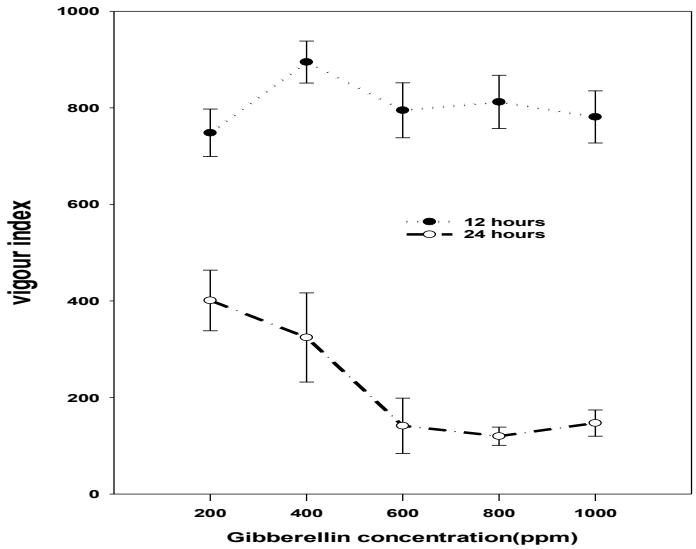
Figure 6. Time to 50% of seed germination under different gibberellic acid concentrations and priming durations

در پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید در زمان ۱۲ و ۲۴ ساعت پرایمینگ، بنیه بذر دارای الگوی کاملا متفاوتی بود. پیش‌تیمار هورمونی به مدت ۱۲ ساعت، الگوی پیک شکلی را در بنیه بذر ایجاد نمود، به‌طوری‌که با افزایش غلظت هورمون جیبرلیک اسید از ۲۰۰ به ۴۰۰ پی‌پی‌ام، بیشترین بنیه بذر به‌دست آمد و سپس در غلظت ۶۰۰ پی‌پی‌ام، کاهش معنی‌داری داشت و در سایر غلظت‌ها نیز روند تقریبا ثابتی را پیدا کرد. نتایج

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بررسی روند تغییرات بنیه بذر تحت تأثیر غلظت‌های جیبرلیک اسید در زمان ۲۴ ساعت پرایمینگ، الگوی کاهشی از ۲۰۰ پی‌پی‌ام به ۶۰۰ پی‌پی‌ام را از خود نشان داد و سپس با روندی کاهشی با شیب تقریبا ملایم، متوقف شد (شکل ۷). بیشترین میزان بنیه بذر در ۱۲ ساعت پرایمینگ و در غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام، برابر ۹۰۰ واحد بود که حدود سه برابر بیشترین بنیه بذر ایجاد شده در زمان ۲۴ ساعت پرایمینگ جیبرلیک اسید (غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام) بود. نتایج نشان داد که بنیه بذر در شرایط پرایمینگ ۱۲ ساعت با جیبرلیک اسید از ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، روند تقریبا ثابتی داشت، اما میزان بنیه در غلظت‌های پایین‌تر جیبرلیک اسید (۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام)، بیشتر شد (شکل ۷).



شکل ۷- روند تغییرات بنیه بذر تحت اثر پرایمینگ جیبرلیک اسید

Figure 7. Changes of seed vigor due to gibberellic acid seed priming treatment

نتیجه‌گیری کلی

عوامل محیطی متعددی از جمله درجه حرارت، گازها و نور می‌توانند میزان خواب و جوانه‌زنی بذرها را تحت تاثیر قرار دهند (Née *et al.*, 2017; Oracz and Karpiński, 2016). جوانه‌زنی بذر اکثر گونه‌های علف‌هرز با دریافت مواد تنظیم کننده رشد گیاهی تحریک می‌شود (Shu *et al.*, 2016; Yanmei *et al.*, 2018). در برنامه-های مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز، توجه به خواب بذر و آگاهی از مکانیزم خواب و نحوه سبز شدن بذرها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Baskin & Baskin, 2004; Graeber *et al.*, 2012). نتایج تحقیقات (Rafieiolhossaini et *al.* (2015) نشان داد که برای برطرف نمودن خواب بذر شیرین بیان، قرارگیری بذرها در آب جوش به مدت دو دقیقه و تیمار غرقاب برای مدت دو روز، مؤثرترین تیمارها بر افزایش درصد جوانه‌زنی می‌باشند. کاربرد تیمارهای شیمیایی و هورمونی (نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید)، تأثیری بر خواب بذرهای شیرین بیان نداشت؛ درحالی‌که هورمون پرایمینگ با جیبرلیک اسید در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، می‌تواند باعث رفع خواب بذرهای باریجه (*Ferula gummosa*) شود (Rouhi *et al.*, 2012).

نتایج تحقیقات Karimojeni *et al.* (2010) بر علف‌هرز تاتوره نشان داد که افزایش جیبرلیک اسید از ۱۰۰ به ۴۰۰ پی‌پی‌ام، درصد جوانه‌زنی را بیش از ۲۰ درصد افزایش داد. همچنین مشخص شد که نور در غلظت‌های بالای جیبرلیک اسید، باعث بازداری از جوانه‌زنی می-شود. نتایج تحقیقات Alebrahim *et al.* (2011) حاکی از اثر مثبت استفاده از اسید سولفوریک به مدت ۲۰ دقیقه بر شکست خواب تلخه (*Acroptilon repens*) بود. شکست خواب علف‌هرز توق توسط KarimMojeni *et al.* (2010) نشان داد که کاربرد اتفون و خراش‌دهی با اسید سولفوریک، هیچ تاثیری بر

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

شکست خواب توق نداشت. نتایج تحقیقات Mazhari *et al.* (2015) روی اثر تیمارهای مختلف دما، سرما و نور بر جوانه‌زنی بذرهای علف‌های‌هرز آجیلیپس، بیدگیاه، دم‌موشی، پیچک، ارزن وحشی، گل گندم و پنجه‌مرغی نشان داد که تیمار سرمادهی به مدت سه هفته در دمای پنج درجه سانتیگراد، باعث بر طرف شدن خواب بذرها شد.

نتایج Vaisi *et al.* (2018) نشان داد که بهترین تیمار شکست خواب کنگر وحشی (*Gundelia tournefortii*)، خراش‌دهی به همراه اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در یک دوره سرمادهی به مدت شش هفته بود. بررسی تیمارهای مختلف شکست خواب بابا آدم (*Arctium lappa*) نشان داد که کاربرد ۰/۲ درصد نیترات پتاسیم و آب داغ ۷۰ درجه سلسیوس، مناسب‌ترین روش برای شکست خواب می‌باشد (Nabaee *et al.*, 2013).

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مکانیسم خواب بذر گیاه بادآورد، از نوع خواب ترکیبی (فیزیکی-فیزیولوژیک) است و برای برطرف کردن آن، ابتدا تیمار اسیدشویی با اسید سولفوریک به مدت ۱۲ دقیقه و سپس استفاده از تیمار پرایمینگ هورمونی با جیبرلیک اسید به غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام و به مدت ۱۲ ساعت لازم است.

سپاسگزاری

این تحقیق، بخشی از طرح پژوهشی مصوب به شماره ۹۶۱/۳۹ می‌باشد. بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان بابت تأمین اعتبار هزینه طرح تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داریم.

REFERENCES

1. Alebrahim, M. T., Kazerooni, E., Khaje-Hosseini, M. & Majd, R. (2011). The effect of sulfuric acid sodium hydroxide on breaking seed dormancy in Mesquite, *The 3th Iranian Weed Science Congress*.Babolsar, 181–184. (In Persian)
2. Alebrahim, M. T., Rashedmihasel, M. H., Meighani, F. & Baghestani, M.A. (2011). Study of dormancy-breaking and optimum temperature for germination of Russian knapweed (*Acroptilon repens L.*). *Journal of Plant Protection*, 24(4), 391-397. (In Persian)
3. Baskin, J. M. & Baskin, C. C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science. Research*, 14, 1–16.
4. Fenner, M.W. (2012). *Seed ecology*. Springer Science & Business Media. (Pp.72-86)
5. Finch-Savage, W. E. & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytology*, 171, 501–523.
6. Graeber, K. A. I., Nakabayashi, K., Miatton, E., Leubner-Metzger, G. & Soppe, W. J. J. (2012). Molecular mechanisms of seed dormancy. *Plant. Cell Environment*, 35, 1769–1786.
7. ISTA, (2013) The International Seed Testing Association (ISTA). http://www.seedtest.org. Accessed 31 Jul 2013.
8. Jeanes, J. A. (1999). Adriana. In 'Flora of Victoria. Vol. 4. Dicotyledons. Cornaceae to Asteraceae'.(Eds NG Walsh, TJ Entwisle) Pp. 79–82.
9. KarimMojeni, H., Zare, A., Keshtkar, E., Rahimian Mashhadi, H. & Alizadeh, H. (2010). Dormancy Breaking of Cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) Seeds. *Iranian Journal of Crop Science*, 41, 503–511. (In Persian).
10. Karimojeni, H., Rahimian Mashhadi, H., Alizadeh, H., Keshtkar, E., Yaghoubi Ashrafi, Z. & Raoufirad, V. (2010). An investigation of environmental factors and plant growth regulators effect on dormancy breaking and stimulation of germination in datura (*Datura stramonium* L.) seeds. *Iranian Journal of Crop Science*, 40(4), 71-79. (In Persian).
11. Karlsson, L. M., Tamado, T., & Milberg, P. (2008). Inter-species comparison of seed dormancy and germination of six annual Asteraceae weeds in an ecological context. *Seed Science Research*, 18(1), 35-45.
12. Khajeh-Hosseini, M., Orooji, K. & Avarseji, Z. (2011). Evaluation of some seed dormancy breaking methods on twenty weeds species. *3rd Iranian Weed Science Congress, Babolsar*, *Iran*, 167–169. (In Persian).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

13. Mazhari, M., Tadayon, M. R. & Tadayon, A. (2015). Effect of chilling, temperatures and light treatments on seed germination of some weed species. *Journal of Weed Ecology,* 3, 23–29. (In Persian)
14. Nabaee, M., Roshandel, P. & Mohammadkhani, A. R. (2013) Effect of chemical treatments, pre-moist chilling, hot and tap water on seed dormancy breaking in *Arctium lappa. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 217-225. (In Persian)
15. Née, G., Xiang, Y. & Soppe, W. J. J. (2017). The release of dormancy, a wake-up call for seeds to germinate. *Current Opinion in Plant Biology,* 35, 8–14.
16. Oracz, K. & Karpiński, S. (2016). Phytohormones signaling pathways and ROS involvement in seed germination. *Front Plant Science*, 7, 864.
17. Pe, W., Hill, M. J. & Johnston, M. E. H. (1975). Acid treatment and mechanical scarification. New Zeal. *Journal of Experimental Agriculture*, 3, 81–84.
18. Rafieialhossaini, M., Tadayon, M. R. & Mazhari, M. (2015) The effect of dormancy breaking treatments on seed germination of Licorice medicinal plant. *Journal of Crop Iimprovement*, 16, 809–817. (In Persian)
19. Ranal, M. A. & Santana, D. G. D. (2006). How and why to measure the germination process? *Brazilian Journal of Botany,* 29:1-11.
20. Rouhi, H. R., Rahmati, H., Saman, M., Shahbodaghloo, A. R., Karimi, F. A., Moosavi, S. A., Rezaei, M. E. & Karimi, F. (2012). The effects of different treatments on dormancy-breaking of Galbanum seeds (*Ferula gummosa* Boiss.). *International Journal of Agricultural Science,* 2, 598–604.
21. Shu, K., Liu, X., Xie, Q., & He, Z. (2016). Two faces of one seed: hormonal regulation of dormancy and germination. *Molecular Plant*, 9, 34–45.
22. Siadat, S. A., Moosavi, A. & Zadeh M. S. (2012). Effects of seed priming on antioxidant activity and germination characteristics of Maize seeds under different ageing treatment. *Research Journal of Seed Science*, 5, 51.62.
23. Siadat, S. A., Moosavi, S. A., Zadeh, M. S., Fotouhi, F. & Zirezadeh, M. (2011). Effects of halo and phytohormone seed priming on germination and seedling growth of maize under different duration of accelerated ageing treatment. *African Journal of Agricultural Research*, 6(31), 6453-6462.
24. Solichatun, S., Dewi, K. & Pratiwi, R. (2016). The effects of physical and hormonal treatments on dormancy breaking and the changes in seed coat ultrastructure of Delonix regia. *Nusantara. Bioscience,* 8, 94–102.
25. Tao, L., Ren, J. & Liu, X. M.(2000). Study on the water-absorbing model of two Calligonum species seeds. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 14(3), 89-91.
26. Tavili, A., Salman, Z., Moosavi, S. A. & Enayati, A. (2010). Effects of priming techniques on seed germination and early growth characteristics of *Bromus tomentellus* L. and *Bromus inermis* L. *Notulae Scientia Biologicae*, 2, 104–108.
27. Timmermans, B. G. H., Vos, J., Van Nieuwburg, J., Stomph, T. J. & Van der Putten, P. E. L. (2007). Germination rates of *Solanum sisymbriifolium*: temperature response models, effects of temperature fluctuations and soil water potential. *Seed Science Research*, 17, 221.231.
28. Vaisi, G. H., Mohtadi, A. & Moradi, A. (2018). The effect of different treatments on seed germination and dormancy breaking in seeds of *Gundelia tournefortii*. *Nova Biologica Reperta*. 5, 26-37.
29. Yanmei, W., Lijun, W., Bing, Y., Zhen, L. & Fei, L. (2018). Changes in ABA, IAA, GA3, and ZR levels during seed dormancy release in *Idesia polycarpa* Maxim. from Jiyuan. *Polish Jornal of Environmental Studies*, 27, 1833–1839.

Archive of SID.ir