"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰
(ص ۷۰-۵۹)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 10, No.: 1, Spring 2021
(pp: 59-70)
DOI: 10.22034/ijsst.2020.128014.1297
Research Article

مطالعه شیوه‌های متفاوت پرایمینگ و دماهای مختلف بر شکستن خواب و جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی ککک کش بیابانی (*Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss)

الهام هراتی[۱]، سید غلامرضا موسوی[۲*]، فاطمه نخعی[۳]، محمد جواد ثقه الاسلامی[۲]

۱. دانشجوی دکتری گیاهان دارویی، گروه باغبانی، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران
۲. دانشیار گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران
۳. استادیار گروه باغبانی، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۶)

چکیده

جوانه‌زنی بذر اولین و حساسترین مرحله نموی در چرخه زندگی گیاه و فرایند کلیدی در سبز شدن گیاهچه می‌باشد. از طرف دیگر یکی از موانع عمده تکثیر گیاهان دارویی در خارج از رویشگاه طبیعی محدودیت میزان جوانه‌زنی و خواب بذر می‌باشد. از اینرو به منظور یافتن بهترین تیمار پرایمینگ و دما جهت شکستن خواب و جوانه‌زنی بذر ککک کش بیابانی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار و ۲ عامل در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند در سال ۱۳۹۶ انجام شد. عامل اول روش شکست خواب بذر در ۱۱ سطح شامل تیمار نیترات پتاسیم ۲٪ در دو سطح زمانی ۲۴ و ۴۸ ساعت، اسید جیبرلیک (۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر) در دو سطح زمانی ۲۴ و ۴۸ ساعت و سرمادهی مرطوب به مدت (۷، ۱۴ و ۲۱ روز) و عامل دوم دما در سه سطح (۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس) بود. نتایج نشان داد بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به پرایمینگ سرمادهی مرطوب ۷ و ۲۱ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و بیشترین طول گیاهچه، طول ریشه‌چه، نسبت ریشه به ساقه، وزن تر و خشک گیاهچه، شاخص طولی بنیه بذر و شاخص وزنی بنیه بذر مربوط به سرمادهی مرطوب ۲۱ روز و دمای ۱۵ درجه سلسیوس بود. بنابراین سرمادهی مرطوب ۲۱ روز و دماهای ۱۵ و ۲۵ درجه سلسیوس بهترین تیمار و دما جهت شکستن خواب بذر و جوانه‌زنی بذر ککک کش بیابانی مشخص شد.

کلمات کلیدی: اسید جیبرلیک، جوانه‌زنی، دما، سرمادهی مرطوب، ککک کش بیابانی، نیترات پتاسیم.

Effect of different priming methods and temperatures on seed dormancy breakage and germination of *Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss

E. Harati[1], S.Gh. Moosavi[2*], F. Nakhaei[3], M.J. Seghatoleslami[2]

1. Ph.D. student of Medicinal Plants, Department of Horticulture, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran
2. Associate Professor of Department of Agronomy, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran
3. Assistant Professor of Department of Horticulture, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran
(Received: Oct. 08, 2019 – Accepted: Apr. 14, 2020)

Abstract

Seed germination is the first and most sensitive developmental stage in the plant life cycle and the key process in seedling emergence. On the other hand, one of the major barriers to optimum use of medicinal plants outside the natural habitat is limited level of seed germination and seed dormancy. Hence in order to find the best priming and temperature treatment to dormancy breaking and seed germination of medicinal plant seed *Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss a factorial experiment based on the completely randomized design with four replications and two factors was conducted in Islamic Azad University, Birjand branch in 2017. The first factor of priming type is 11 levels included in potassium nitrate 2% treatment at two times of 24 and 48 hours, gibberellic acid (0, 250 and 500 mg/ l) at two times of 24 and 48 hours, and stratification (7, 14 and 21 days). The second factor was temperature at three levels (15, 20 and 25 °c). The results showed that highest germination rate and percent germination were related to stratification at 7 and 21 days at 25 °c and maximum seedling length, plumule length, radicle length, radicle/plumule length ratio, wet weight of seedling, dry weight of seedling, percent germination, germination rate, longitudinal index seed vigor, weight index seed vigor related to 21 days wet temperature and 15°c. Therefore, 21 days stratification and temperatures of 15 and 25 °c were the best priming and temperature treatments to dormancy breaking and seed germination of medicinal plant seed *Pulicaria gnaphalodes*.

Keywords: Germination; Gibberellic acid, Potassium nitrate, *Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss, Stratification, Temperature.

* Email: s_reza1350@yahoo.com

مقدمه

گیاه دارویی کک کُش بیابانی با نام علمی (*Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss) متعلق به خانواده کاسنی (Asterace)، گیاهی علفی، چندساله، دارای ساقه راست و افراشته، برگ‌ها متراکم یا تُنَک، با گل‌های کوچک به رنگ زرد روشن، گل‌آذین به‌صورت کپه‌ای کوچک و دارای میوه فندقه می‌باشد (Batooli *et al*., 2017). جنس Pulicaria شامل ۸۰ گونه است که به‌طور گسترده از اروپا تا شمال آفریقا و آسیا توزیع شده است (Mumivand *et al*., 2010). این گونه در ایران، مصر، افغانستان و پاکستان وجود دارد. ۵ گونه از این جنس (*P. gnaphalodes*، *P. Arabica*، *P. vulgaris*، *P. dysenterica* و *P. salvifolia*) در نواحی مختلف ایران در مناطق شرقی، غربی، جنوبی، بخش مرکزی و شمال غربی می‌رویند (Ravandeh *et al*., 2011; Salar Bashi *et al*., 2013). جنس Pulicaria دارای فعالیت ضدالتهاب و ضدلوسمی است و در طب سنتی به عنوان مدر و تب بر، کاهش علائم و نشانه‌های آنفولانزا و سرماخوردگی، اختلالات روده و درمان التهاب، قولنج، درمان سرفه و تعرق بیش از حد و به عنوان ضد نفخ استفاده می‌شود. علاوه بر این دارای خواص ضدتشنج، ضدباکتری و آنتی هیستامین می‌باشد و درمان گرمازدگی کاربرد دارد. دارای فعالیت ضدمیکروبی، ضدقارچی، ضدمالاریایی و به عنوان ضد اسهال و در رفع ناراحتی‌های پوستی کاربرد دارد و همچنین دارای خواص حشره‌کشی می‌باشد (Asghar *et al*.,2014; Salar Bashi *et al*., 2013; Mumivand *et al*., 2010).

بذر مهمترین عامل تکثیر و حفظ ذخایر توارثی گیاهی است (Hadi *et al*., 2011) و جوانه‌زنی بذر اولین و حساسترین مرحله نموی در چرخه زندگی گیاه و یک فرایند کلیدی در سبز شدن گیاهچه می‌باشد (Windauer *et al*., 2007). از طرف دیگر یکی از موانع عمده تکثیر گیاهان دارویی در خارج از رویشگاه طبیعی محدودیت میزان جوانه‌زنی و خواب بذر می‌باشد (Nabaei *et al*., 2014). یکی از روش‌هایی که سبب افزایش جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه می‌شود، پیش تیمار بذر قبل از کاشت یا پرایمینگ[1] می‌باشد، پرایمینگ همچنین باعث بهبود خصوصیات جوانه‌زنی می‌شود (Asadi Aghbolaghi and Sedghi, 2014; Sajjadi Jaghargh *et al*., 2013; Di Girolamo and Barbanti, 2012). تنظیم کننده‌های رشد گیاهی با تاثیر بر بخش‌های مختلف بذر، بر شکستن خواب بذر و جوانه‌زنی آن موثر می‌باشند. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مانند اسید جیبرلیک در بذر موجب شکسته شدن نشاسته ذخیره‌ای و تبدیل آن به مواد قابل استفاده برای جنین شده و موجب شروع فرآیند جوانه‌زنی می‌شود و جوانه‌زنی را در بسیاری از گونه‌های گیاهی افزایش می‌دهد (Jabbari *et al*., 2011; Yamauchi *et al*., 2004). شکستن خواب بذر توسط تیمار اسید جیبرلیک در گیاه دارویی خارمریم (*Silybum marianum* L.) توسط نبئی و همکاران (Nabaei *et al*., 2013) و در کما (*Ferula ovina*) توسط هادی و همکاران (Hadi *et al*., 2011) گزارش شده است. علاوه بر جیبرلین از سایر مواد شیمیایی که در این زمینه به وفور از آنها استفاده می شود، می‌توان به نیترات پتاسیم اشاره نمود. بسیاری از بذرهایی که برای جوانه‌زنی نیازمند به نور هستند، نسبت به نیترات پتاسیم پاسخ مثبت می‌دهند و افزایش جوانه‌زنی تحت تاثیر نیترات پتاسیم می‌تواند دلیل نیاز نوری بذرها برای جوانه‌زنی و فتوبلاستیک بودن آنها باشد (Nabaei *et al*., 2014). همچنین گزارش شده است سرمادهی مرطوب نقش مهمی در فرآیند جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر ایفاء می‌کند. سازوکار شکستن خواب بذر در اثر سرما می‌تواند به دلیل تغییر شکل تجهیزات آنزیمی، متابولیسم اسید نوکلئیک و یا ساختار کلوئیدی بذر با افزایش آبدوستی، کاهش یا حذف بازدارنده‌های جوانه‌زنی درون بذر مثلا کاهش

[1] Priming

میزان اسید آبسیزیک و یا فعال کردن و سنتز جیبرلین باشد (Hadi *et al.*, 2011). بر اساس نتایج تحقیق شریفی و پوراسماعیل (۱۳۸۲) از بین تیمارهای سرما و برخی سیتوکنین‌ها در بذر زیره سیاه (*Bunium persicum* (Boiss.) B.Fedtsch.) دریافتند که اثر متقابل پیش سرمادهی و تیمار هورمونی باعث افزایش جوانه‌زنی و رفع خواب این بذر می‌شود.

از آنجاییکه جوانه‌زنی در کک کش بیابانی با مشکلاتی از قبیل درصد پایین جوانه‌زنی و عدم یکنواختی جوانه‌زنی روبرو می‌باشد، لذا برطرف نمودن مشکلات مربوط به جوانه زنی بذر کک کش بیابانی به عنوان قدمی آغازین در کشت و اهلی کردن این گیاه است. بنابراین با توجه به مطالب فوق و داشتن اطلاعات بهینه و مطلوب در جهت اهلی سازی و استقرار بوته این پژوهش انجام شده است.

مواد و روش‌ها

بذرهای کک کش بیابانی در آبان‌ماه ۱۳۹۶ از رویشگاه نوفرست جمع آوری شدند. رویشگاه نوفرست در دهستان باقران از توابع بخش مرکزی شهرستان بیرجند در جنوب شرقی خراسان جنوبی با مختصات ۳۲ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی قرار دارد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند انجام شد. بعد از جمع آوری بذرها، ابتدا بذرها به وسیله محلول هیپوکلریت سدیم ۳٪ به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و پس از آن چند بار با استفاده از آب مقطر شستشو داده شدند و سپس تیمارها اعمال شد. عامل اول روش شکست خواب بذر در ۱۱ سطح شامل: ۱) خیساندن بذرها در آب مقطر به عنوان شاهد به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت، ۲) خیساندن بذرها در نیترات پتاسیم ۲٪ به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت، ۳) خیساندن بذرها در محلول اسید جیبرلیک (۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر) به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت و ۴) سرمادهی بذرها در دمای ۵ درجه سلسیوس به مدت (۷، ۱۴ و ۲۱ روز) بود و عامل دوم دمای جوانه‌زنی در سه سطح (۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس) انجام گرفت. تعداد ۳۵ عدد بذر شمارش شد و داخل ظروف پتری و روی کاغذ صافی کشت شدند. پس از اعمال تیمارها ظروف پتری به داخل انکوباتور با شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در دماهای (۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس) منتقل شدند. کاغذ صافی درون پتریدیش‌ها در طی آزمایش مرطوب نگهداشته شد. شمارش بذرهای جوانه زده ۲۴ ساعت بعد از انتقال به انکوباتور آغاز شد. شمارش بذرهای جوانه زده تا جایی ادامه داشت که تعداد بذرهای جوانه زده در دو روز متوالی ثابت ماند.

شاخص‌های جوانه‌زنی شامل: درصد و سرعت جوانه زنی، طول گیاهچه، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، نسبت ریشه به ساقه، وزن تر و خشک گیاهچه اندازه‌گیری شد. طول ساقه‌چه از یقه تا جوانه انتهایی و طول ریشه‌چه از یقه تا نوک ریشه اصلی بر حسب میلی‌متر با خط کش دقیق اندازه‌گیری شد. وزن تر گیاهچه و ریشه‌چه و وزن خشک بعد از خشک شدن نمونه‌ها در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری گردید. درصد جوانه‌زنی بر اساس معادله (۱) (Jabbari *et al.*, 2011):

$$GP= n/N \times 100$$

در این معادله n: تعداد بذر جوانه‌زده و N: تعداد کل بذرها می‌باشد و سرعت جوانه‌زنی بر اساس معادله (۲) (Ghahremani *et al.*, 2018):

$$Rs= \sum Si/ Di$$

Rs: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه زده در روز)، Si: تعداد بذر جوانه زده در هر شمارش و Di: تعداد روز تا شمارش n ام بود. شاخص طولی بنیه بذر بر اساس معادله (۳)

$$SVI= (\text{درصد جوانه‌زنی} \times \text{طول گیاهچه})/۱۰۰$$

و شاخص وزنی بنیه بذر بر اساس معادله (۴) محاسبه گردید (Adebisi *et al.*, 2013):

۱۰۰/(درصد جوانه‌زنی × وزن خشک گیاهچه) =SVI

محاسبات آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ و برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد. لازم به ذکر است آزمون نرمال بودن داده‌های آزمایشی نیز انجام گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده و همچنین اثر متقابل پرایمینگ (روش شکست خواب بذر) و دما برای کلیه صفات مورد مطالعه جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر پرایمینگ و دما بر شکستن خواب و جوانه‌زنی بذور کک کش بیابانی (*Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss)

Table 1- Analysis of variance the effect of priming and temperature on seed dormancy and germination *Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss

منابع تغییرات Source on variance	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean Squares									
		شاخص وزنی بنیه بذر weight index seed vigor	شاخص طولی بنیه بذر Longitudinal index seed vigor	درصد جوانه‌زنی Germination%	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	وزن خشک گیاهچه Dry weight of seedling	وزن تر گیاهچه Wet weight of seedling	نسبت طول ریشه به ساقه Radicle/plumule length ratio	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	طول گیاهچه Seedling length
دما Temperature	2	0.000361**	1032.85**	8749.47**	265.98**	0.000713**	0.04**	1.05**	274.01**	321.59**	1065.83**
پرایمینگ Priming	10	0.0000894**	1727.14**	5835.08**	602.49**	0.0000799**	0.01**	3.46**	728.34**	116.68**	1175.93**
دما × پرایمینگ Temperature×Priming	20	0.0000308**	218.10**	1019.15**	86.15**	0.0000524**	0.01**	1.94**	199.57**	60.55**	248.86**
خطا Error	99	0.00000244	42.49	76.97	2.73	0.00000361	0.001	0.15	18.68	3.64	26.29
درصد ضریب تغییرات Coefficient of variation%		25.58	27.74	14.41	23.95	20.92	16.81	28.57	21.58	12.41	14.49

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪. **: significant at 1% probability level.

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که بیشترین شاخص وزنی بنیه بذر مربوط به تیمار سرمادهی مرطوب ۲۱ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس (۰/۵۲ میلی‌گرم) بود که نسبت به شاهد ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۸۶/۵ و ۸۲/۷ درصد برتری داشت. بیشترین شاخص طولی بنیه بذر مربوط به تیمار سرمادهی مرطوب ۲۱ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس (۵۲/۴ میلی‌متر) بود که نسبت به شاهد ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۸۳/۲ و ۸۰/۵ درصد برتری داشت. بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار سرمادهی مرطوب ۷ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس (۹۵ درصد) بود که نسبت به شاهد ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۷۲/۹ و ۶۶/۹ درصد افزایش داشت. لازم به ذکر است که تیمارهای سرمادهی مرطوب ۷ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و سرمادهی مرطوب ۱۴ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس از نظر درصد جوانه‌زنی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرمتقابل تیمارهای پرایمینگ و دما بر شکستن خواب و جوانه‌زنی بذور ککک کش بیابانی (*Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss)

Table 2- Mean comparison of interaction of priming treatments and temperature on seed dormancy and germination *Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss

پرایمینگ/ دما Priming/ Temperature	شاخص وزنی بنیه بذر weight index seed vigor	شاخص طولی بنیه بذر Longitudinal index seed vigor	درصد جوانه‌زنی (٪) Germination%	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (seed/dey)	وزن خشک گیاهچه(mg) Dry weight of seedling	وزن تر گیاهچه(mg) Wet weight of seedling	نسبت طول ریشه به ساقه Radicle/plumule length ratio	طول ریشه‌چه Radicle length (mm)	طول ساقه‌چه Plumule length (mm)	طول گیاهچه Seedling length (mm)
Control 24 h- 15 °c	0.07^{lp}	8.82^{jl}	25.71^{l}	2.88^{gl}	0.34^{df}	3.58^{fh}	0.73^{ik}	15.30^{kp}	19.60^{ae}	34.90^{fi}
Control 48 h- 15 °c	0.09^{ko}	10.21^{jk}	31.42^{kl}	5.09^{fg}	0.30^{fg}	2.85^{h}	0.66^{jk}	13.73^{mr}	19.65^{ae}	32.81^{gj}
kno3 24 h- 15 °c	0.15^{il}	16.35^{hj}	42.14^{hk}	4.70^{fh}	0.38^{cf}	3.27^{h}	1.01^{fk}	18.82^{in}	18.97^{ae}	37.80^{ei}
kno3 48 h- 15 °c	0.28^{cf}	17.48^{gj}	49.99^{fi}	6.40^{ef}	0.56^{a}	3.68^{fh}	0.88^{hk}	15.62^{kp}	19.78^{ad}	35.40^{fi}
GA250 24 h- 15 °c	0.24^{eh}	13.28^{ij}	60.71^{eg}	1.36^{jm}	0.405^{ce}	3.44^{gh}	0.60^{k}	7.36^{rs}	13.41^{hk}	20.78^{l}
GA250 48 h- 15 °c	0.20^{gj}	15.60^{hj}	62.85^{eg}	1.54^{jm}	0.33^{df}	3.60^{fh}	0.57^{k}	8.21^{qr}	16.45^{eh}	24.66^{kl}
GA500 24 h- 15 °c	0^{p}	0.38^{kl}	7.14^{m}	0.11^{lm}	0^{k}	0^{i}	1.10^{fk}	1.38^{st}	1.50^{m}	2.88^{m}
GA500 48 h- 15 °c	0^{p}	0^{l}	0^{m}	0^{m}	0^{k}	0^{i}	0^{l}	0^{t}	0^{m}	0^{m}
Strati 7 Day- 15 °c	0.32^{ce}	25.94^{eh}	63.57^{ef}	3.56^{gj}	0.5^{ab}	7.22^{ab}	2.92^{b}	26.78^{dg}	10.53^{kl}	37.31^{fi}
Strati 14 Day- 15 °c	0.45^{b}	38.37^{bd}	82.14^{ad}	10.76^{d}	0.56^{a}	8.10^{a}	2.85^{b}	36.76^{b}	9.33^{l}	46.08^{be}
Strati 21 Day- 15 °c	0.52^{a}	52.40^{a}	92.14^{ab}	8.29^{e}	0.57^{a}	8.42^{a}	4.07^{a}	44.73^{a}	11.73^{kl}	56.46^{a}
Control 24 h- 20 °c	0.19^{gj}	14.55^{ij}	48.57^{gj}	1.47^{jm}	0.38^{cf}	4.98^{ef}	1.52^{dh}	17.28^{jo}	12.63^{ik}	29.92^{ik}
Control 48 h- 20 °c	0.20^{fi}	19.47^{gj}	55.00^{fh}	3.32^{gj}	0.37^{cf}	6.01^{be}	1.34^{dj}	19.59^{gn}	15.50^{fi}	35.09^{fi}
kno3 24 h- 20 °c	0.15^{im}	16.40^{hj}	51.42^{fh}	2.08^{hm}	0.29^{fh}	5.58^{ce}	1.19^{ek}	16.88^{jo}	15.01^{gj}	31.89^{hk}
kno3 48 h- 20 °c	0.31^{ce}	31.19^{cf}	72.14^{de}	12.63^{d}	0.42^{bd}	6.50^{bc}	1.59^{dg}	26.08^{di}	17.11^{cg}	43.19^{bf}
GA250 24 h- 20 °c	0.36^{c}	27.94^{dg}	77.85^{bd}	3.00^{gk}	0.46^{bc}	4.96^{ef}	1.49^{dh}	20.82^{fm}	15.08^{gi}	35.90^{fi}
GA250 48 h- 20 °c	0.29^{ce}	36.17^{bd}	86.43^{ac}	4.51^{fi}	0.34^{df}	5.25^{ce}	1.81^{de}	26.41^{dh}	15.23^{gi}	41.64^{cf}
GA500 24 h- 20 °c	0.33^{cd}	23.02^{fi}	89.28^{ab}	2.98^{gk}	0.37^{cf}	4.82^{dg}	1.11^{fk}	12.71^{nr}	13.09^{ik}	25.80^{jl}
GA500 48 h- 20 °c	0.26^{dg}	15.99^{hj}	74.28^{ce}	1.84^{im}	0.35^{df}	3.70^{fh}	0.91^{gk}	9.36^{pr}	11.98^{jl}	21.35^{l}
Strati 7 Day- 20 °c	0.33^{cd}	34.87^{be}	87.86^{ac}	18.88^{c}	0.38^{cf}	4.67^{eg}	2.42^{bc}	35.57^{bc}	15.55^{fi}	51.11^{ab}
Strati 14 Day- 20 °c	0.32^{ce}	44.72^{ab}	94.28^{a}	18.80^{c}	0.34^{df}	5.85^{be}	1.88^{cd}	30.24^{cd}	17.01^{cg}	47.25^{bd}
Strati 21 Day- 20 °c	0.29^{ce}	37.25^{bd}	90.71^{ab}	23.15^{b}	0.32^{ef}	6.05^{be}	1.68^{df}	23.27^{dj}	17.78^{bg}	41.06^{cg}
Control 24 h- 25 °c	0.03^{op}	15.22^{hj}	37.14^{il}	1.18^{jm}	0.08^{jk}	5.83^{be}	1.34^{df}	22.29^{ek}	17.54^{bg}	39.84^{dg}
Control 48 h- 25 °c	0.05^{np}	14.93^{ij}	35.71^{jl}	2.70^{gm}	0.13^{ij}	6.11^{be}	1.52^{dh}	24.60^{di}	16.72^{dg}	41.32^{cg}
kno3 24 h- 25 °c	0.07^{mp}	18.81^{gj}	49.28^{fj}	2.11^{hm}	0.15^{ij}	6.27^{be}	1.10^{fk}	19.38^{hn}	18.60^{af}	37.98^{ei}
kno3 48 h- 25 °c	0.05^{np}	13.72^{ij}	34.28^{kl}	2.57^{gm}	0.15^{ij}	6.49^{bc}	1.19^{ek}	21.70^{ek}	19.31^{ae}	41.01^{cg}
GA250 24 h- 25 °c	0.11^{jn}	37.96^{bd}	90.00^{ab}	3.74^{gj}	0.12^{ij}	6.53^{bc}	1.15^{ek}	21.83^{ek}	20.19^{ac}	42.02^{cf}
GA250 48 h- 25 °c	0.15^{il}	23.53^{fi}	74.28^{ce}	2.68^{gm}	0.20^{hi}	4.70^{eg}	0.91^{gk}	14.35^{lq}	16.59^{dg}	30.94^{ik}
GA500 24 h- 25 °c	0.09^{ko}	23.71^{fi}	62.14^{eg}	2.02^{hm}	0.15^{ij}	5.90^{be}	1.20^{ek}	20.59^{gm}	17.51^{bg}	38.11^{ei}
GA500 48 h- 25 °c	0.00^{p}	2.29^{kl}	9.28^{m}	0.25^{km}	0.02^{k}	5.66^{ce}	1.19^{ek}	11.70^{or}	12.81^{ik}	24.50^{kl}
Strati 7 Day- 25 °c	0.15^{im}	45.05^{ab}	95.00^{a}	18.98^{c}	0.16^{ij}	6.01^{be}	1.52^{dh}	28.52^{de}	19.04^{ae}	47.55^{bd}
Strati 14 Day- 25 °c	0.18^{hj}	40.69^{bc}	83.57^{ad}	25.17^{b}	0.21^{gi}	6.72^{bc}	1.38^{di}	27.86^{df}	20.71^{ab}	48.57^{bc}
Strati 21 Day- 25 °c	0.16^{ik}	38.97^{bc}	92.14^{ab}	28.98^{a}	0.18^{ij}	6.29^{bd}	1.04^{fk}	21.16^{fl}	21.19^{a}	42.34^{cf}

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۱٪ می‌باشد.

Control= تیمار شاهد، KNO_3= نیترات پتاسیم، GA_3= جیبرلیک اسید و Strati= سرمادهی مرطوب.

Different letters represent a significant difference in the probability level of 1%.

Control= control treatment, KNO_3=Potassium Nitrate, GA_3= Acid Gibberllic, Strati= Stratification

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار سرمادهی مرطوب ۲۱ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس (۲۹ بذر جوانه زده در روز) بود که نسبت به شاهد ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۹۰/۱ و ۸۲/۴ درصد افزایش داشت. بیشترین وزن خشک گیاهچه مربوط به تیمار سرمادهی مرطوب ۲۱ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس (۰/۵۷میلی‌گرم) بود که نسبت به شاهد ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۴۰/۴ و ۴۷/۴ درصد برتری داشت. لازم به ذکر است که تیمارهای سرمادهی مرطوب ۲۱ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس و سرمادهی مرطوب ۱۴ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس از نظر وزن خشک گیاهچه در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). بیشترین وزن تر گیاهچه مربوط به تیمار سرمادهی مرطوب ۲۱ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس (۸/۴۲ میلی‌گرم) بود که نسبت به شاهد ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۵۷/۵ و ۶۶/۲ درصد برتری داشت. تیمارهای سرمادهی ۲۱ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس و سرمادهی مرطوب ۱۴ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس از نظر وزن تر گیاهچه نیز در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). بیشترین نسبت طول ریشه به ساقه مربوط به تیمار سرمادهی مرطوب ۲۱ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس (۴/۱ میلی‌متر) بود که نسبت به شاهد ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۸۲/۱ و ۸۳/۸ درصد برتری داشت. بیشترین طول ریشه‌چه مربوط به تیمار سرمادهی مرطوب ۲۱ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس (۴۴/۴ میلی‌متر) بود که نسبت به شاهد ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۶۵/۸ و ۶۹/۳ درصد برتری داشت. بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به تیمار سرمادهی مرطوب ۲۱ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس (۲۱/۲ میلی‌متر) بود که نسبت به شاهد ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۷/۵ و ۷/۳ درصد برتری داشت. بیشترین طول گیاهچه مربوط به تیمار سرمادهی مرطوب ۲۱ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس (۵۶/۵ میلی‌متر) بود که نسبت به شاهد ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۴۱/۷ و ۴۱/۹ درصد برتری داشت و کمترین مقایسه میانگین‌ها مربوط به پرایمینگ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ۲۴ و ۴۸ ساعت در دمای ۱۵ درجه سلسیوس بود، بطوری‌که مولفه‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه را نسبت به شاهد کاهش داد (جدول ۲).

بحث

بر اساس نتایج پژوهش حاضر بیشترین افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی بذر ککک کش بیابانی مربوط به پرایمینگ سرمادهی مرطوب بذر بود. یافته‌ها نشان می‌دهد سرمادهی مرطوب از روش‌های استانداردی است که برای افزایش جوانه‌زنی بذر خفته استفاده می‌شود (Nadjafi *et al.*, 2006). فرهودی و مکی‌زاده تفتی (Farhoudi and Makizade Tafti, 2014) نیز بیان نمودند، سرمادهی سبب تحریک سنتز اسید جیبرلیک می‌شود و اسید جیبرلیک سبب افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، تحریک مصرف ذخایر غذایی آندوسپرم و کاهش مقاومت مکانیکی سلول‌های آندوسپرم می‌شود. افزایش جوانه‌زنی بذرها به واسطه تیمار سرمادهی ناشی از شکافته شدن پوسته بذر در اثر سرماست که از مقاومت مکانیکی پوسته بذر بر رویان می‌کاهد. همچنین این احتمال وجود دارد که عامل سرما علاوه بر سنتز اسید جیبرلیک درون زا، محرک‌های دیگری را نیز فعال می‌کند که موجب افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی بذرها می‌گردد. به نظر می‌رسد تیمار سرما سبب کاهش میزان هورمون‌های بازدارنده و افزایش میزان هورمون‌های محرک شده و به این ترتیب سبب افزایش پتانسیل جوانه‌زنی بذر می‌شود. این رویدادها به‌طور همزمان رخ داده و جوانه‌زنی در بذرها نتیجه توازن بین هورمون‌ها می‌باشد (Tipirdamaz and Gomurgen, 2000).

نجفی و همکاران (Nadjafi *et al.*, 2006) همسو با نتایج این آزمایش در باریجه (*Ferula gummosa*) گزارش نمودند، سرمادهی مرطوب ۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۴ روز سبب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی گردید.

همچنین عقیلیان و همکاران (Aghilian *et al*., 2014) نیز گزارش نمودند سرمادهی مرطوب نسبت به سایر تیمارهای آزمایش، سبب شکستن خواب بذر و افزایش جوانه‌زنی در گیاهان دارویی *Calendula officinalis*, *Saponaria officinalis*, *Echinacea purpurea*, *Malva silvestrys*, *Melissa officinalis*, *Plantago psyllium* و *Rudbeckia hirta* گردید. محققین بیان نموده‌اند بذرهای هیدراته گونه‌های چوبی و علفی زمانی‌که در درجه حرارت نسبتا پایین بین ۱ تا ۱۰ قرار می‌گیرند، خواب شان شکسته می‌شود، این محدوده در گونه‌های دیگر متفاوت است. مطلوب‌ترین دمایی که برای اکثر گونه‌ها گزارش شده است دمای نزدیک به ۵ درجه سلسیوس است. سرمادهی در دوره زمانی بین چند روز تا چند ماه انجام می‌شود. طول دوره سرمادهی به عمق خواب بستگی دارد. همچنین گزارش شده است که سرما باعث کاهش سطح مهار کننده‌های جوانه‌زنی یا افزایش بیوسنتز هورمون‌های جوانه‌زنی می‌شود و یا هر دو تغییر ممکن است به طور همزمان انجام شده و با ایجاد تعادلی از هر دو هورمون خواب بذر شکسته می‌شود (Nasiri *et al*., 2004; Tipirdamaz and Gomurgen, 2000). بیولی و بلک (Bewle and Black, 1994) نیز اظهار داشتند تیمار سرمادهی مرطوب سبب کاهش تراز هورمون‌های بازدارنده مانند اسید آبسیزیک و افزایش تراز هورمون‌های محرک مانند جیبرلین‌ها شده، بدین ترتیب سبب افزایش جوانه‌زنی بذر می‌شود. مشاهدات مشابه این تحقیق توسط کریمیان فریمان و همکاران (Karimian Farimam *et al*., 2011) در سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.)، نجفی و همکاران (Nadjafi *et al*., 2006) در مریم نخودی (*Teucrium polium*)، رضوی و حاجیلند (Razavi and Hajiboland, 2009) در جاشیر (*Prangos ferulaceae*)، ملتی نوخندان و همکاران (Mellati nokhandan *et al*., 2013) در پونه‌سای برگ‌دار (*Nepeta bracteata* Benth.)، خطیب زاده و همکاران (Khatibzadeh *et al*., 2013) در انجدان رومی (*Levisticum officinale* Koch)، مکی‌زاده تفتی و همکاران (Makizade Tafti *et al*., 2006) در سرخار گل (*Echinacea angustifolia* D.C.) و باقری و همکاران (Baghri *et al*., 2000) در تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) گزارش شده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها با افزایش مدت زمان سرمادهی مرطوب از ۷ روز به ۱۴ و ۲۱ روز شاخص‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه بهبود یافت (جدول ۲)، همسو با نتایج این تحقیق فرهودی و همکاران (Farhudi *et al*., 2015) نیز دریافتند طولانی‌شدن زمات سرمادهی مرطوب از ۲۸ روز به ۴۹ روز سبب بهبود خصوصیات جوانه‌زنی سرخارگل (*Echinacea purpurea*) گردید. چنین به نظر می‌رسد بالاتر بودن سرعت جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده به دلیل بهبود رشد اولیه، علاوه بر افزایش طول ریشه‌چه، افزایش طول ساقه‌چه را نیز به دنبال داشته است. گزارش شده است هر عاملی که درصد جوانه‌زنی نهایی بذر را تحت تاثیر قرار دهد، به طور مستقیم به دلیل تاثیر بر رشد اولیه بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را نیز تحت تاثیر قرار خواهد داد (Khorramdel *et al*., 2014). افزایش وزن تر و خشک گیاهچه نیز ممکن است به علت جوانه‌زنی همزمان و بهبود سنتز DNA و RNA در طی پرایمینگ و افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه ممکن است به سبب تقسیم سلولی در ریشه و ساقه با استفاده از پرایمینگ باشد (Khaninejad *et al*., 2012).

کاربرد نیترات پتاسیم نیز در سه سطح دمایی در سطح احتمال یک درصد بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۱) و بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها شاخص‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۲). گزارش شده است ترکیب‌های غیرآلی نیتروژن‌دار نظیر نیترات پتاسیم می‌توانند حساسیت به نور را افزایش داده و نیاز نوری بذرها فتوبلاستیک مثبت را کاهش دهند (Nabaei *et al*., 2013). در جوانه‌زنی بذرها بین تأثیر نیترات‌ها و یا نیتریک اکسید و فعالیت فیتوکروم‌ها نوعی ارتباط عملی وجود دارد. نیترات پتاسیم

اثر تحریک کنندگی خود بر جوانه‌زنی فتوبلاستیک مثبت وقتی اعمال می‌کند که فیتوکروم A در این بذرها به طور فعال وجود داشته باشد (Toole *et al*., 1995). گزارش شده است نیترات پتاسیم هیچ ارتباط عملی با دیگر انواع فیتوکروم ندارد و اثرگذاری نیترات در جوانه‌زنی بذرها پدیده‌ای مرتبط با نیتریک اکسید می‌باشد، همچنین در طی اسموپرایمینگ (هالوپرایمینگ) یون‌های نیترات پتاسیم و کلرید سدیم محلول درون بذر تجمع می‌یابند که سبب افزایش جذب آب از طریق کاهش پتانسیل آب می‌شود. نیترات پتاسیم به عنوان یکی از ترکیبات اصلی هالو پرایمینگ باعث افزایش غلظت پتاسیم و نیتروژن در بذر می‌شود. از مهمترین مزایای هالوپرایمینگ افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، افزایش سرعت رشد گیاه، یکنواختی جوانه‌زنی می‌باشد که در مجموع منجر به تولید دانهال با صفات برتر می‌شود (Nabaei *et al*., 2013).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ۲) که استفاده از تیمار اسید جیبرلیک و افزایش مدت پرایمینگ از ۲۴ ساعت به ۴۸ ساعت در دمای ۱۵ درجه سلسیوس سرعت و درصد جوانه‌زنی را نسبت به شاهد کاهش داد، بطوری‌که در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۵ درجه سلسیوس جوانه‌زنی صفر بود (جدول ۲)، به نظر می‌رسد، غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک بمدت ۲۴ و ۴۸ ساعت بر روی جوانه‌زنی کک کش بیابانی اثر منفی و یا بازدارنده داشته است. محققین گزارش نمودند اثر هورمون جیبرلین برون‌زا بر روی افزایش جوانه‌زنی دارای غلظت‌های بحرانی است و غلظت‌های بیشتر از حد آستانه اثر بازدارندگی بر جوانه‌زنی دارد (Rajabian *et al*., 2007). آنچه که در مورد اثر تیمار اسید جیبرلیک بر روی جوانه‌زنی بذر در گزارشات مختلف ذکر شده، گویای نقش مثبت این تیمار بر جوانه‌زنی بذر بسیاری از گونه‌های گیاهی است، به طور مثال نبئی و همکاران (Nabaei *et al*., 2014) در پژوهشی که به منظور جوانه‌زنی و خواب شکنی در بذر خارمریم (*Silybum marianum* (L.) Gaertn) با استفاده از تیمارهای اسید جیبرلیک، کینتین، اکسین و براسینواستروئید انجام دادند، گزارش نمودند، بهترین تیمار در بین این تیمارها اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. همچنین نتایج مشابه توسط فرهودی و همکاران (Farhoudi *et al*., 2015) در بذر سرخارگل (*Echinacea purpurea*)، اسعدی و حشمتی (Asaadi and Heshmati, 2015) در بذر آویشن خراسانی (*Thymus transcaucasicus* Ronn.) و هادی و همکاران (Hadi *et al*., 2011) در بذر کما (*Ferula ovina*) گزارش شده است.

موراوکوا و همکاران (Moravcova *et al*., 2007) بیان نمودند بذر گلپر (*mantegazzianum Heracleum*) بعد از انبارداری خشک طولانی جوانه نمی‌زند و برای جوانه‌زنی نیاز به دوره سرمادهی دارد و اسید جیبرلیک در بذرهای تازه رسیده آن موجب جوانه‌زنی آن نمی‌شود. همچنین گزارش شده است جوانه‌زنی پس از رشد کامل جنین نابالغ در دمای پایین اتفاق می‌افتد و اسید جیبرلیک نمی‌تواند به طور کامل جایگزین نیاز سرمایی بذر شود. نیاز سرمایی بذر می‌تواند به راحتی در رویشگاه طبیعی در شرایط سرد و مرطوب پاییز و زمستان که دمای متوسط آن کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس است تامین شود (Razavi and Hajiboland, 2009; Moravcova *et al*., 2007).

گزارشاتی که در مورد بی اثر بودن تیمار اسید جیبرلیک بر جوانه‌زنی وجود دارد را می‌توان به نوع بذر، سن بذر، غلظت و مدت زمان تیمار بذر با آن نسبت داد، بطوری‌که بر اساس نتایج این تحقیق استفاده از غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت در دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس شاخص‌های جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش داد. هادی و همکاران (Hadi *et al*., 2011) نشان دادند غلظت‌های کم تیمار اسید جیبرلیک در بذرسنبل ختایی (*Angelica glauca*) موجب بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی گردید. همسو با

نتایج این تحقیق، پرایمینگ ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر اسید جیبرلیک به مدت ۲۴ ساعت درصد جوانه‌زنی را نسبت به شاهد در گیاه دارویی کبر (*Capparis spinosa*) افزایش داد (Khaninejad *et al*., 2012). نتایج پژوهش فرهودی و همکاران (Farhoudi *et al*., 2015) در گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea*) نیز نشان داد بیشترین وزن تر گیاهچه و درصد جوانه‌زنی بذر در تیمار با غلظت ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر اسید جیبرلیک بدست آمد. گزارش شده است، خواب بذر در بیشتر گونه‌های تیره کاسنی از نوع خواب فیزیولوژیکی است که به نسبت نامناسب هورمون‌های تحریک کننده و بازدارنده جوانه‌زنی بذر مربوط می‌شود. یکی از روش‌های شکستن خواب گیاهان تیره کاسنی، تیمار بذر با تنظیم کننده‌های رشد گیاهی می‌باشد (ISTA, 1996).

گریپسون (Greipsson, 2001) بیان نمود، اسید جیبرلیک یک هورمون عمده در تحریک جوانه‌زنی بذر است که با تحریک تجزیه ذخایر غذایی بذر در جوانه‌زنی بذرهای دارای خواب نقش دارد. علاوه بر این اسید جیبرلیک ناپدید شدن دو پلی پپتیدی که در بذر خفته فراوان هستند و همچنین در بذرهایی که با اسید آبسیزیک تیمار شده‌اند، را تسریع می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهد، اسید آبسیزیک و اسید جیبرلیک در تنظیم متابولیسم اسید نوکلئیک و پروتئین در طی خواب بذر دخالت دارند و به نظر می‌رسد نقش مهمی در حفظ خواب بذر دارد (Nicolas *et al*., 1996). مقایسه میانگین‌ها نشان داد استفاده از غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت در دمای ۱۵ درجه سلسیوس جوانه‌زنی را نسبت به شاهد کاهش داد (جدول ۲) که دلیل عدم جوانه‌زنی بذر احتمالا به دما مربوط می‌شود. گزارش شده است دما یکی از مهمترین عامل‌های محیطی برای جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه می‌باشد. دمای مطلوب برای اکثر گیاهان دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس است. امیک (Emek, 2017) در گیاه دارویی پونه‌سا (*Nepeta viscida* Boiss.) بیان نمود، بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بدست آمد. اهمیت دما برای جوانه‌زنی توسط سایر محقیق نیز گزارش شده است (Khanna *et al*., 2013).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد انواع پرایمینگ بر میزان جوانه‌زنی در بذر کک کش بیابانی موثر بود و تیمار سرمادهی مرطوب نسبت به سایر تیمارهای بکار رفته در این تحقیق سبب افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کک کش بیابانی گردید. از طرف یگر غلظت‌های بالای اسید جیبرلیک بر خلاف غلظت پایین اثر سودمندی در جوانه‌زنی بذرهای کک کش بیابانی نداشت.

منابع

Reference

Adebisi, M.A., F.S. Okelola, M.O. Ajala, T.O. Kehinde, I.O. Daniel, and O.O. Ajani. 2013. Evaluation of variations in seed vigour characters of West African rice (*Oryza sativa* L.) genotypes using multivariate technique. J. Plant Sci. 4: 356-363.

Aghilian, S., M. Khajeh-Hosseini, and S. Anvarkhah. 2014. Evaluation of seed dormancy in forty medicinal plant species. J. Agric. Crop Sci. 7(10): 760-768.

Asaadi, A.M., and Gh.A. Heshmati. 2015. The effect of different treatments on breaking seeds dormancy and inducing germination of *Thymus transcaucasicus* Ronn. and *Zataria moltiflora* Boiss. J. Plant Res. (Iranian J. Biol.). 28 (1): 12-22. (In Persian, with English Abstract)

Asadi Aghbolaghi, M., and M. Sedghi. 2014. The effect of osmo and hormone priming on germination and seed reserve utilization of millet seeds under drought stress. J. Stress Physiol. Biochem. 10(1): 214-221.

Asghari, G., F. Zahabi, A. Eskandarian, H. Yousefi, and M. Asghari. 2014. Chemical composition and leishmanicidal activity of *Pulicaria gnaphalodes* essential oil. Res. J. Pharmacognosy. 1(4): 27-33.

Baghari, Z., A. Mahmoodzade, and M. Nojavan. 2000. The effect of different physical and chemical treatments on seed breakage and seed germination of species *Amaranthus retroflexus*, *Melilotus Officinalis*, *Datura Stramonium.* M.Sc. Dissertation, Univ. of Urmia, Iran. (In Persian, with English Abstract)

Batooli, H., A. Haghir Ebrahim Abadi, E. Karimi Khozani, and A. Mazoochi. 2017. The Survey of the essential oil composition of *Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss from Brzok of Kashan. Eco-Phytochemi. J. Med. Plants. 5(17): 65-77. (In Persian, with English Abstract)

Bewley, J. D., and M. Black. 1994. Seeds: Physiology of development and germination. Elsevier Scientific Publication B.V., Amsterdam, Netherlands.

Di Girolamo, G., and L. Barbanti. 2012. Treatment conditions and biochemical processes influencing seed priming effectiveness. Ital. J. Agron. 7(25): 178-188.

Emek, Y. 2017. Effect of temperature on in vitro seed germination and mean germination time of endemic medicinal plant *Nepeta viscida* Boiss. (Lamiaceae). J. Biotechnol. Biosci. 5(5): 49-52.

Farhoudi, R., and M. Makizadeh Tafti. 2014. Evalution *Kelussia odoratissma* seed dormancy breaking under gibberellin acid and stratification. J. Seed Sci. Technol. 3(2): 241-249. (In Persian, with English Abstract)

Farhoudi, R., A. Modhej, and A. R. Jamshidi. 2015. *Echinacea purpurea* seed pretreatment to improve germination. J. Fish. Hydrobiol. 10(9): 58-61.

Ghahremani, A., E. Ganji Moghadam, M. Tatari, and S. Khosroyar. 2018. Effect of chilling and chemical treatment on seed dormancy of *Withania somnifera*. J. Seed Res. 8(1): 47-60. (In Persian, with English Abstract)

Greipsson, S. 2001. Effects of stratification and GA_3 on seed germination of a sand stabilising grass *Leymus arenarius* used in reclamation. J. Seed Sci. Technol. 29: 1-10.

Hadi, N., M. Souri, and R. Omidbeigi. 2011. The effect of cold stratification and gibberellic acid pretreatments on seed germination of *Archangelica*, *Tanacetum cinerariaefolium* and *Chelidonium majus*. J. Hort. Sci. (Agric. Sci. Technol.). 25(4): 397-403. (In Persian, with English Abstract)

ISTA .1996. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 13: 299-513.

Jabbari, R, M. Amini Dehaghi, F. Ganji Arjenaki1, and K. Agahi. 2011. How duration and methods of priming may affect the germination of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.). J. Agron. Sci. 4(4): 23-30. (In Persian, with English Abstract)

Karimian Farimam, Z., M. Azizi, and S. Noori. 2011. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Echinacea purpurea* L. J. Biol. Environ. Sci. 5(13): 7-10.

Khaninejad, S., I.H. Arefi, and M. Kafi. 2012. Effect of priming on dormancy breaking and seedling establishment of caper (*Capparis spinosa* L.). Int. Conf. Appl. Life Sci., Turkey, 10-12 September: 365-370.

Khanna, P.K., A. Kumar, R. Chandra, and V. Verma. 2013. Germination behavior of seeds of *Withania somnifera* (L.) Dunal: a high value medicinal plant. Physiol. Mol. Biol. Plants. 19(3): 449–454.

Khatibzadeh, R., Azizi, M., and H. Arouei. 2013. The effect of surface disinfection treatments and cold stratification on seed germination (*Levisticum officinale* Koch.) invitro conditions. J. Hort. Sci. 27(2): 130-138. (In Persian, with English Abstract)

Khorramdel, S., A. Nezami, and A. Mollafilabi. 2013. Evaluation of germination characteristics for some Khorasan's Cumin (*Cuminum cyminum* L.) seed landraces under fall planting dates. Res. Crop Ecosyst. 1(1): 55-67. (In Persian, with English Abstract)

Makkizadeh, M., R. Farhoudi, H.A. Naghdi badi, and A. Mehdizadeh. 2006. Assigning the best treatment for increasing germination of three medicinal plants seeds: *Rubia tinctourum* L., *Echinacea angustifolia* D.C. and *Myrtus communis* L. J. Med. Aromatic Plants. 22(2): 105-116. (In Persian, with English Abstract)

Mellati Nokhandan, H., M. Kafi, and F. Najafi. 2013. Study of dormancy breaking methods and measurement of the germination index (*Nepeta bracteata* Benth.). M.Sc. Dissertation, Ferdowsi Univ. of Mashhad, Iran. (In Persian, with English Abstract)

Moravcova, L., P. Pysek, L. Krinke, J. Pergl, I. Perglova, and K. Thompson. 2007. Seed germination, dispersal and seed bank in *Heracleum mantegazzianum*. Pp 74-91. *In* P. Pysek, M.J.W. Cock, W. Nentwig, and H.P. Ravn (ed.) Ecology and management of giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*). CABI, Wallingford.

Mumivand, H., A.R. Rustaii, K. Jahanbin, and D. Dastan. 2010. Essential oil composition of *Pulicaria dysenterica* L. from Iran. J. Essential Oil Bearing Plants. 13(6): 717–720.

Nabaei, M., P. Roshandel, and A.R. Mohammadkhani. 2013. The effects of plant growth regulators on breaking seed dormancy in *Silybum marianum* L. J. Cell Tissue. 4(1): 45-54. (In Persian, with English Abstract)

Nabaei, M., P. Roshandel, and A.R. Mohammadkhani. 2014. Effect of chemical treatments, pre-moist chilling, hot and tap water on seed dormancy breaking in *Arctium lappa.* J. Plant Res. (Iran. J. Biol.). 26(2): 217-225. (In Persian, with English Abstract)

Nadjafi, F., M. Bannayan, L.Tabrizi, and M. Rastgoo. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium.* J. Arid Environ. 64: 542–547.

Nasiri, M., H. Madah Aarefi, and H.R. Eisavand. 2004. Investigation of changes in seed potency and seed dormancy of some species in the natural resources gene bank. J. Range. For. Plants Breed. Genet. Res. 12(2): 163-182. (In Persian, with English Abstract)

Nicolas, C., G. Nicolas, and D. Rodriguez. 1996. Antagonistic effects on abscisic acid and gibberellic acid on the breaking of dormancy of *Fagus sylvatica* seeds. Physiol. Plant. 96: 244-250.

Rajabian, T., A. Saboora, B. Hassani, and H. Fallah Hosseini. 2007. Effects of GA_3 and chilling on seed germination of *Ferula assa-foetida*, as a medicinal plant. J. Med. Aromatic Plants. 23(3): 39-404. (In Persian, with English Abstract)

Ravandeh, M., J. Valizadeh, M. Noroozifar, and M. Khorasani Motlagh. 2011. Screening of chemical composition of essential oil, mineral elements and antioxidant activity in *Pulicaria Undulata* L. from Iran. J. Med. Plant Res. 5(10): 2035-2040.

Razavi, S.M., and R. Hajiboland. 2009. Dormancy breaking and germination of *Prangos ferulaceae* seeds. J. Biosci. 3: 78-83.

Sajjadi Jaghargh, S.S., M.A. Alizadeh, and M. Kalagari. 2013. Assessment of seed emergence characteristics and seedlings vigor of three populations aromatic medicinal plant species of *Anthemis pseudocotula* Boiss by using of priming technique and pre-chilling. Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci. 3(1): 143-150.

Salar Bashi, D., A. Ghani, and J. Asili. 2013. Essential oil composition of *Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss. growing in Iran. J. Essential Oil-Bearing Plants. 16(2): 252–256.

Sharifi, M., and M. Pouresmael. 2003. Effects of some chemical substances on dormancy breaking and induction of seed germination in *Bunium persicum* (Boiss.) fedtsch. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 10(2): 33-41.

Sudharani, M., and A. Padmasri. 2014. Assessment of seed vigor tests for relative storability and field performance in cotton. J. Agric. Veter. Sci. 7 (8): 1-4.

Tipirdamaz, R., and A.N. Gomurgen. 2000. The effects of temperature and gibberellic acid on germination of *Eranthis hyemalis* seeds. Res. Note Turk Bot. 24: 143–145.

Toole, E.H., V.K. Toole, H.A. Borthwick, and S.B. Hendricks. 1995. Photocontrol of *Lepidium sp*. seed germination. Plant Physiol. 30(1): 15-21.

Windauer, L., A. Altuna, and R. Benech-Arnold. 2007. Hydrotime analysis of *Lesquerella fendleri* seed germination responses to priming treatments. Indust. Crop Product. 25(1): 70–74.

Yamauchi, Y., M. Ogawa, A. Kuwahara, A. Hanada, Y. Kamiya, and Sh. Yamaguchi. 2004. Activation of gibberellin biosynthesis and response pathways by low temperature during imbibition of *Arabidopsis thaliana* seeds. The Plant Cell. 16: 367–378.