مقاله پژوهشی

اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر بر رفع خواب و خصوصیات جوانه‌زنی بذر و رشد هتروتروفیک گیاهچه کرفس کوهی (*Kelussia odoratissma* L.) و ارزیابی سازگاری آن با شرایط آب و هوایی شهرستان بروجرد

اسفندیار حسنی‌مقدم (نویسنده مسئول)[1*]، عباس ده‌شیری[2]، فرشید حسنی[3]، مهدی شعبان[4] و مظفر دولتشاه[5]

۱*- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، Es_hassani@yahoo.com

۲- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، a.dehshiri@areeo.ac.ir

۳- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، farshid.shz@gmail.com

۴- مربی، گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران، Shaaban.mehdi@gmail.com

۵- کارشناس‌ارشد پژوهشی، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لرستان، خرم آباد، ایران، mdolatshah@gmail.com

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۱

Effect of different seed priming treatments on dormancy and seed germination characteristics and heterotrophic growth of kelussia seedling and assess its compatibility with the climatic conditions of Boroujerd

Esfandiar Hassani Moghaddam (Corresponding author)[1*], Abbas Dehshiri[2], Farshid Hassani[3], Mahdi Shaaban[4] and Mozafar Dolatshah[5]

1*-Assistant professor, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, AREEO, Karaj, Iran, Es_hassani@yahoo.com

2- Assistant professor, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, AREEO, Karaj, Iran, a.dehshiri@areeo.ac.ir

3- Assistant professor, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, AREEO, Karaj, Iran, farshid.shz@gmail.com

4- Lecturer, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran, Shaaban.mehdi@gmail.com

5- M.Sc, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, AREEO, Lorestan, Khorramabad, Iran, mdolatshah@gmail.com

Received: October 2022 Accepted: December 2022

Abstract

Mountain Kelussia is one of the endangered species that in order to prevent the extinction of this valuable plant, it is necessary to protect its natural resources and make efforts to rebuild the damaged pastures. This requires the study of germination failure germination of seeds of this plant. The seeds of the mountain kelussia plant have dormancy, which reduces their vigor. This study was performed to investigate the effect of different sleep failure treatments on germination and seedling growth of kelussia. The experiment was conducted as a completely randomized design with four replications. Experimental treatments include potassium nitrate 0.3%, gibberellic acid 250 ppm, gibberellic acid 500 ppm, gibberellic acid 1000 ppm, smoke treatment, hot water treatment in 90° C, leaching treatment, temperature treatment of 60 ° C , Temperature 80 ° C, temperature 120 ° C, temperature 4 ° C for 4, 6, 8 and 10 weeks, scratching treatment and control treatment. The results showed that the effect of dormancy treatment on all characteristics related to germination and seedling growth of kelussia was significant. The results also showed that none of the treatments except seed storage treatment at 4 ° C resulted in germination of kelussia seeds. With increasing the storage time of kelussia seeds at 4 ° C, germination percentage, root length and dry weight, shoot length and dry weight, seedling length and dry weight, seed vigor and seedling also increased. In general, the results of this study showed that the best treatment to eliminate seed dormancy of kelussia seeds and seedling growth is to store watered seeds in cold conditions for 10 weeks. The result of evaluating the compatibility of kelussia seedlings showed that it has grown in Boroujerd region and has the ability to adapt to this region.

Keywords: Germination, Kelussia, Seed dormancy, Vigor

چکیده

کرفس کوهی یکی از گونه‌های در حال انقراض بوده که برای جلوگیری از انقراض این گیاه ارزشمند لازم است ضمن حفاظت منابع طبیعی آن، تلاش‌هایی برای بازسازی مراتع تخریب یافته صورت گیرد. این امر مستلزم مطالعه فیزیولوژی جوانه‌زنی شکست خواب بذر این گیاه است زیرا بذرهای گیاه کرفس کوهی دارای خواب می‌باشند که این خواب موجب کاهش قوه نامیه آنها می‌شود. این تحقیق به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف شکست خواب، بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کرفس کوهی اجرا شد. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل نیترات پتاسیم ۰/۳ درصد، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد، تیمار آبشویی، تیمار دمایی (۴، ۶۰، ۸۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته)، تیمار خراش‌دهی و تیمار شاهد بودند. نتایج نشان داد اثر تیمار رفع خواب بر همه خصوصیات مرتبط با جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کرفس کوهی معنی‌دار بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که هیچ کدام از تیمارها به جز تیمار نگهداری بذرها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد منجر به جوانه زنی بذر کرفس کوهی نشد. با افزایش مدت زمان نگه‌داری بذر کرفس کوهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه چه، طول و وزن خشک ساقه چه، طول و وزن خشک گیاهچه، بنیه بذر و گیاهچه نیز افزایش یافت. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که بهترین تیمار جهت رفع خواب بذر و رشد گیاهچه کرفس کوهی نگه‌داری بذرهای آبنوشی شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ هفته می‌باشد. نتیجه ارزیابی سازگاری گیاهچه کرفس کوهی نشان داد در منطقه بروجرد رشد یافته و قابلیت سازگاری با این منطقه را دارا می‌باشد.

کلمات کلیدی: بنیه، جوانه‌زنی، خواب بذر، کرفس کوهی

مقدمه و کلیات

رشد سریع جمعیت جهان همواره جامعه بشری را به تأمین منابع غذایی جدید ترغیب می‌کند. در کشور ما تعداد قابل توجهی گونه‌های گیاهی مرتعی بومی و با ارزش وجود دارد که قابلیت‌های گوناگونی برای استفاده‌های خوراکی، دارویی، صنعتی و علوفه‌ای دارند. منطقه زاگرس نیز ازجمله نواحی کشور است که بدلیل شرایط محیطی متنوع دارای تنوع زیستی بسیار غنی و محل رویش گونه‌های گیاهی زیادی است که بخش قابل توجهی از گونه‌های گیاهی بومی ایران را دربر می‌گیرد (Agha Alikhani, and Ghoshchi, 2004). گیاه کرفس کوهی با نام علمی *Kelussia odoratissma*از خانواده Umbelifera از گونه‌های شناخته شده دارویی و علوفه‌ای بومی مراتع ایران بوده که تاکنون وجود آن در سایر مناطق جهان گزارش نشده است (Farhoudi and Makizadeh Tafti, 2014). این گیاه در مناطق مرتفع زاگرس (۲۵۰۰متر بالاتر از سطح دریا) در گستره وسیعی از استان کردستان تا استان فارس با بارندگی بیش از ۴۰۰ میلی متر که عمدتا به صورت برف است می روید (Omidbaigi *et al.*, 2008). خواب بذر یک ویژگی برای حفظ بقای بذر بوده که در شرایط نامساعد محیطی شروع به جوانه زنی نکرده و زمانی که شرایط برای بقای گیاهچه مهیا شد شروع به جوانه‌زنی می‌نماید و طبق تعریف مفید از نظر تجربی و پیشرفته بوسیله Baskin و Baskin (۲۰۰۴) یک بذر خفته نمی‌تواند در یک دوره زمانی مشخص و تحت مجموعه‌ای از فاکتورهای محیطی، فیزیکی و طبیعی که برای جوانه‌زنی بذر مطلوب هستند، استعداد جوانه‌زنی داشته باشد. عوامل گوناگونی نظیر ضخامت پوسته بذر، عدم تعادل غلظت درونی هورمون های بذر و عدم تکامل ساختار جنین از عوامل ایجاد کننده خواب بذر می باشد (Copeland and McDonald, 2001). بذر گونه‌های وحشی از جمله گیاهان دارویی در مقایسه با گونه‌های اهلی، معمولاً خواب شدیدتری را از خود نشان می‌دهند. یکی از مشکلات اساسی در کشت گسترده گیاهان دارویی، عدم جوانه‌زنی مناسب و در نتیجه استقرار نامناسب در شرایط زراعی است (Banayan and Najafi, 2004). از دیگر دلایل استقرار نامناسب برای اعمال عملیات مناسب زراعی عدم یکنواختی در جوانه‌زنی بذور می‌باشد. بذر گیاه دارویی کرفس کوهی مانند بذر بسیاری از گیاهان خانواده چتریان دارای خواب است و جوانه زنی آن به سختی انجام می شود. در بیشتر موارد بررسی ریخت‌شناسی بذر و رفتار آن راهنمای خوبی برای انتخاب تیمارهای خواب شکنی می باشد. بذرهایی که خواب آنها ناشی از پوسته است دارای پوسته غیر قابل نفوذ به اکسیژن یا آب هستند. گاهی این خواب به علت مواد شیمیایی بازدارنده ای است که در اپیدرم یا غشای داخلی مجاور آن قرار دارد که به واسطه آن خواب برون‌زاد یا خواب اعمال شده بواسطه مقاومت پوشش بذر گفته می‌شود (Haider and Rehman, 2022). تیمارهای سرمادهی و اسید جیبرلیک تا حد زیادی می‌تواند به رفع این نوع خواب‌ها کمک کند (Mim *et al.*, 2021). دود یکی از فاکتورهای اصلی آتش برای تنظیم جوانه زنی بذرها است که توجه محققین گیاهی را در دهه اخیر بخود جلب کرده

است و اثر مثبت آن بر جوانه‌زنی ناشی از وجود بوتنولوئید در دود است (Kulkarni *et al*., 2012). متداول‌ترین روش برای شکستن خواب درونی، چینه سرمایی یا لایه‌گذاری مرطوب سرمایی است که در برخی مواقع استفاده از هورمون‌ها و مواد شیمیایی می‌تواند جایگزین بخشی یا همه احتیاجات چینه سرمایی باشد (Ofoe, 2022). گونه‌های بسیاری برای شکست خواب به دوره‌های متغیر خشکی و سرمای مرطوب (استراتیفیه سرد) نیاز دارند (Agha Alikhani, and Ghoshchi, 2004). مطالعات نشان داده است که سرمادهی حساسیت بذر به فاکتورهای محیطی نظیر نور، نیترات و استعمال خارجی جیبرلین‌ها را افزایش می‌دهد (Lemmens, 2019). خیساندن بذر در محلول اسید جیبرلیک یا سرما دهی بذر نقش به سزایی در شکست خواب ناشی از عوامل درونی دارد (Zulfiqar *et al*., 2021). همچنین Tajbakhsh (۱۹۹۸) گزارش کرد که بذرهای دارای خواب فیزیولوژیک، اغلب برای برطرف شدن خواب به یک دوره سرما نیاز دارند. Mackay و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی روش‌های شکست خواب بذر گیاه *Lupinus arboreus* مشاهده نمودند که تیمار سرمادهی نقش به سزایی در افزایش جوانه زنی این بذر دارد زیرا سرمادهی علاوه بر افزایش نفوذپذیری پوسته بذر سبب تحریک تولید اسید جیبرلیک توسط جنین نیز می‌شود. در این زمینه نیز Garcı´a-Gusano و همکاران (۲۰۰۴) افزایش جوانه زنی *Prunus dulcis*را تحت تاثیر تیمار سرمادهی را گزارش نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد سرمادهی غلظت درونی اسید جیبرلیک بذر *Prunus dulcis* را افزایش داد و سبب تحریک رشد جنین شد. Sozzi و Chiesa (۱۹۹۵) در بررسی جوانه‌زنی بذر گیاه کور بیان نمودند که خواب بذر این گیاه ناشی از سختی پوسته بذر و غلظت پایین اسید جیبرلیک می‌باشد و تیمار خراش‌دهی بذر با اسید سولفوریک به مدت ۹۰ دقیقه به همراه کاربرد اسیدجیبرلیک ۱۰۰ میلی گرم در لیتر را بهترین تیمار شکست خواب بذر این گیاه عنوان نمودند. Olmez و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی جوانه‌زنی بذر کور مشاهده نمودند که خراش‌دهی پوسته بذر با اسید سولفوریک و استفاده از نیترات پتاسیم جوانه‌زنی بذر را در مقایسه با شاهد بیش از ۴۵ درصد افزایش داد. از سوی دیگر وجود ترکیبات بازدارنده در پوسته بذر به ویژه ترکیباتی که مانع از جذب آب و اکسیژن توسط بذر می‌شوند نقش مهمی در ایجاد خواب بذر گیاهان دارد. تحریک جوانه‌زنی بذر بسیاری از گونه‌های مرتعی با اثر تحریک کننده دود به اثبات رسیده است (Kulkarni *et al*., 2012). گروه‌های کارکردی مختلف افزایش تقریباً دو برابری در جوانه زنی در پاسخ به تیمار دود گازی ۱۵ دقیقه نشان دادند که حاکی از تحریک خواب بذر این گروه‌های کارکردی بوسیله ماده فعال بوتنولوئید موجود در دود است (Flematti *et al*., 2004). به‌هرحال افزایش کم و البته غیرمعنی‌دار لگوم‌ها در مقابل مایع دود ۱:۵۰۰ می‌تواند ناشی از تحریک و شکست خواب بذور باشد زیرا مایع دود می تواند با اثر شیمیایی روی بذور، افزایش اندازه کانال‌های نفوذ در کوتیکول را به‌دنبال داشته باشد (Gour *et al*., 2019). کاربرد

اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم سبب تحریک جوانه‌زنی بذر گونه‌های مختلف *Capparis* می‌شود. اسید جیبرلیک یک هورمون عمده در تحریک جوانه‌زنی بذر است که با تحریک تجزیه ذخایر غذایی بذر و جایگزینی نیاز سرمایی بذر در جوانه‌زنی بذرهای دارای خواب نقش عمده‌ای دارد (Anwar *et al.*, 2021). مواد بازدارنده نیز در خواب بذرهایی که نیاز به سرمادهی دارند، مؤثر است (Copeland and McDonald, 1995). در چنین بذرهایی شستشو و یا خیساندن می‌تواند بازدارنده‌های محلول در آب را از پوسته و یا رویان بذر خارج نموده و درصد جوانه‌زنی را افزایش دهد (Mirmazloum *et al.*, 2020). گزارش شده است که مهمترین ماده بازدارنده درونی بذر، اسید آبسیزیک است که با خیساندن یا شستشو کاهش می‌یابد (Zulfiqar *et al.*, 2021). کرفس کوهی نزد جوامع و مردم محلی منطقه زاگرس از ارزش ویژه‌ای برخوردار است و به‌دلیل بهره‌برداری‌های بیش از حد در طول دهه‌های اخیر در معرض خطر انقراض قرار گرفته است (Farhoudi and Makizadeh Tafti, 2004). برای جلوگیری از انقراض این گیاه ارزشمند لازم است ضمن حفاظت منابع طبیعی آن، تلاش‌هایی برای بازسازی عرصه‌های مخروبه صورت گیرد. این امر مستلزم مطالعه فیزیولوژی جوانه‌زنی شکست خواب بذر این گیاه است. با توجه به اهمیت گیاه کرفس کوهی در مراتع ایران از نظر خوراکی و دارویی و همچنین استفاده از بقایای آن برای دام و در جهت حفظ و تکثیر ذخایر ژنتیکی این گیاه و زمینه‌سازی جهت پرورش آن در محیط مصنوعی لازم است چگونگی غلبه بر خواب این بذر مورد توجه قرار گیرد. ازاین‌رو یافتن روش‌های برای تسریع جوانه‌زنی و افزایش تولید آن در مراتع و یا زمین‌های زراعی می‌تواند از نظر اکولوژیکی و اقتصادی دارای توجیه باشد. لذا هدف از این مطالعه بررسی اثر روش‌های مختلف شکست خواب بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کرفس کوهی بود.

فرآیند پژوهش

برای اجرای این مطالعه ابتدا تعدادی معدودی جمعیت برتر بذر کرفس کوهی از رویشگاهای طبیعی استان لرستان جمع‌آوری شد. سپس بذور جمع‌آوری شده در آزمایشگاه واحد استانی موسسه تحقیقات ثبت وگواهی بذر و نهال استان لرستان تحت آزمون‌های جوانه زنی قرار گرفتند. این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تیمارهای مختلف شکست خواب بذر به شرح ذیل بودند: شاهد: در این تیمار، هیچگونه تیماری بر روی بذرها انجام نشده و بذرهای شاهد به همراه سایر بذرها به دستگاه جوانه‌زنی منتقل شدند. سرمادهی، در این تیمار بذرها به مدت ۲۴ ساعت در ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر در دمای اتاق خیسانده شده و سپس در ظروف پلاستیکی بین دو لایه ماسه مرطوب به ضخامت هر لایه ۵ سانتیمتر قرارگرفته و به دمای ۴ درجه سانتیگراد بالای صفر به مدت ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته منتقل شدند (Farhoudi and Makizadeh Tafti, 2014). اسید جیبرلیک در این تیمار بذرها به مدت

۲۴ ساعت در ۵۰۰ میلی لیتر محلول ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام اسید جیبرلیک، در دمای اتاق خیسانده شده و بعد از این مدت به پتری دیش منتقل شدند. اسید جیبرلیک بکاررفته در این تحقیق از شرکت مرک (آلمان) تهیه و برای استحصال محلول‌های ذکر شده به ترتیب ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم اسید جیبرلیک در نیم لیتر آب مقطردر دمای اتاق حل شد. پرایمینگ با نیترات پتاسیم، تیمار کردن بذرها با نیترات پتاسیم ۰.۳ درصد به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد. تیمار آب گرم: در این روش بذرها را در بشر ریخته و بطور جداگانه آب با دمای ۹۰ درجه سانتی گراد را به آن اضافه نموده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق گذاشته و به آنها فرصت داده می شود تا خنک شوند و بعد از ۲۴ ساعت بذرها به ظرف‌های کشت منتقل شدند. آبشویی، بذرها به مدت ۲۴ ساعت در زیر آب جاری قرار داده شدند. دماهای بالا: بذرها را در فویل آلومنیومی پیچیده و به ترتیب به مدت ۱ دقیقه در دمای ۶۰، ۸۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. خراش دهی مکانیکی، بذرها به طور یکنواخت به مدت ۵ دقیقه بر سطح زبر سنباده غلطانده شدند. دوددهی، بذرها به مدت ۱۰ دقیقه در معرض تیمارهای دودی ناشی از سوختن پهن گوسفندی قرارگرفتند. تیمارها به طور خلاصه عبارت بودند از تیمار شاهد=Control، نیترات پتاسیم=KNO_3، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر=GA_{250}، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر=GA_{500}، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر=GA_{1000}، تیمار دود دهی=Smoke، تیمار آب گرم=Water warm، تیمار آبشویی=Leaching، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد=T_{60}، تیمار دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد=T_{80}، تیمار دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد=T_{120}، تیمار خراش دهی مکانیکی=Sow، تیمار دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۴ هفته=CD_4، تیمار دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۶ هفته=CD_6، تیمار دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ هفته=CD_8 و تیمار دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ هفته=CD_{10}). آزمون جوانه زنی: بعد از اعمال تیمارهای شکست خواب بذر، بذور تیمار شده در باکس‌های پلاستیکی به ابعاد ۱۵×۲۰ با ارتفاع ۸ سانتی‌متر و به روش بین کاغذی (BP) قرار داده شدند. در هر باکس تعداد ۲۵ بذر قرار داده شد و به هر باکس ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید. سپس باکس‌ها درون پلاستیک قرار داده شده و درب آنها محکم شد تا خروج رطوبت از طروف غیر ممکن گردد. طول مدت لازم جهت تکمیل جوانه‌زنی در ژرمیناتور ۳۰ روز بود که در تناوب ۸/۱۶ برای شرایط روشنایی/تاریکی با تناوب دمایی ۱۵/۲۰ قرارگرفتند و پس از این مدت خصوصیات جوانه‌زنی بذرها با استفاده از نرم افزار GERMIN اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش صفات مربوط به جوانه زنی بذر مورد ارزیابی قرار گرفتند (Mondal and Bose, 2019). شاخص قدرت بذر از رابطه زیر به دست آمد.

(طول ریشه‌چه + طول ساقه‌چه) طول گیاهچه × درصد جوانه زنی=شاخص قدرت بذر (بنیه)

که در این رابطه طول گیاهچه بر حسب سانتی‌متر بود (Mim *et al*., 2021). همچنین جهت اندازه‌گیری قدرت گیاهچه از رابطه زیر استفاده شد.

طول ساقه‌چه × درصد جوانه زنی=شاخص قدرت گیاهچه

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها :پارامترهای جوانه‌زنی بذر با نرم افزار GERMIN نسخه ۷/۱ اندازه‌گیری شد (Mondal and Bose, 2019) و همچنین آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم فزار آماری SAS انجام و مقایسات میانگین با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. پس از انجام آزمون‌های جوانه‌زنی عملیات تهیه نشای کرفس کوهی با استفاده از تیمار کردن آنها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انجام شد و نشاهای مربوطه به منظور بررسی سازگاری گیاه کرفس کوهی در منطقه دره صیدی واقع در استان لرستان در شهرستان بروجرد کشت شدند. عملیات کشت در تاریخ ۱۵ اسفند ماه و در ارتفاع ۲۵۰۰ متری از سطح دریا با شرایط آب و هوایی سرد کشت شدند. آبیاری هر هفته یکبار انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر صفت درصد جوانه‌زنی بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بر خصوصیات جوانه زنی بذر کرفس کوهی

Table 1- Analysis of variance for the effects of different dormancy treatments on the germination characteristics of Kelussia seeds

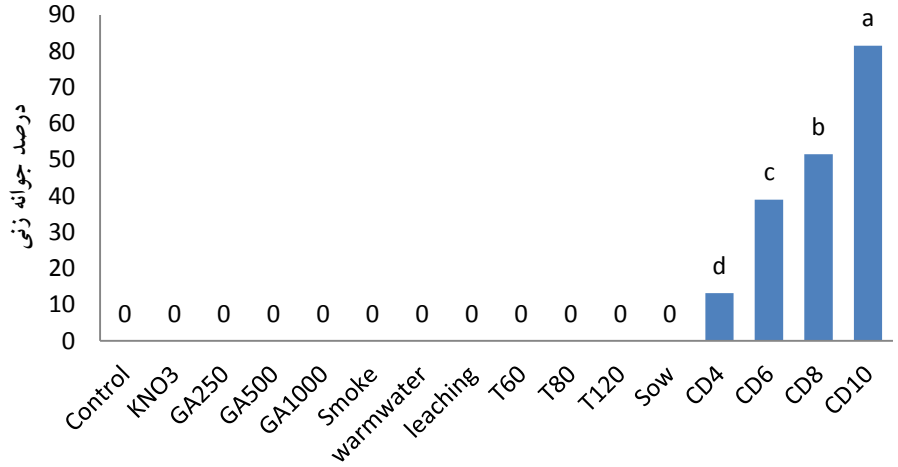
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	تعداد گیاهچه نرمال	تعداد گیاهچه غیرنرمال	بنیه بذر	بنیه گیاهچه
تیمار	۱۵	۲۳۵۸**	۴۷۹۳**	۵۹۳**	۶۹۹۰۶۸**	۱۳۶۵۳۷**
خطا	۴۸	۲/۳۴	۳/۵۱	۳/۵۱	۱۲۴۵	۲۳۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۳/۲	۹/۸	۳۱	۲۱/۲	۲۱/۶

** نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال یک درصد می‌باشد

** indicates significance at the probability level on 1%

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای نشان داد تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی روی درصد جوانه زنی بذر کرفس کوهی اثر نداشته و بذر کرفس کوهی تیمار شده با تیمارهای یاد شده و همچنین تیمار شاهد فاقد جوانه‌زنی بودند. از طرفی نتایج نشان داد فقط تیمارهای دماهای پایین منجر به وقوع جوانه‌زنی در بذر کرفس کوهی شد. افزایش مدت زمان نگهداری بذر کرفس کوهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی

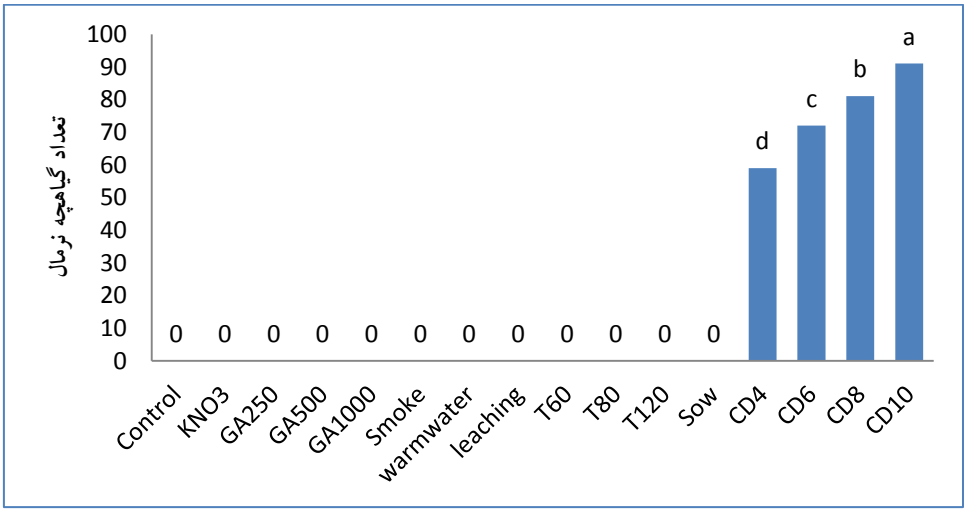
بذر شد به طوری که بالاترین درصد جوانه‌زنی بذر به میزان ۸۱/۵ درصد در تیمار ۱۰ هفته نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد رخ داد و کمترین درصد جوانه‌زنی بذر نیز در تیمار ۴ هفته قرارگیری بذر کرفس کوهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به میزان ۱۳/۲ درصد رخ داد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر درصد جوانه‌زنی بذر کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 1- The effect of different seed dormancy treatments on the germination percentage of Kelussia seed (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

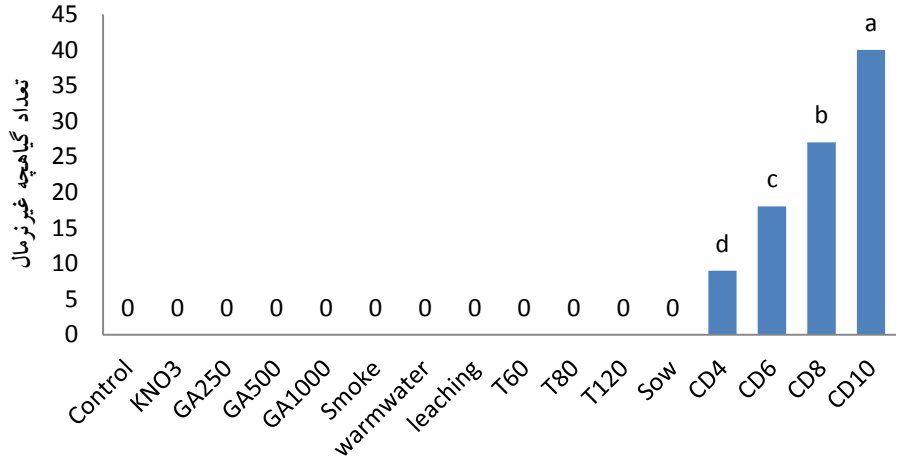
تعداد گیاهچه نرمال: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر تعداد گیاهچه نرمال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). براساس نتایج مشخص شد که تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی روی تعداد گیاهچه نرمال کرفس کوهی اثر نداشته و بذر کرفس کوهی تیمار شده با تیمارهای یاد شده و همچنین تیمار شاهد فاقد گیاهچه نرمال بودند. نتایج همچنین نشان داد افزایش مدت زمان نگهداری بذر کرفس کوهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد منجر به افزایش درصد گیاهچه نرمال تولیدی شد به طوری که بالاترین درصد گیاهچه نرمال به میزان ۹۱ درصد در تیمار ۱۰ هفته نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد رخ داد و کمترین درصد گیاهچه نرمال نیز در تیمار ۴ هفته قرار گیری بذر کرفس کوهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به میزان ۵۹ درصد حاصل شد (شکل ۲).



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر درصد گیاهچه نرمال کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 2- The effect of different seed dormancy treatments on normal seedling percentage of Kelussia (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

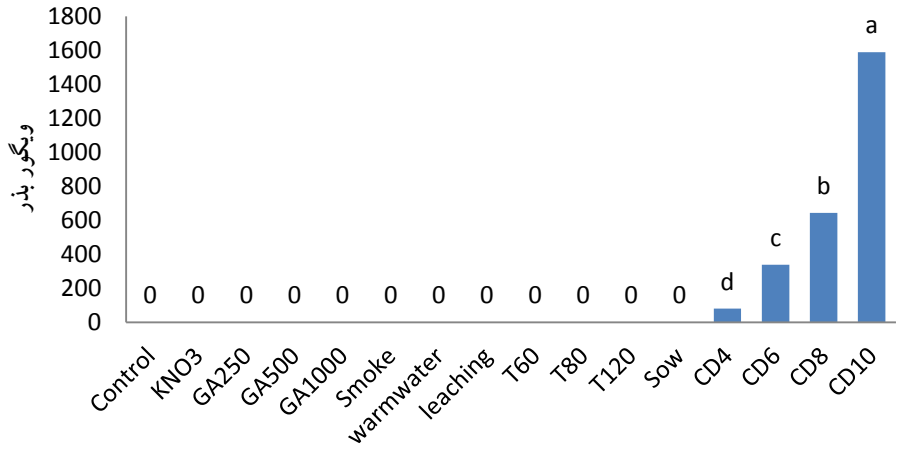
تعداد گیاهچه غیرنرمال: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر تعداد گیاهچه غیرنرمال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج این مطالعه نشان داد که تعداد گیاهچه غیر نرمال در کرفس کوهی تحت تأثیر تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی قرار نگرفت بلکه تیمار نگه‌داری بذر در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد روی آن اثر معنی‌دار داشت. بالاترین میزان درصد گیاهچه غیر نرمال در تیمار ۱۰ هفته نگهداری بذر کرفس کوهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به میزان ۴۰ درصد بود. همچنین درصد گیاهچه غیرنرمال در تیمارهای نگهداری بذر کرفس کوهی در دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۴، ۶ و ۸ هفته به ترتیب منجر به ۹، ۱۸ و ۲۷ درصد بود و بین آنها نیز از این نظر اختلاف معنی‌دار وجود داشت (شکل ۳).



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر درصد گیاهچه غیر نرمال کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 3- The effect of different seed dormancy treatments on abnormal seedling percentage of Kelussia (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

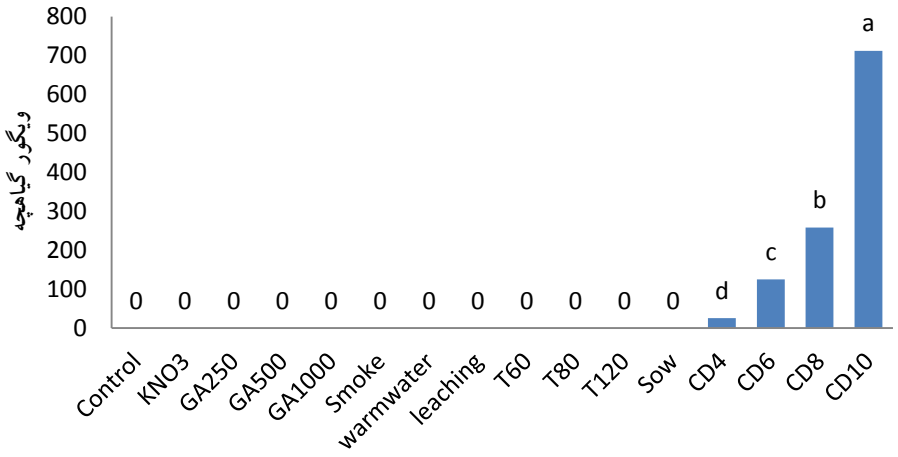
بنیه بذر: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر بنیه بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بنیه بذر نیز از خصوصیاتی بود که تحت تأثیر تیمار دمای ۴ درجه سانتیگراد قرار گرفت در حالی که تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی روی آن اثر نداشتند. دمای ۴ درجه سانتیگراد منجر به افزایش بنیه بذر گردید و با افزایش مدت زمان نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتیگراد بنیه بذر افزایش یافت به صوری که بنیه بذر در مای ۴ درجه سانتیگراد به مدت‌های ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته به ترتیب ۸۱، ۳۳۹، ۶۴۴ و ۱۵۸۸ بود (شکل ۴).



شکل ۴- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر بنیه بذر کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 4- The effect of different seed dormancy treatments on seed vigor of Kelussia (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

بنیه گیاهچه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر بنیه گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نتیجه مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بنیه گیاهچه نیز تحت تأثیر تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی قرار نگرفت در حالی که تیمار نگهداری بذر در مای ۴ درجه سانتیگراد روی آن اثر معنی‌دار داشت و مشخص شد که افزایش مدت زمان نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتیگراد منجر به افزایش بنیه گیاهچه شد و میزان بنیه گیاهچه با افزایش مدت زمان نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتیگراد افزایش یافت. بر این اساس مشخص شد که کمترین و بیشتری میزان بنیه گیاهچه در تیمارهای نگهداری بذر کرفس کوهی در دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۴ و ۱۰ هفته و به ترتیب به میزان ۲۵ و ۷۱۲ بود (شکل ۵).



شکل ۵- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر درصد بنیه گیاهچه کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 5- The effect of different seed dormancy treatments on seedling vigor percentage of Kelussia(Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

طول ریشه‌چه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر طول ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

جدول ۲-تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بر خصوصیات گیاهچه بذر کرفس کوهی

Table 2- Analysis of variance for the effects of different dormancy treatments on the seedling characteristics of Kelussia seeds

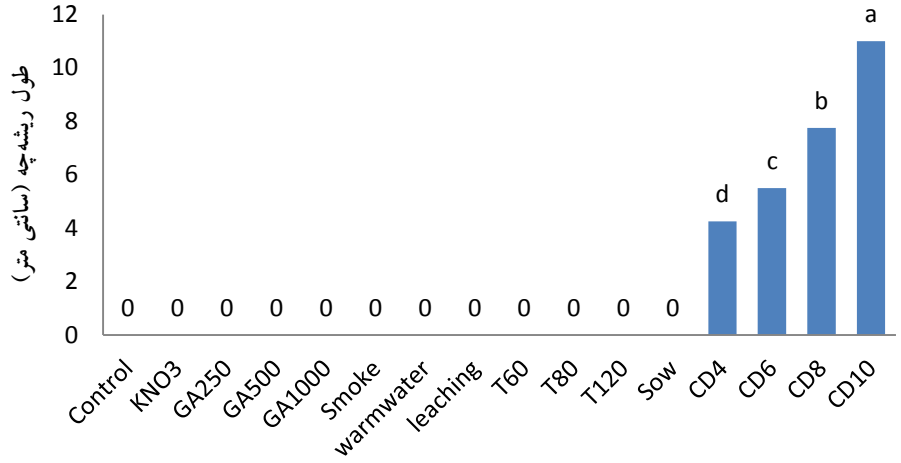
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه	وزن تر ریشه چه	وزن تر ساقه چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه
تیمار	۱۵	۴۷**	۲۴**	۱۳۷**	۰/۰۲**	۰/۰۰۶**	۰/۰۴**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۷**	۰/۰۰۰۵**
خطا	۴۸	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۳۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۲۰	۲۸	۱۹	۲۱	۲۰	۱۸	۱۷	۲۲	۱۹

**** نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال یک درصد می باشد**

****indicates significance at the probability level on 1%**

طول ریشه‌چه از صفاتی بود که تابع درصد جوانه‌زنی بذر بوده و تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی که در آنها درصد جوانه‌زنی بذر صفر بود، طول ریشه چه نیز صفر بود. این در حالی بود که افزایش مدت زمان نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتیگراد منجر به افزایش طول ریشه‌چه کرفس کوهی شد. طول ریشه‌چه در تیمارهای نگهداری بذر کرفس کوهی در دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته به ترتیب

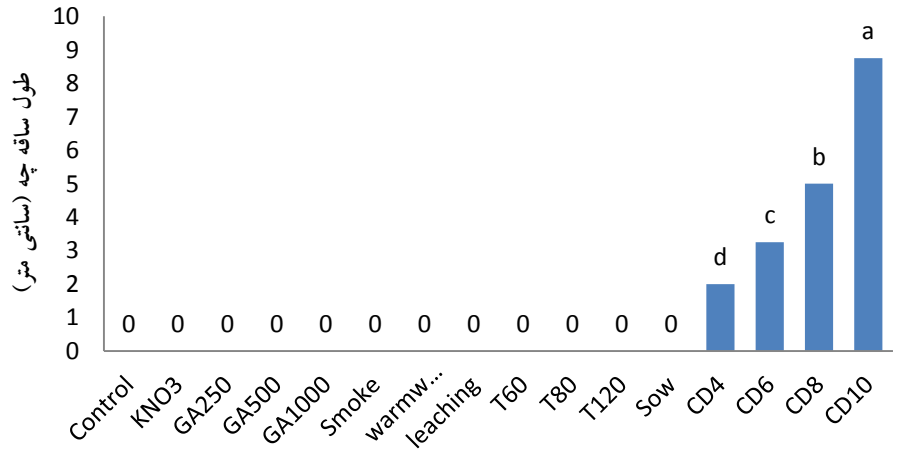
۴/۲۵، ۵/۵، ۷/۷۵ و ۱۱ سانتی‌متر بود و اختلاف بین آنها نیز معنی‌دار بود (شکل ۶).



شکل ۶- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر طول ریشه‌چه گیاهچه کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 6- The effect of different seed dormancy treatments on seedling root length of Kelussia (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

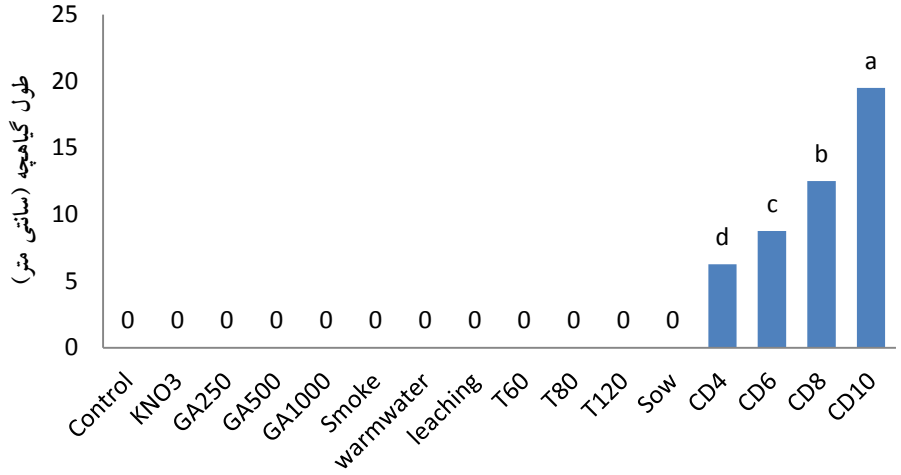
طول ساقه‌چه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر طول ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). طول ساقه‌چه گیاهچه کرفس کوهی تحت تأثیر تیمارهای مدت زمان مختلف نگهداری بذر دردمای ۴ درجه سانتیگراد قرار گرفت و بر طبق نتایج مشخص شد که بیشتری و کمترین میزان طول ساقه‌چه به میزان ۸/۷۵ و ۲ سانتی‌متر به ترتیب در تیمارهای نگهداری بذر کرفس به مدت ۱۰ و ۴ هفته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد حاصل شد. این در حالی بود که تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی روی طول ساقه‌چه اثر معنی‌دار نداشتند (شکل ۷).



شکل ۷- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر طول ساقه‌چه گیاهچه کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 7- The effect of different seed dormancy treatments on seedling shoot length of Kelussia (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

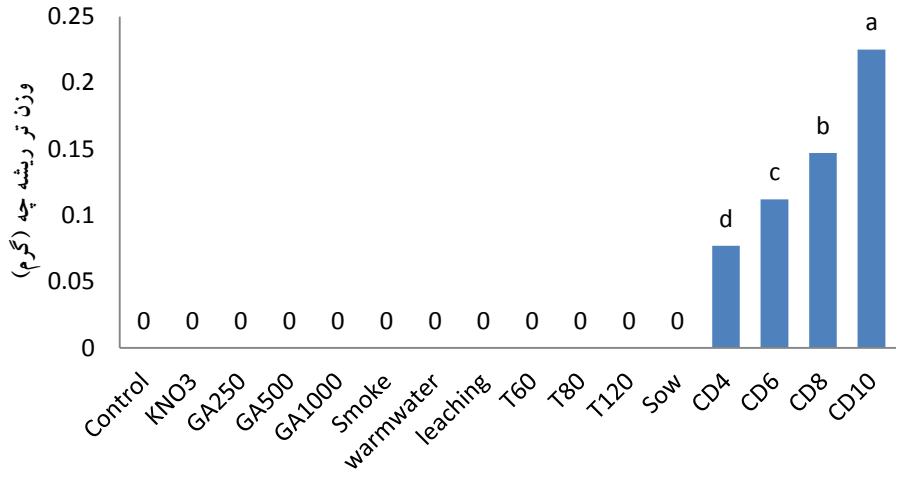
طول گیاهچه: همچنین اثر تیمار رفع خواب بذر بر طول گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). طول گیاهچه نیز از صفاتی بود که مشابه با درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر تیمارهای تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی قرار نگرفت در حلی که تیمارهای نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتیگراد روی آن اثر داشتند. بر این اساس مشخص شد افزایش مدت زمان نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد منجر به افزایش طول گیاهچه شد و مشخص شدکه طول گیاهچه در تیمارهای نگهداری بذر به مدت‌های ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۶/۲۵، ۸/۷۵، ۱۲/۵ و ۱۹/۵ سانتی‌متر بود و اختلاف بین آنها نیز معنی‌دار بود (شکل ۸).



شکل ۸- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر طول گیاهچه کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 8- The effect of different seed dormancy treatments on seedling length of Kelussia (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

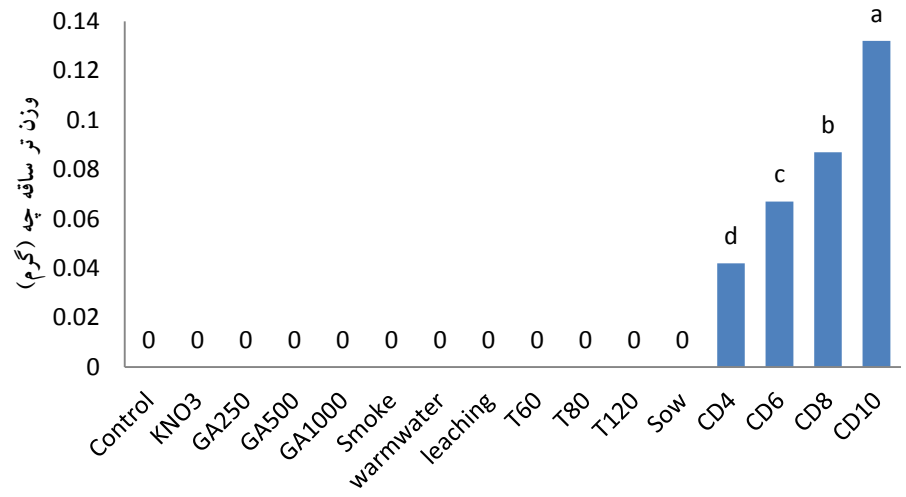
وزن تر ریشه‌چه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر وزن تر ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). وزن تر ریشه‌چه تحت تأثیر تیمار رفع خواب قرار گرفت و بر این اساس مشخص شد که سطوح تیماری شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی تأثیری روی وزن تر ریشه‌چه نداشتند در حالی که تیمار دمای ۴ درجه سانتی‌گراد دارای اثر معنی‌دار روی آن بود و مشخص شد که افزایش مدت زمان نگهداری بذرها در دمای مذکور منجر به افزایش وزن تر ریشه‌چه شد. بر این اساس مشخص شد که وزن تر ریشه‌چه در مدت زمان ۴، ۸، ۸ و ۱۰ هفته نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۰/۰۷۷، ۰/۱۱۲، ۰/۱۴۷ و ۰/۲۲۵ گرم بود (شکل ۹).



شکل ۹- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر وزن تر ریشه‌چه گیاهچه کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 9- The effect of different seed dormancy treatments on root fresh weight of Kelussia (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

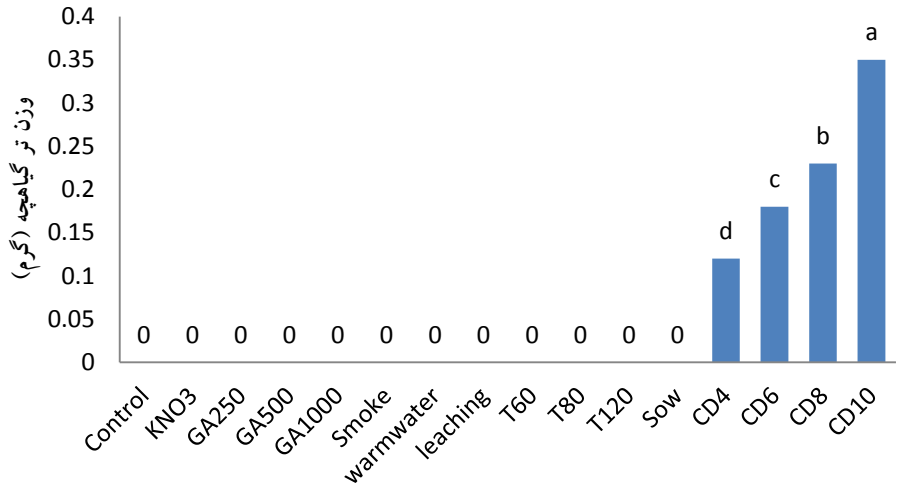
وزن تر ساقه‌چه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر وزن تر ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). همچنین مشخص شد که وزن تر ساقه‌چه تحت تأثیر تیمارهای تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی قرار نگرفت. کمترین و بیشتری میزان وزن تر ساقه‌چه نیز به ترتیب در تیمارهای ۴ و ۱۰ هفته نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد به میزان ۰/۰۴۲ و ۰/۱۳۲ گرم به دست آمد و اختلاف بین آنها نیز از نظر آماری معنی‌دار بود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر وزن تر ساقه‌چه گیاهچه کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 10- The effect of different seed dormancy treatments on shoot fresh weight of Kelussia (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

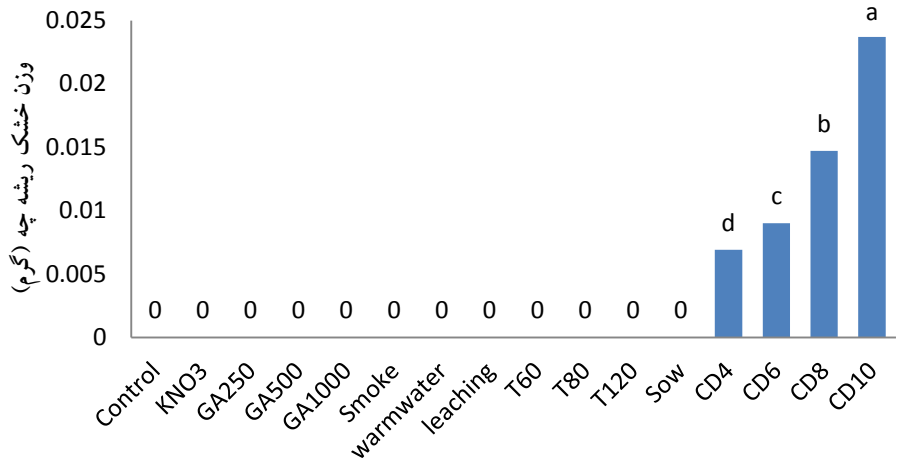
وزن تر گیاهچه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر صفات وزن تر گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بر این اساس مشخص شد که وزن تر گیاهچه نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت و افزایش مدت زمان نگهداری بذرها در دمای ۴ درجه سانتیگراد سبب افزایش وزن تر گیاهچه شد ولی تیمارهای تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی روی آن اثر معنی‌داری نداشتند. وزن تر گیاهچه در تیمارهای ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته نگهداری در دمای ۴ درجه‌سانتیگراد سبب شد که وزن تر گیاهچه به ترتیب ۰/۱۲، ۰/۱۸، ۰/۲۳ و ۰/۳۵ گرم باشد و اختلاف بین هر چهار تیمار نیز از نظر آماری معنی‌دار بود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر وزن تر گیاهچه کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 11- The effect of different seed dormancy treatments on seedling fresh weight of Kelussia(Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

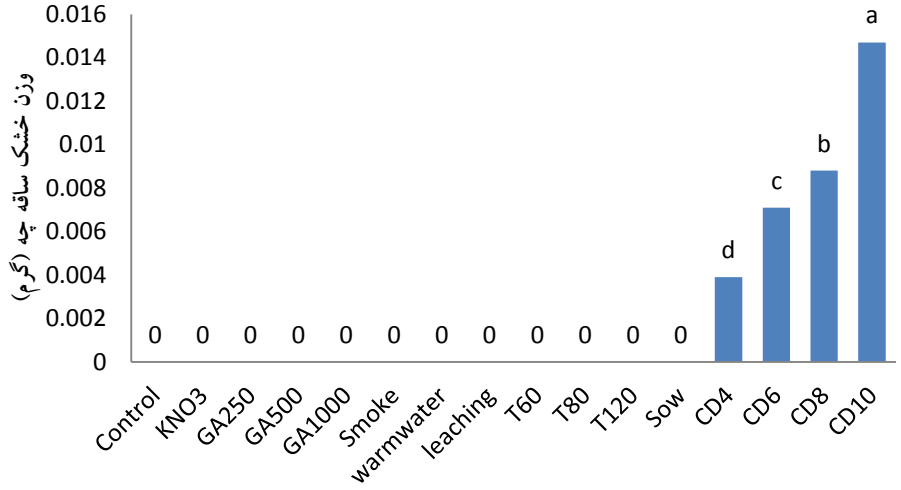
وزن خشک ریشه‌چه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر وزن خشک ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). وزن خشک ریشه‌چه تحت تأثیر تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی قرار نگرفت در حالی که افزایش مدت زمان نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد منجر به افزایش وزن خشک ریشه‌چه شد. بر این اساس مشخص شد که کمترین و بیشترین میزان وزن خشک ریشه‌چه به ترتیب به میزان‌های ۰/۰۰۶۹ و ۰/۰۲۳۷ گرم در تیمارهای ۴ و ۱۰ هفته نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد رخ داد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر وزن خشک ریشه‌چه گیاهچه کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 12- The effect of different seed dormancy treatments on root dry weight of Kelussia (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

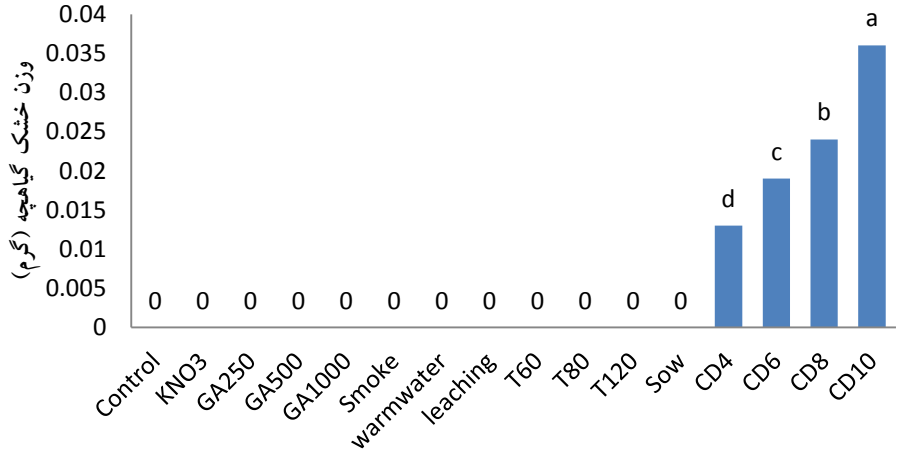
وزن خشک ساقه‌چه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر وزن خشک ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). وزن خشک ساقه‌چه نیز تحت تأثیر تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی قرار نگرفت در حالی که تیمارهای نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد روی آن اثر معنی‌دار داشتند. میزان وزن خشک ساقه‌چه در تیمارهای ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۰/۰۰۳۹، ۰/۰۰۷۱، ۰/۰۰۸۸ و ۰/۰۱۴۷ گرم بود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر وزن خشک ساقه‌چه گیاهچه کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 13- The effect of different seed dormancy treatments on shoot dry weight of Kelussia (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

وزن خشک گیاهچه: نتایج نشان داد اثر تیمار رفع خواب بذر بر صفت وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد تیمارهای نگهدار بذر در دمای ۴ درجه سانتیگراد روی وزن خشک گیاهچه اثر معنی‌دار داشت در حالی که تیمارهای شاهد، نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار دوددهی، تیمار آب گرم، تیمار آبشویی، تیمار دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار خراش‌دهی روی آن اثر معنی‌داری نداشت. بیشترین و کمترین میزان وزن تر گیاهچه به میزان به ترتیب به میزان ۰/۰۳۶ و ۰/۰۱۳ گرم در تیمارهای ۱۰ و ۴ هفته نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتیگراد حاصل شد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- اثر تیمارهای مختلف رفع خواب بذر بر وزن خشک گیاهچه کرفس کوهی(ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند)

Fig 14- The effect of different seed dormancy treatments on seedling dry weight of Kelussia (Columns that have a common letter have no significant differences based on the LSD test)

ارزیابی سازگاری گیاه کرفس کوهی: پس از انتقال نشاهای تولید شده در شرایط مطلوب به منطقه دره صیدی واقع در شهرستان بروجرد مشاهده شد که رشد بوته‌ها به صورت طبیعی انجام شد و تا ۱۵ اردیبهشت رشد آن ادامه یافته و تا مرحله سه برگی رشد نمودند (شکل ۱۵). پس از آن رشد آنها متوقف شد. توقف رشد آنها در این مرحله طبیعی بوده و در این مرحله گیاه کرفس کوهی رشدش تقریباً متوقف شده و ادامه رشد آن در سال آینده انجام شده و پس از ۴ الی ۵ سال به گلدهی رفته و تولید بذر می‌نماید.

شکل ۱۵- رشد طبیعی نشاهای کرفس کوهی انتقال یافته در منطقه بروجرد

Fig 15- Natural growth of transplanted Kelussia seedlings in Borujerd region

کرفس کوهی گیاهی است دولپه و براساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که تیپ رشدی گیاه کرفس کوهی به صورت اپی جیل می‌باشد که لپه‌ها به همراه پوست بذر در هنگام جوانه‌زنی از خاک خارج می‌شوند. براساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که بذر کرفس کوهی در اثر برخی تیمارهای آزمایشی از قبیل سطوح مختلف تیمار اسید جیبرلیک، تیمار نیترات پتاسیم، تیمار دود، تیمار خراش دهی، تیمار آتش، تیمار آبشویی و تیمار شاهد هیچ کدام از بذرهای کشت شده قادر به جوانه‌زنی نبودند و درصد جوانه‌زنی و بالطبع آن سایر پارامترها نیز صفر در نظر گرفته شدند. از طرفی براساس نتایج این مطالعه مشخص شد که بذوری که در دماهای پایین نگهداری شدند قادر به جوانه‌زنی بودند و نتایج نشان داد افزایش مدت زمان نگه‌داری بذرها سبب شد که درصد جوانه‌زنی نهایی بذرها نیز افزایش یابد. رویشگاه اصلی کرفس کوهی ارتفاعات بالای ۲۵۰۰ متر از سطح دریا و برفگیر بوده و یکی از دلایل اصلی جوانه‌زنی بذر کرفس کوهی در تیمارهای نگهداری بذر در دمای پایین القای تیمار سرمایی همراه با جذب آب در این تیمار می‌باشد. به نظر می‌رسد در طی تکامل این گیاه و براساس شرایط محیطی رشد این گیاه خوپذیری آن به دماهای پایین تثبیت شده و فقط در شرایطی قادر به جوانه‌زنی بوده که دمای پایین را در مدت زمان یک الی ۴ ماه دریافت نماید. در این مطالعه مشخص شد که بذر کرفس کوهی که در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته پس از یک ماه قادر به جوانه‌زنی بوده و با توجه به اینکه افزایش مدت زمان نگهداری بذرها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی این بذر شد استنباط می‌گردد که توده بذری کرفس کوهی دارای طیفی از مقاومت محیطی بوده که افزایش مدت زمان نگهداری آن در دمای پایین سبب شده که طیفی از این مقاومت شکسته شده و درصد جوانه‌زنی بذر را نیز افزایش داده است. با افزایش مدت زمان نگهداری بذر در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد همزمان با افزایش درصد جوانه‌زنی بذر سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده از قبیل طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین طول گیاهچه افزایش یافت. بنیه بذر و گیاهچه نیز افزایش یافت. در مطالعه‌ای مشابه که Etemadi و همکاران (۲۰۱۰) روی جوانه‌زنی بذر کرفس کوهی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تیمارهایی از قبیل کاربرد جیبرلیک اسید هیچ گونه تاثیری بر درصد جوانه‌زنی بذر کرفس کوهی نداشت در حالی که نگه‌داری بذر از ۱۵ تا ۳۰ و ۴۵ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی بذر کرفس کوهی شد که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. در این مطالعه مشخص شد که تیمارهای هورمونی با جیبرلین نتوانستند خواب بذر کرفس کوهی را رفع نمایند و به عبارتی کاربرد جیبرلین در غلظت‌های مختلف نتوانست جایگزین سرما در جهت رفع خواب بذر کرفس کوهی گردد. همچنین تیمارهایی مانند خراش دهی مکانیکی، دود دهی، آبشویی، تیمارهای دمای بالا و نیترات پتاسیم نتوانستند منجر به جوانه‌زنی بذر کرفس کوهی گردد. ۱۰ هفته سرمادهی مرطوب بذور کرفس کوهی سبب شد که بالاترین درصد جوانه‌زنی، رشد اولیه گیاهچه

و طول و وزن خشک ریشه و اندام هوایی را حاصل نماید زیرا در بیشتر موارد بذرهایی که خواب درونی نوع فیزیولوژیک دارند، برای کرد که خواب بذرهای کرفس کوهی از نوع فیزیولوژیک است. Farhoudi و Makizadeh شکست خواب احتیاج به سرمادهی دارند (Farhoudi And Makizadeh Tafti, 2004). پس می‌توان نتیجه‌گیری Tafti (۲۰۱۴) در مطالعه خود روی گیاه کرفس کوهی عنوان داشتند که تیمار سرمادهی تا ۸ و ۱۰ هفته منجر به رفع خواب و جوانه‌زنی بذر و در نهایت رشد گیاهچه این گیاه می‌گردد که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. آنها همچنین عنوان داشتند که هر چند کاربرد هورمون جیرلین به همراه تیمار سرمادهی ۱۰ هفته‌ای درصد جوانه‌زنی بذرهای کرفس کوهی را به بالاترین میزان افزایش داد، ولی کاربرد تنهای هورمون جیبرلین اثر بسیار اندکی بر رفع خواب و جوانه‌زنی بذرهای کرفس کوهی داشت. همچنین برخی از تحقیقات نشان داد سرمادهی بذر کرفس کوهی به مدت ۴۵ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با کاربرد اسید جیبرلیک یا شستشوی بذر با آب روان سبب افزایش جوانه زنی بذر شد (Etemadi *et al*., 2010). گرچه تیمار سرمایی مهمترین تیمار جهت رفع خواب بذر کرفس کوهی می‌باشد، ولی احتمالاً ترکیب تیمار سرما با هورمون‌ها منجر به افزایش جوانه‌زنی می‌گردد. تیمار سرما به همراه اسید جیبرلیک سبب تحریک بیشتر جوانه زنی بذر در مقایسه با کاربرد سرما یا اسید جیبرلیک به تنهایی شد زیرا ترکیب شدن سرما بر شکاف پوسته بذر و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و اسید جیبرلیک بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز تاثیر دارد (Kirmizi *et al*., 2010). کرفس کوهی گیاهی سازگار به مناطق سردسیر بوده که این یک نمونه سازگاری اکولوژیک در بذرهای می‌باشد که برای آمادگی بذرها جهت جوانه‌زنی به یک دوره سرمادهی نیاز دارند. البته بایستی به این نکته توجه نمود که مکانیسم واقعی رفع خفتگی بر اثر سرما هنوز شناخته شده نیست. بعضی از دانشمندان تغییر شکل‌هایی را که در تجهیزات آنزیمی، یا در متابولیسم اسیدهای نوکلئیک و یا در ساختار کلوئیدی با افزایش آبدوستی و غیره روی می‌دهند را عامل این امر دانسته‌اند (Baskin and Milberg, 2000). همچنین عنوان شده است که قرارگیری بذرها در معرض سرمای مرطوب به کاهش سطوح ABA در بذر منجر شده و در نتیجه جوانه‌زنی افزایش می‌یابد. به دنبال کاتابولیسم ABA و تضعیف پیام‌رسانی ABA وابسته به خواب، در طول سرمای مرطوب، سنتز جیبرلین تحریک می‌شود (Yamauchi *et al*., 2004). در مطالعه‌ای دیگر کاهش غلظت آبسزیک اسید درونی بذر کرفس تحت تاثیر سرما و کاربرد اسید جیبرلیک موجب تحریک جوانه زنی بذر شد (Mim *et al*., 2021). تجمع مقادیر زیادی RNA در بذرهای نگه‌داری شده در دمای پایین و در شرایط مرطوب منجر به بازسازی مولکولهای بزرگ از طریق سنتز پروتئین‌ها شده که و در نتیجه آن فعالیت‌های حیاتی گیاه سرعت بیشتری پیدا کرده و منجر به رفع خواب در شرایط سرمای مرطوب می‌گردد که البته این فرآیند در سایر روش‌های رفع خواب این پدیده مشاهده نشده است (Slater and Bryant, 1982). همچنین یکی دیگر از

دلایل رفع خواب در شرایط اعمال تیمار سرمای مرطوب افزایش بیان ژن‌ها دخیل در بیوسنتز جیبرلین بوده که منجر به افزایش تجمع جیبرلین می‌گردد (Farhoudi and Makizadeh Tafti, 2004). سرمادهی سبب افزایش غلظت اسید جیبرلیک درونی، افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و افزایش بیان ژن های دخیل در ساخت این آنزیم می‌شود (Sato and Okubo, 2006). از طرفی افزایش اسید جیبرلیک سبب تحریک فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز و جوانه‌زنی بیشتر بذر می‌گردد و همچنین افزایش رونویسی از دو ژن دخیل در فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز که وابسته به غلظت اسید جیبرلیک بود مشاهده شده است (Kaneka *et al*., 2002). هم‌چنین گزارش شده است که تیمار سرمادهی منجر به تحریک رشد جنین (Rajabian *et al*., 2007) و تحریک تولید اسید جیبرلیک در بذر و نفوذپذیر شدن سلول های بذر به اسید جیبرلیک (Fang *et al*., 2006) اشاره نمود. به هر حال بایستی در نظر داشت که تیمار تنش سرمایی در بذر گیاه دارویی کرفس کوهی که دارای خواب بذر از نوع فیزیولوژیک بوده با تغییر در محتوای RNA و همچنین تغییرات هورمونی همراه بوده که این تغییرات در سایر روش‌های رفع خواب ایجاد نمی‌گردد. از این رو افزایش مدت‌زمان تیمار سرمادهی منجر به افزایش سطح بالایی از RNA و هورمون‌ها در بذر این گیاه شده و خواب آن رفع می‌گردد، در حالی که این اتفاق در سایر روش‌ها رخ نداد.

نتیجه‌گیری کلی

بذر کرفس کوهی مانند اکثر گیاهان خانواده چتریان به سختی جوانه می‌زند و خواب آن از نوع فیزیولوژیک بوده که جهت رفع آن نیاز به سرمادهی طولانی‌می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد بهترین تیمار جهت رفع خواب و افزایش درصد جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کرفس کوهی تیمار سرمادهی به مدت ۱۰ هفته بود و سایر روش‌های رفع خواب اثری بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کرفس کوهی نداشتند. نشاهای انتقال یافته نیز تا مرحله سه برگی رشد نمودند و رشد آنها در این مرحله متوقف گردید.

منابع

1) Agha Alikhani, M. and F, Ghoshchi. 2004. Applied Plant Ecology. Islamic Azad University of Varamin-Pishva Publications. 217 pages.
2) Anwar, M.P., Jahan, R., Rahman, M.R., Islam, A.K.M.M. and F.M.J, Uddin. 2021. Seed priming for increased seed germination and enhanced seedling vigor of winter rice. *Earth and Environmental Science*, 756: 012047.
3) Baskin, C.C., Baskin, J.M. and G.R, Hoffman. 1992. Seed dormancy in the prairie forb *Echinacea angustifolia* (*Asteraceae*): afterripening pattern during cold stratification. International. *Journal of Plant Science*, 153(2): 239–243.
4) Baskin, J.M. and C.C, Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14: 1-16
5) Copeland, L.O. and M.B, Mc Donald. 2001. Principles of Seed Science and Technology. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
6) Copeland, L.O. and M.B, Mc Donald. 1995. Principals of seed science and technology. Chapman and Hall, New York. 236 p.
7) Etemadi, N., Haghighi, N., Nikbakht, A. and Z, Zamani. 2010. Methods to promote germination of Kelussia odoratissima Mozaff an Iranian endemic medicinal plant. *Herba polonica,* 56(2): 21-28.
8) Fang, S., Wang, J., Wei, A. and Zhu, Z. 2006. Methods to break seed dormancy in *Cyclocarya paliurus* (Batal) Iljinskaja, Scientia Horticulture, 110: 305–309.
9) Farhoudi, R. and Makizadeh Tafti, M. 2014. Study on Dormancy failure of *Kelussia odoratissma* under application of gibberellic acid and cold treatments. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 3 (2): 241-249. (In Persian)
10) Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W. and Trengove, R.D., 2004. A Compound from Smoke That Promotes Seed Germination, Science, 305: 977-986.
11) Garcı´a-Gusano, M., Martı´nez-Go´mez, P. and Dicenta, F. 2004. Breaking seed dormancy in almond (*Prunus dulcis*). Scientia Horticulture, 99: 363–370
12) Gour, L., Ramakrishnan, R.S., Panwar, N.K., Sharma, R., Pathak, N. and G.K, Koutu. 2019. Seed priming: An old empirical technique with new contemporary perspectives in respect to *Pisum sativum* L: A review. *Agricultural Reviews,* 40: 136-142.
13) Haider, I. and H, Rehman. 2022. The impact of different seed priming agents and priming durations on stand establishment and biochemical attributes of Stevia rebaudiana Bertoni. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4): 2210-2218.
14) Kirmizi, S., Guleruz, G. and H, Arsalan. 2010. Effects of moist chilling, gibberellic acid, and scarification on seed dormancy in the rare endemic *Pedicularis olympica*. *Turkish Journal of Botany*, 34: 235-242.
15) Kulkarni, M.G., Ghebrehiwot, H.M., Kirkman, K.P. and J, Van Staden. 2012. Response of grass seedlings to smoke-water and smoke-derived butenolide in the absence of macronutrients (nitrogen, phosphorus, and potassium). *Rangeland Ecology and Management*, 65(1): 31- 38.
16) Lemmens, E., Deleu, L.J., De Brier, N., De Man, W.L., De Proft, M., Prinsen, E. and J.A, Delcour. 2019. The impact of hydro-priming and osmo-priming on seedling characteristics, plant hormone concentrations, activity of selected

hydrolytic enzymes, and cell wall and phytate hydrolysis in sprouted wheat (*Triticum aestivum* L.). *ACS Omega*, 4: 22089-22100.

17) Mackay,W.A., Davis, T.D. and D, Sankhala. 2001. Influence of scarification and temperature on seed germination of Lupinus arboreus. *Seed Science and Technology*, 29: 543-548.
18) Mim, T.F., Anwar, M.P., Ahmel, M., Sriti, N., Moni, E.H., Hasan, A.K. and S, Yeasmin. 2021. Competence of different priming agents for increasing seed germination, seedling growth and vigor of wheat. *Fundamental and Applied Agriculture*, 6: 444-459.
19) Mirmazloum, I., Kiss, A., Erdélyi, É., Ladányi, M., Németh, É.Z. and P, Radácsi. 2020. The effect of osmopriming on seed germination and early seedling characteristics of *Carum carvi* L. *Agriculture*, 10: 94.
20) Mondal, S. and B, Bose. 2019. Impact of micronutrient seed priming on germination, growth, development, nutritional status and yield aspects of plants. *Journal of Plant Nutrition*, 42: 2577-2599.
21) Ofoea, R., Lokanadha, R., Gunupurua, G.W., Gefu, W.P., Bourlaye, F. and L.A, Thomasb,. 2022. Seed priming with pyroligneous acid mitigates aluminum stress and promotes tomato seed germination and seedling growth. Plant Stress, 4: 100083.
22) Olmez, Z., Yahyaglu, Z. and A, Omer. 2004. Effect of H2So4, GA3 and KNo3 treatment on germination of Caper seeds. *Pakestanian Journal of Biological Science*, 7(6):879-882.
23) Omidbaigi, R., Sefidkon, F. and K, Saeedi. 2008. Essential oil content and composition of *Kelussia odoratissima* Mozaff. as an Iranian endemic plant. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 11: 594-7.
24) Rajabian, T., Saboora, A., Hassani, B. and H, Fallah Hosseini. 2007. Effects of GA3 and chilling on seed germination of *Ferula assa-foetida*, as a medicinal plant. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(3): 396-403.
25) Sato, A. and H, Okubo. 2006. Increase in the expression of an alpha amylase gene and suger accumulation induced during cold period in Hyacinth bull. *Journal of American society in Horticulture Science*, 131(2): 185-191.
26) Slater, R.J. and J.A, Bryant. 1982. RNA Metabolism during breakage of seed dormancy by low temperature treatment of fruits of *Acer platanoides*. Annals of Botany, 50:141-149.
27) Sozzi, G. and A, Chiesa. 1995. Improvement of caper (*Capparis spinosa* L.) seed germination by breaking seed coat-induced dormancy. *Scientia Horticulturae*, 62: 255-261.
28) Tajbakhsh, M. 1998. Seed (Cognition-Certification and Control). Ahrar Tabriz Press. 177 p.
29) Yamauchi, Y., Ogawa A., Kuwahara A., Hanada Y., Kamiya, Y. and S, Yamaguchi. 2004. Activation of gibberellin biosynthesis and response pathways by low temperature during imbibition of *Arabidopsis thaliana* seeds. *Plant andCell*, 16: 367-378.
30) Zulfiqar, F. 2021. Effect of seed priming on horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 286: 110197