علوم و تحقیقات بذر ایران
سال ششم/ شماره سوم/ ۱۳۹۸ (۳۵۸ - ۳۴۷)

DOI: 10.22124/jms.2019.3817

بررسی روش‌های مختلف تحریک جوانه‌زنی و شکست خواب بر بذر گیاه کنگر (*Gundelia tournefortii*)

فاطمه پناهی[۱]، مینا ارست[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۱۸

چکیده

نظر به اهمیت روزافزون بهره‌برداری‌های چندگانه از گیاهان بومی مناطق خشک، در این تحقیق روش‌های بهبود جوانه‌زنی کنگر (*Gundelia tournefortii*)، گونهٔ گیاهی مناطق سرد و خشک، دارای ارزش خوراکی و دارویی، مورد توجه قرار گرفت. تیمارها در قالب طرح کاملاً تصادفی بر بذرهای کنگر اعمال و سپس درصد و سرعت جوانه‌زنی، رشد طول محور زیرلپه و ریشه-چه آن‌ها در داخل ژرمیناتور و دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۳±۷۰ درصد بررسی شد. تیمارها شامل شوک گرمایی (۱۵ و۳۰ دقیقه- ۷۰ درجه سلسیوس) و چینه سرمایی (۷ و ۱۴ روز)، اسید سولفوریک ۹۸ درصد (۱۰ و ۲۰ دقیقه)، جیبرلیک اسید با غلظت‌های ۳۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام (۲۴ و ۴۸ ساعت) و هیومیک اسید (۲۶ و ۵۴ میلی‌گرم در لیتر)، تلفیق سرمادهی و جیبرلیک اسید و شاهد (آب مقطر) بود. نتایج نشان‌دهنده افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول محور زیر لپه و ریشه‌چه بذور در تیمارهای هورمونی، شبه هورمونی و سرمادهی نسبت به شاهد در سطح ۵ درصد بود و فقط تیمارهای اسید سولفوریک و حرارتی مانع از رشد مناسب ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور شد. موفق‌ترین تیمار نیز تیمارهای تلفیقی جیبرلین با غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام و سرما (۷ و ۱۴ روز) با جوانه‌زنی در حدود ۸۰ درصد بود. استفاده از این تیمار سرعت رشد جوانه را نیز بهبود بخشیده و باعث افزایش طول محور زیر لپه و ریشه‌چه شدند. همچنین چینه سرمایی (۷ و ۱۴ روز) با افزایش جوانه‌زنی در حدود ۷۰ درصد و بهبود رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه و مقرون به صرفه بودن آن، به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین شیوه‌ها برای تحریک جوانه‌زنی کنگر پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسید جیبرلیک، چینه سرمایی، مناطق خشک و سرد، هیومیک اسید

۱- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
۲- دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
*نویسنده مسئول: minamirast@gmail.com

مقدمه

ایران به‌دلیل قرار گرفتن در کمربند بیابانی جهان و نیز زمین‌ساخت ویژه آن باعث گردیده که قسمت اعظم آن در اقالیم خشک و نیمه‌خشک قرار گیرد. مساحت تقریبی بیابان‌های کشور ایران حدود ۴۰ تا ۴۵ میلیون هکتار برآورد شده است. بیابان‌های ایران از گیاهان متنوع بومی برخوردارند که با شناخت خصوصیات رویشگاهی آن‌ها، می‌توان نسبت به کاشت آن‌ها به جای گونه‌های محدود فعلی، هم بر غنای ذخائر ژنتیک کشور افزود و هم به نتیجه فعالیت‌های بیابان‌زایی به روش بیولوژیک اطمینان بیش‌تری کرد (Ahmadi, 1996).

کنگر (*Gundelia tournefortii*) از جمله گیاهان دارویی و متعلق به خانواده کاسنی و یکی از گیاهان بومی کشور ایران است. که در مناطق خشک و نیمه‌خشک رویش داشته که گل، برگ، دانه و ریشه آن مصرف دارویی، خوراکی و علوفه‌ای دارد. دامداران، کنگر را در اواخر فصل رویش جمع‌آوری کرده و در زمستان به دام تغذیه می‌کنند (Mohammadi chianeh *et al.,* 2011).

گیاه کنگر یکی از فراوان‌ترین گیاهان مناطق کوهستانی و استپی ایران است. از نظر آب و هوایی گیاهی بسیار کم‌نیاز و مقاوم به سرما و خشکی هوا بوده و تغییرات زیاد دما را تحمل می‌کند. کنگر از سیستم ریشه توسعه‌یافته‌ای برخوردار است. این گیاه در خاک‌های عمیق که به لحاظ مواد آلی چندان غنی نیستند و هوموس کمی دارند، می‌رویند (Karimi, 2001).

یکی از مشکلاتی که اغلب، کشت گیاهان خانواده کاسنی با آن مواجه است، جوانه‌زنی اندک به‌دلیل خواب بذر است. خواب بذر یکی از مهم‌ترین مکانیزم‌ها در به تأخیرانداختن جوانه‌زنی و حفظ بقا در گیاهان است. خواب وقفه‌ای موقت در نمو و جوانه‌زنی بذر است که در این وضعیت حتی با وجود مهیابودن شرایط برای جوانه‌زنی، بذر برای مدت نامعلومی در حالت استراحت باقی می‌مانند (Garcia-Gusano *et al*., 2004). خواب به‌عنوان یک شیوه اجتناب از تنش‌های اقلیمی، اهمیت زیادی در حفظ گونه‌های گیاهی دارد، طول دوره خفتگی و شرایط بهینه جوانه‌زنی بذرها به ساختار ژنتیکی و اقلیمی که گیاه مادری از آن منشأ گرفته است، بستگی زیادی دارد. خواب بذر در واقع یک پدیده فیزیولوژیک است که بذرهای بسیاری از گیاهان دارویی و خودرو با آن مواجه هستند و به بذور این امکان را می‌دهد که در شرایط نامساعد محیطی زنده بمانند (Ehyaie and Hoseyni, 2011).

به‌منظور شکستن خواب بذر از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که بستگی به شرایط رویشگاهی گونه گیاه و نوع خواب دارد. سرمادهی مرطوب روشی کاربردی برای تسهیل جوانه‌زنی بذرهای در حال خواب است (Bello *et al*., 1998). به‌نظر می‌رسد که سرمادهی منجر به ایجاد تغییراتی در تعادل مواد بازدارنده و محرک جوانه‌زنی در برخی گونه‌ها شده و به ین صورت باعث شکستن خواب بذر می‌شود (Parmenter *et al.*, 1992 and 1996; Baskin and Baskin, 1991; Mehanna *et al*., 1985).

پژوهش‌های بسیاری، تأثیر سرمادهی مرطوب را در شکستن خواب بذر گونه‌های مختلف، دارای خواب را گزارش کردند. گونه‌های مختلفی از جنس‌های *Erythronium* و *Osmorhiza* و گونه‌هایی از جمله باریجه (*Ferula gummosa*)، مریم نخودی (*Teucrium polium*) و (*Thaspium pinnatifidum*) نیازمند سرمادهی مرطوب با مدت زمان‌های متفاوت، برای شکستن خواب بذر هستند. دمای ۵ درجه سلسیوس یا اندکی کم‌تر برای گیاهانی که در اقلیم‌های سرد می‌رویند، بیش‌ترین تأثیر را در شکستن خواب بذر دارد (Baskin *et al*., 1992, 1999 and 2004; Phillips *et al*., 2003).

کلیه فرآیندهای مرتبط با رشد، نمو و متابولیسم در گیاهان به نوعی توسط هورمون‌ها کنترل می‌شود (Khan, 1971). جیبرلین‌ها هورمونی هستند که کنترل‌کننده خواب اولیه بذورند. همچنین جیبرلین با القای جوانه‌زنی بر خواب بذر تأثیر می‌گذارد (Iglesias and Babiano, 1997). تأثیر کاربرد هورمون‌ها بر خواب و جوانه‌زنی بذر در مطالعات بسیاری مورد توجه قرار گرفته است (Hojjati *et al*., 2010). قاسمی پیربلوطی و همکاران (Ghasemi pirbalouti. *et al.,* 2007) با مطالعه بر روی شکست خواب گونه‌های دارویی آویشن‌دنایی (*Thymus daenensis*)، بادیان رومی (*Pimpinella anisum L.*)، بومادران (*Achille millefolium*) به این نتیجه رسیدند که تیمار جیبرلیک اسید ۵۰۰ ppm اثرهای مثبت معنی‌داری روی شکستن خواب بذر گیاهان ذکر شده دارد.

مواد هیومیکی ۶۵ تا ۷۰ درصد از خاک را شامل می‌شوند

(Turkman *et al.,* 2004). اسید هیومیک در اثر تجزیه مواد آلی به‌ویژه مواد با منشأ گیاهی به‌وجود می‌آید. اسید هیومیک به‌خوبی در آب حل می‌شود و می‌توان از طریق تیمار بذری (بذرمال) مورد استفاده قرار داد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که اسید هیومیک اثرات مختلفی را بر روی گیاهان دارد. همچنین این مواد دارای خاصیت شبه‌هورمونی هستند که در گیاهان موجب افزایش جوانه‌زنی، سرعت طویل‌شدن ریشه‌ها و تحریک طویل‌شدن ساقه‌چه و نهال‌های جوان می‌شوند (Ghorbani *et al.,* 2013؛ Tan, 2003). کاربرد اسید هیومیک به‌صورت تیمار بذری و یا تیمار در خاک سبب افزایش طول و وزن ریشه، تعداد ریشه‌های جانبی و آغازه‌های ریشه و افزایش جریان شیره از آوندها می‌شود (Tan, 2003). مواد هیومیکی به‌عنوان محرک جوانه‌زنی بذر گونه‌های مختلف گیاهان شناخته شده می‌باشند (Piccolo *et al.,* 1993).

از آن‌جایی‌که تکثیر گیاه کنگر از طریق بذر میسر می‌شود و بذر آن نیز دچار خواب می‌باشد، هدف از انجام این آزمایش، بررسی تأثیر پیش‌تیمارهای اسید هیومیک، اسید جیبرلیک، اسید سولفوریک، سرمادهی و گرمادهی مرطوب با سطوح مختلف، بر پارامترهای جوانه‌زنی و شکست خواب بذر کنگر (*Gundelia tournefortii*) است.

مواد و روش‌ها

بذرهای گیاه کنگر (*Gundelia tournefortii*) از مرکز تحقیقات کشاورزی مرکز تکنولوژی بذر اصفهان تهیه گردید و با انجام آزمایش‌های اولیه (در شرایط رطوبت کافی و دمای ۲۰ درجه سلسیوس) معلوم شد که بذرهای کنگر دارای خواب بوده و در شرایط معمولی قادر به جوانه‌زنی نیستند. در کلیه آزمایش‌ها ابتدا بذرها با هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد ضدعفونی سطحی و سپس ۳ تا ۴ بار با آب مقطر شستشو داده شد و استریل شدند. در همه تیمارها از پتری‌دیش‌های ۱۵ سانتی‌متری و کاغذ صافی واتمن شماره ۱ به‌عنوان بستر جهت جوانه‌زنی بذور استفاده گردید.

در این تحقیق جهت انجام هر تیمار ۱۰۰ عدد بذر از گونه کنگر انتخاب در قالب طرح تصادفی با ۴ تکرار و هر تکرار شامل ۲۵ عدد بذر اجرا شد. بعد از اعمال تیمارها، بذرها به دستگاه ژرمیناتور با دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۳±۷۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی منتقل شدند. معیار جوانه‌زنی بذرها، خروج ریشه‌چه به اندازهٔ دو میلی‌متر در نظر گرفته شد (Rezaie chianeh *et al*., 2014). تیمارهای اعمال شده، در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- تیمارهای اعمال‌شده (در دما، غلظت‌ها و زمان‌های معین)

Table 1. The treatments (temperature, concentration and time)

تیمار Treatment	دما و غلظت‌های مورد استفاده Temperature and used concentrations	مدت زمان اعمال تیمار Time of treatment
شاهد (آب مقطر) Control	۱۰ درجه سلسیوس 10˚C	اعمال از روز آغاز آزمایش The first day
سرما Cold	۴ درجه سلسیوس 4˚C	۱ و ۲ هفته 1 and 2 week
آب داغ Hot water	۷۰ درجه سلسیوس 70˚C	۱۵ و ۳۰ دقیقه 15' and 30'
هیومیک اسید Humic acid	۲۶ و ۵۴ میلی‌گرم در لیتر 26 and 54 mg/lit	۲۴ ساعت 24h
اسید جیبرلیک Gibberellic acid	۵۰۰ و ۳۰۰ پی‌پی‌ام 300 and 500 ppm	۲۴ و ۴۸ ساعت 24h and 48h
تلفیق اسید جیبرلیک + سرما Cold+Gibberellic acid	۵۰۰ پی‌پی‌ام 500 ppm	۲۴ و ۴۸ ساعت + ۱ و ۲ هفته 24h and 48h+1 and 2 week
اسید سولفوریک Sulfuric acid	۹۸ درصد 98%	۱۰ و ۲۰ دقیقه 10' and 20'

شمارش بذرها به‌صورت روزانه انجام و تا سه هفته ادامه داشت. با توجه به این‌که بذرهای جوانه‌زده در داخل پتری‌دیش‌ها شمارش می‌شدند، ظهور ریشه‌چه به‌عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. پایان آزمایش زمانی بود که شمارش بذرها در چند روز متوالی یکنواخت بود. پس از انجام آزمایش جوانه‌زنی، برای هر گونه بذرهای جوانه نزده از پوسته آن‌ها جدا شده و در داخل محلول یک درصد تترازولیوم قرار داده شد و درصد زنده‌مانی با شمارش بذرهایی که دارای نقاط قرمز یا صورتی بودند تعیین شد.

در پایان آزمایش درصد و سرعت جوانه‌زنی (رابطه ۱ و ۲)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاه (طول محور زیر لپه) بررسی شد. داده‌های حاصل از جوانه‌زنی توسط نرم‌افزار SPSS با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و برای رسم نمودار و منحنی‌ها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

$$MGT = \sum D.n / \sum n \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$GR=1/MGT \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در رابطه‌های فوق MGT و GR به‌ترتیب متوسط زمان جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذر (1/day) همچنین n تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز و D تعداد روزهای شمارش از شروع آزمایش می‌باشد (Ellis and Roberts, 1981).

نتایج

نتایج تجزیه واریاس داده‌ها نشان دهنده تأثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف شکستن خواب، بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر کنگر (*Gundelia tournefortii*) در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین مربعات و درجه آزادی صفات جوانه‌زنی کنگر (*Gundelia tournefortii*) تحت تأثیر تیمارهای شکست خواب

Table 2. Sum of squaresand degree freedom of *(Gundelia tournefortii*) germination characteristics under effects of seed dormancy breaking

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (M S)			
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول محور زیر لپه Primary shoot length	طول ریشه‌چه Primary radicle length
سرمادهی Chilling	2	15795.041*	10.691*	90.346*	305.634*
آب داغ Hot water	2	1153.273*	2.429*	0.004ns	0.012ns
تلفیق اسید جیبرلیک + سرما Cold+Gibberellic acid	4	12178.612*	66.753*	784.867*	482.891*
هیومیک اسید Humic acid	1	326.836*	0.666*	7.320*	0.370*
اسید جیبرلیک Gibberellic acid	4	8695.071*	61.483*	500.652*	998.879*
اسید سولفوریک Sulfuric acid	2	17718.873*	53.232*	0.064ns	0.105ns
خطا Error		3.12	1.57	2.95	3.12

ns و * عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

ns and *non significants and significant at 5% probability level, respectively

تیمار آب داغ

نتایج میزان درصد جوانه‌زنی گیاه کنگر (*Gundelia tournefortii*) تحت تیمار آب داغ (۷۰ درجه سلسیوس) نشان می‌دهد که تیمارهای ۱۵ و ۳۰ دقیقه، میزان جوانه‌زنی بذور کنگر را به‌ترتیب در حدود ۲۳ و ۱۲ درصد افزایش داد. همچنین دو تیمار ۱۵ و ۳۰ دقیقه، میزان سرعت جوانه‌زنی را به ۲/۰۸ و ۱/۳۱ افزایش دادند (جدول ۲ و ۳). علی‌رغم افزایش معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) سرعت و درصد جوانه‌زنی نسبت به نمونه‌های شاهد، این تیمار تأثیر مناسبی نداشته و اثر فزاینده‌ای بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه این گیاهان نداشته است.

تیمار سرمادهی

نتایج میزان درصد جوانه‌زنی گیاه کنگر (*Gundelia tournefortii*) تحت تیمار سرمادهی در دو دوره زمانی یک و دو هفته (۷ و ۱۴ روز) نشان می‌دهد که استفاده از این تیمارها میزان جوانه‌زنی بذر کنگر را به بیش از ۶۰ درصد افزایش می‌دهد. به‌طوری‌که سرمادهی ۷ روزه و ۱۴ روزه به‌ترتیب ۶۴/۴۵ و ۷۴/۰۱ درصد افزایش جوانه‌زنی داشتند. همچنین هر دو تیمار به‌طور معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) بر میزان سرعت جوانه‌زنی بذر مورد مطالعه تأثیر گذاشتند. میزان سرعت در نمونه‌های شاهد، تیمار هفت روزه و تیمار ۱۴ روزه به‌ترتیب برابر ۱/۲۴، ۳/۰۱، ۳/۱۲ (تعداد بذر جوانه‌زده در روز) می‌باشد. همان‌طورکه از نتایج مشخص است، به کمک تیمار سرمادهی سرعت جوانه‌زنی ۳ برابر بیش‌تر از نمونه‌های شاهد شده است. به‌علاوه بین هر سه تیمار با هم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشتند (جدول ۲ و ۳). بر اساس نتایج هر دو دوره زمان سرمادهی افزایش معنی‌داری بر میزان رشد طول

ساقه‌چه در سطح ۵ درصد گذاشتند. سرمادهی ۷ روز و ۱۴ روز به‌ترتیب به‌میزان ۵/۶۸ و ۷/۰۱ میلی‌متر طول ساقه‌چه گیاه کنگر را افزایش دادند (جدول ۳). میزان رشد ریشه‌چه این بذور تحت تأثیر سرمادهی در هر دو زمان در حدود ۱۱ میلی‌متر رشد کرده که نسبت به نمونه‌های شاهد افزایش معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) را نشان دادند.

تیمار هورمونی و شبه هورمونی

نتایج میزان درصد جوانه‌زنی گیاه کنگر (*Gundelia tournefortii*) تحت تیمارهای جیبرلین و هیومیک اسید نشان می‌دهد که در تمام تیمارها اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. همچنین تیمار جیبرلین باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذور کنگر در همه دوره‌ها و غلظت‌ها شد. غلظت ppm ۳۰۰ در دو زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت و غلظت ppm ۵۰۰ در زمان ۲۴ ساعت، به‌میزان به‌ترتیب ۵۷/۷۷، ۶۱/۲۷ و ۶۳/۱۴ درصد افزایش جوانه‌زنی داشتند، اما غلظت ppm ۵۰۰ در زمان ۴۸ ساعت با افزایش جوانه‌زنی به‌میزان ۷۸/۲۴ درصد بیش‌ترین میزان جوانه‌زنی را در بذر این گونه گیاهی داشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آب داغ، سرمادهی، اسید جیبرلین و هیومیک اسید بر جوانه‌زنی و رشد گیاه کنگر (*Gundelia tournefortii*)

Table 3. Comparison of the mean effects of hot water, cold, gibberellic acid and humic acid on germination and growth (*Gundelia tournefortii*)

تیمارها Treatments	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (1/day)	طول محور زیر لپه Primary shoot length (mm)	طول ریشه‌چه Primary radicle length (mm)
شاهد (آب مقطر) Control	1.31 e	0.95 d	1.3 f	1.32 e
آب داغ (۱۵ دقیقه) Hot water (15′)	23.01 d	2.08 d	1.34 f	1.43 e
آب داغ (۳۰ دقیقه) Hot water (30′)	12.05 d	1.31 d	1.4 f	1.41 e
سرمادهی (۷ روز) Chilling (7 day)	65.45 b	3.01 c	5.68 e	10.55 d
سرمادهی (۱۴ روز) Chilling (14 day)	74.01 a	3.12 c	7.01 de	11.24 d
هیومیک اسید (۲۶ میلی‌گرم در لیتر) Humic acid (26 mg/lit)	63.12 b	3.14 c	10.34 d	15.32 c
هیومیک اسید (۵۴ میلی‌گرم در لیتر) Humic acid (54 mg/lit)	71.22 a	3.66 c	11.77 cd	15.54 c
اسید جیبرلیک (۳۰۰ پی‌پی‌ام- ۲۴ ساعت) Gibberellic acid (300 ppm-24h)	57.77 c	3.02 c	9.58 d	7.72 de
اسید جیبرلیک (۳۰۰ پی‌پی‌ام – ۴۸ ساعت) Gibberellic acid (300 ppm-48h)	61.27 b	3.74 c	12.32 c	19.81 b
اسید جیبرلیک (۵۰۰ پی‌پی‌ام- ۲۴ ساعت) Gibberellic acid (500 ppm-24h)	63.14 b	5.77 b	16.88 b	22.14 ab
اسید جیبرلیک (۵۰۰ پی‌پی‌ام – ۴۸ ساعت) Gibberellic acid (500 ppm-48h)	78.24 a	7.16 a	19.51 a	23.22 a
اسید سولفوریک (۱۰ دقیقه) Sulfuric acid (10′)	51.25 c	3.05 c	0.01 g	0
اسید سولفوریک (۲۰ دقیقه) Sulfuric acid (20′)	62.01 b	3.33 c	0.01 g	0

میانگین‌های با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن می‌باشند.

Means of non-shared letters were significantly at 5% probability level respectively according to Duncan test

در رابطه با تیمار هیومیک اسید در دو سطح ۲۶ و ۵۴ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب ۶۳/۱۲ و ۷۱/۲۲ درصد افزایش درصد جوانه‌زنی نشان دادند. سرعت جوانه‌زنی نیز با تیمارهای انجام‌شده افزایش مشهودی پیدا کرد و بین تمام تیمارها اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) مشاهده شد (جدول ۲). تیمار اسید هیومیک در دو غلظت ۲۶ و ۵۴ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب به‌میزان ۳/۱۴ و ۳/۶۶ (تعداد بذر جوانه‌زده در روز) افزایش یافت. در تیمار جیبرلین نیز در هر چهار سطح افزایش معنی‌داری در سرعت جوانه‌زنی وجود داشت به‌خصوص در تیمار ۴۸ ساعته با غلظت ppm ۵۰۰ که به‌مقدار ۷/۱۶ (تعداد بذر جوانه‌زده در روز) افزایش نشان داد (جدول ۳).

بر اساس نتایج تمام سطوح استفاده شده از هر دو ماده، اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد نشان داده است

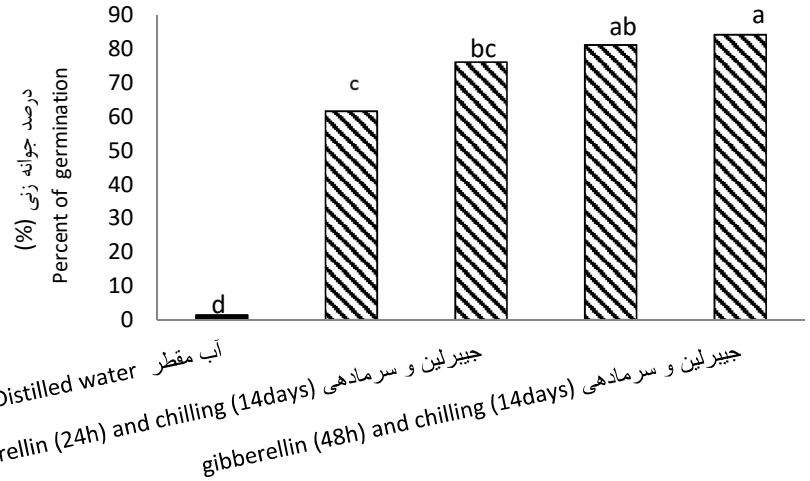
به‌طوری‌که در تیمارهای هیومیک اسید ۱۰ درصد افزایش طول را در بذور کنگر شاهد بودیم. در نمونه‌های جیبرلین نیز در غلظت ppm ۳۰۰ در هر دو دوره زمانی به‌طور متوسط در حدود ۱۱ میلی‌متر افزایش طول نشان دادند اما بیش‌ترین میزان افزایش در غلظت ppm ۵۰۰ در دو زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت به‌ترتیب به‌میزان ۱۶/۸۸ و ۱۹/۵۱ میلی‌متر مشاهده شد (جدول ۳). همچنین تیمارهای جیبرلین در هر ۴ سطح منجر به افزایش طول ریشه‌چه این بذر نسبت به شاهد شد (در حدود ۲۰ درصد) اما تیمار جیبرلین با غلظت ppm ۳۰۰ در دوره ۲۴ ساعته با میزان ۷/۲۲ میلی‌متر کم‌ترین افزایش را در هر دو نوع ماده نشان داد (جدول ۳).

تیمار تلفیقی جیبرلین و سرمادهی

نتایج میزان درصد جوانه‌زنی گیاه کنگر (*Gundelia tournefortii*) تحت تیمار تلفیقی جیبرلین (ppm ۵۰۰) و سرمادهی در دو دوره زمانی یک و دو هفته (۷ و ۱۴ روز) در شکل (۱) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از این تیمارها میزان جوانه‌زنی بذر کنگر را ۶۰ تا ۸۵ درصد نسبت به نمونه‌های شاهد افزایش داده‌اند. استفاده از هر ۴ سطح تیمار تأثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر جوانه‌زنی بذر این گونه گیاهی گذاشته‌اند. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان جوانه‌زنی به‌ترتیب در تیمارهای تلفیقی جیبرلین ۴۸ ساعت با غلظت (ppm ۵۰۰) و سرمادهی ۱۴ روز (۸۴/۲۲ درصد) و اسید جیبرلیک ۲۴ ساعت (ppm ۵۰۰) با دوره سرمادهی ۷ روز (۶۱/۶۸ درصد) است.

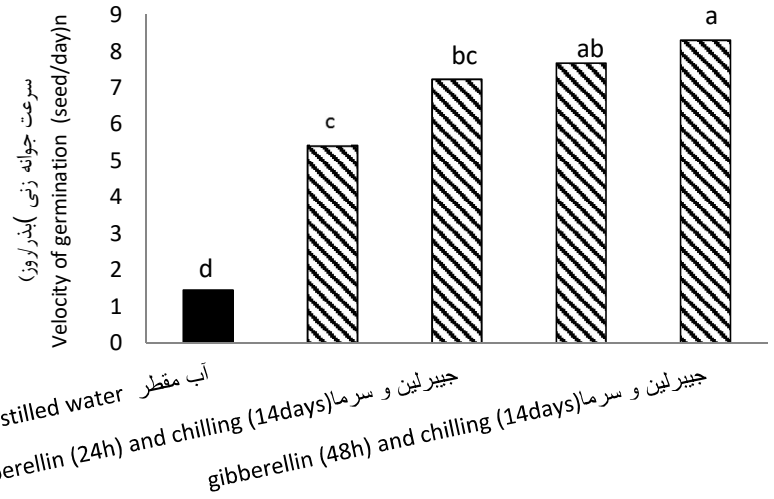
نتایج میزان سرعت جوانه‌زنی بذور کنگر نیز همانند فاکتور درصد جوانه‌زنی، بیش‌ترین افزایش را نسبت به نمونه‌های شاهد داشته و افزایش معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) را در تمام سطوح نشان دادند. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب در تیمارهای تلفیقی جیبرلین ۴۸ ساعت با غلظت (ppm ۵۰۰) و سرمادهی ۱۴ روز (۸/۳ تعداد بذر جوانه‌زده در روز) و اسید جیبرلیک ۲۴ ساعت (ppm ۵۰۰) با دوره سرمادهی ۷ روز (۵/۴۱ تعداد بذر جوانه‌زده در روز) است (شکل ۲).

نتایج میزان رشد طول محور زیر لپه و ریشه گیاه کنگر (*Gundelia tournefortii*) تحت تیمارهای تلفیقی جیبرلین و سرمادهی در شکل‌های (۳ و ۴) نشان داده شده است. بر اساس نتایج فوق، تمام سطوح استفاده شده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ایجاد کرده است به‌طوری‌که نمونه‌های حاصل از تیمارهای جیبرلین با دوره زمانی ۲۴ ساعت و سرمای ۷ روز و ۱۴ روز به‌ترتیب ۱۴/۳ و ۱۹/۳۶ میلی‌متر افزایش طول محور زیرلپه را به همراه داشتند. همچنین بیش‌ترین افزایش ساقه‌چه مربوط به تیمار جیبرلین ۴۸ ساعت با سرمای ۱۴ روز به مقدار ۲۴/۳۳ میلی‌متر بود.



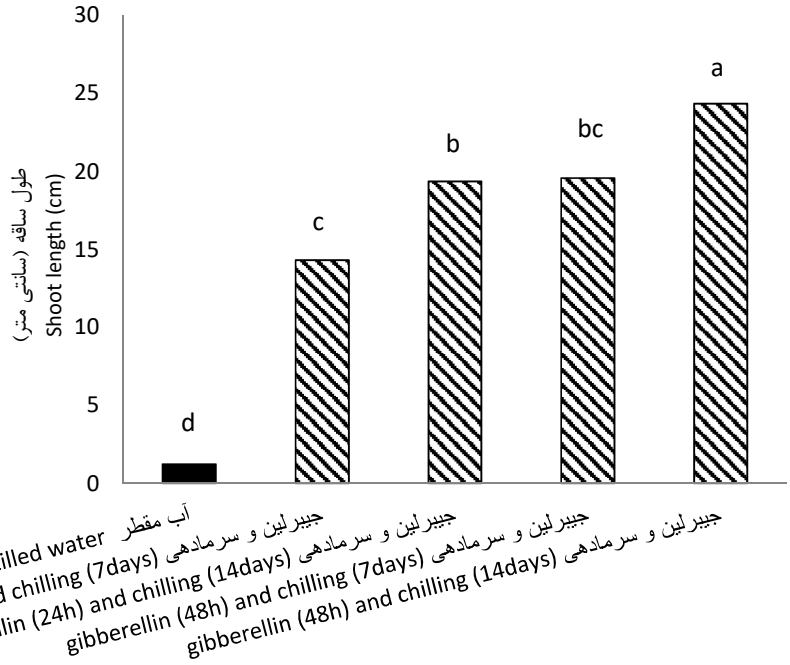
شکل ۱- مقایسه درصد جوانه‌زنی بذر کنگر (*Gundelia tournefortii*) تحت تأثیر جیبرلین (۵۰۰ ppm- ۲۴ و ۴۸ ساعت) و سرمادهی در دو دوره زمانی یک و دو هفته (۷ و ۱۴ روز) بر شکست خواب بذر

Figure 1. Mean comparisons of *Gundelia tournefortii* germination percentage under a complex treatment of Chilling (7 and 14 days- 4 ˚C) and gibberellic acid 500 ppm for (24 and 48 hours) on dormancy breaking



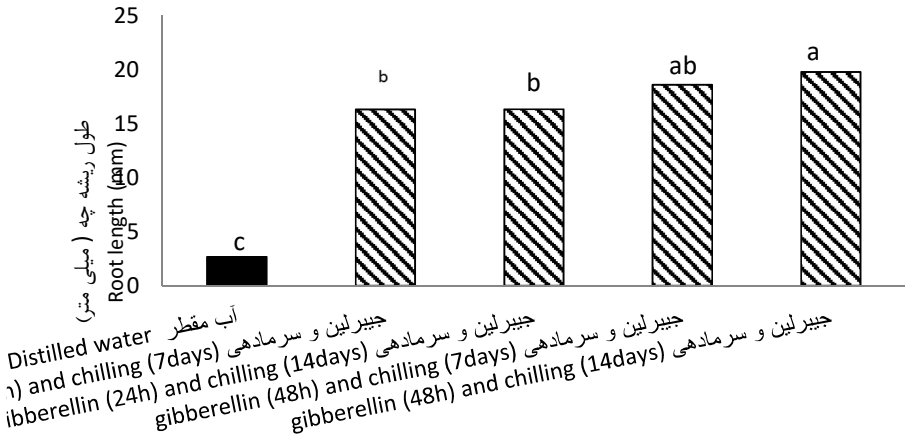
شکل۲- مقایسه سرعت جوانه‌زنی بذر کنگر (*Gundelia tournefortii*) تحت تأثیر تیمارهای جیبرلین (۵۰۰ ppm- ۲۴ و ۴۸ ساعت) و سرمادهی در دو دوره زمانی یک و دو هفته (۷ و ۱۴ روز) بر شکست خواب بذر

Figure 2. Mean comparisons of *Gundelia tournefortii* seed germination rate under effect under a complex treatment of Chilling (7 and 14 days- 4 ˚C) and gibberellic acid 500 ppm for (24 and 48 hours) on dormancy breaking



شکل ۳- میزان رشد طول محور زیر لپه بذر کنگر (*Gundelia tournefortii*) تحت تأثیر تیمارهای جیبرلین (۵۰۰ ppm- ۲۴ و ۴۸ ساعت) و سرمادهی در دو دوره زمانی یک و دو هفته (۷ و ۱۴ روز) بر شکست خواب بذر

Figure 3. Mean comparisons of *Gundelia tournefortii* seed shoot length (cm) under effect under a complex treatment of Chilling (7 and 14 days- 4 ˚C) and gibberellic acid 500 ppm for (24 and 48 hours) on dormancy breaking



شکل ۴- میزان تغییرات طول ریشه‌چه بذر کنگر (*Gundelia tournefortii*) تحت تأثیر تیمارهای جیبرلین (۵۰۰ ppm- ۲۴ و ۴۸ ساعت) و سرمادهی در دو دوره زمانی یک و دو هفته (۷ و ۱۴ روز) بر شکست خواب بذر

Figure 4. Mean comparisons of *Gundelia tournefortii* seed root length (mm) under effect under a complex treatment of Chilling (7 and 14 days- 4 °C) and gibberellic acid 500 ppm for (24 and 48 hours) on dormancy breaking

نتایج نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار صفت ریشه‌چه در تیمار تلفیق جیبرلین با سرمادهی در سطح ۵ درصد بود. میزان طول ریشه‌چه با استفاده از تیمار جیبرلین ۴۸ ساعت و سرمای ۱۴ روز در حدود ۲۰ میلی‌متر افزایش یافت که نسبت به همه تیمارها بیش‌ترین مقدار را نشان داد (شکل ۴).

نتایج میزان درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه کنگر (*Gundelia tournefortii*) تحت تیمار اسید سولفوریک در جدول (۲) نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود این تیمار سبب افزایش درصد جوانه‌زنی (بیش از ۵۰ درصد) و سرعت جوانه‌زنی (در حدود ۳/۵ بذر جوانه-زده در روز) بذور این گیاه نسبت به نمونه‌های شاهد شده است اما با نفوذ به داخل بذر و آسیب به رویان بذر از رشد مناسب ریشه‌چه جلوگیری کرده و مانع ایجاد تأثیر بهبود بخش شده است.

بحث

نتایج بررسی‌های انجام شده نشان داد که چینه-سرمایی تأثیر بسزایی در جوانه‌زنی بذر کنگر همچون بسیاری دیگر از گیاهان خانواده کاسنی می‌گذارد (Mohammadi chianeh *et al.,* 2011). بر این اساس با استفاده از این تیمار در دوره‌های زمانی ۷ و ۱۴ روز و همچنین تیمارهای تلفیقی آن‌ها با جیبرلین با دوره زمانی متفاوت، منجر به بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی، رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه بذر کنگر شده است. به‌طوری‌که در تیمار جیبرلین با دوره زمانی ۴۸ ساعته و ترکیب سرمادهی نسبت به سایر تیمارهای انجام‌شده در این آزمایش به مقدار بسیار زیادی سرعت جوانه‌زنی را افزایش دادند که با پژوهش مشابه زنگوئی و پارسا (Zangouie and Parsa, 2015) بر بذر کما مطابقت داشت. دلایل متعددی برای رفع خواب بذر گیاهان توسط پیش‌تیمار سرمادهی بیان شده است. کرم و اسالم (Karam and Al-salem, 2001) گزارش نمودند که تیمار سرما موجب تغییرات فیزیولوژیک در بذرهای مرطوب *Arbutus andrchne* L. شده که این امر منجر به رشد جنین گردید. فرآیند سرمادهی بذر تولید برخی مواد محرک رشد نظیر جیبرلین را زیاد می‌کند، دمای پایین نیز ممکن است از طریق تأثیر روی نفوذپذیری غشا موجب رسیدن جیبرلین به مواضع هدف در بذر گردد. افزایش سطوحآنزیم‌ها (Karam and Al-salem, 2001) در بذرهای سرمادیده و تشکیل اسیدهای آمینه برای تغذیه جنین در طول رشد نیز از جمله تغییراتی است که به‌دنبال تیمار سرما در بذرهای سرمادیده روی می‌دهند. از سوی دیگر ممکن است در اثر چینه سرمایی مقدار ABA بذر و یا حساسیت جنین به ABA کاهش یابد (Schmitz *et al*., 2001) که تمامی این موارد می‌تواند در رفع خواب بذرها نقش داشته باشند. همچنین حقیقی‌خواه و همکاران (Haghighi khah *et al.*, 2013) بر روی بذرهای سوروف (*Echinochloa orizy cola* و *Echinochloa. crus galli*)

رضائی چیانه و همکاران، (Rezaei chianeh *et al.,* 2014) بر روی شکست خواب بذرالبنج مشبک (*Hyoscyamus reticulatus L*) و ساسانی و همکاران (Sasani *et al.,* 2005) بر بذر زیره سیاه (*Bunium persicum*) نیز تأثیر مثبت سرمادهی را نشان دادند.

جنگجوبرزل آباد و توکلی (Jangjou barzelabad and Tavkoli, 2008) نیز تأثیر جیبرلیک اسید به‌دلیل داشتن تأثیر معنی‌دار بر جوانه‌زنی گونه‌های کاروانکش، کور، سنبله‌ای ارغوانی و شقایق لوب تیز را بهترین تیمار با بیش‌ترین موفقیت دانستند. همچنین نشان دادند که استفاده از تیمار سرمادهی بر بذر گونه‌های شب‌بوی بیابانی، اسکنیبل هفت‌بندی و سنبله‌ای ارغوانی باعث افزایش جوانه‌زنی آن‌ها شد. تأثیر مثبت کاربرد اسید جیبرلیک بر تحریک جوانه‌زنی بذر کور مشاهده شده است. همچنین حجتی (Hojati *et al.*, 2010) در بررسی بذر سیکاس، بالاترین درصد جوانه‌زنی را در تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مدت ۴۸ ساعت گزارش کردند. علاوه بر این گزارش شده است که تیمار اسید جیبرلیک بیش‌ترین اثر را بر گونه‌های گیاه آویشن دنایی داشته است. به عبارتی کاربرد اسید جیبرلیک بر روی بذرها منجر به تشکیل، آزادسازی یا فعال‌کردن آنزیم‌های هیدرولیکی جهت تجزیه پروتئین‌ها و نشاسته ذخیره‌ای بذر جهت تغذیه رویان می‌شود. چراغی (Cheraghi, 2010) نیز با مطالعهٔ بذر گیاه گل‌پر (*Heracleum persicum*)، شمس اسفندآبادی Shams (Esfandsbadi, 2005) در بذر استپی ریش‌دار، کوچکی و عزیزی (Koochaki and Azizi, 2007) در بذر کلپوره به تأثیر افزایش‌دهنده جیبرلین اشاره کردند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده، استفاده از اسید هیومیک می‌تواند اثرات مثبتی را بر پارامترهای جوانه‌زنی بذر کنگر داشته باشد که این اثرات در نتیجه برخورداری این ماده غذایی از عناصر مورد نیاز گیاه و اثرات فیزیولوژیک آن است (Koo, 2006؛ Akbari *et al.*, 2007؛ Sabzevari *et al.*, 2010؛). تحقیقات این پژوهش با مطالعات انجام شده تورکمن و همکاران (Turkman *et al.,* 2004) در بررسی تأثیر اسید هیومیک بر میزان جوانه‌زنی و رشد بذور گیاه (*Lycopersicon esculentum* L)، قربانی و همکاران (Ghorbani. *et al.,* 2013) بذر ذرت (*Zea mays* L.) و خاتمیان و همکاران (Khatamian *et al.,* 2011) دانه گیاه تریتیکاله (*X Tritico Secule Wittmack*) مطابقت داشت.

در رابطه با شوک حرارتی و اسید سولفوریک در دو بازه زمانی انجام شده، با وجود افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی نسبت به نمونه‌های شاهد، تأثیر قابل توجهی نسبت به سایر تیمارهای اعمال‌شده در این پژوهش نداشت. به‌علاوه اثر افزایش‌دهنده‌ای بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه این بذور نگذاشت. مطالعات محمدی چیانه و همکاران (Mohammadi chianeh *et al.,* 2011) بر بذر (*Gundelia tournefortii*) تأثیر کم‌تر حرارت‌دهی را نسبت به چینه سرمایی نشان دادند. همچنین طویلی و همکاران (Tavili *et al.,* 2010) بر بذر گیاه *Ammodendron persicum*، تأثیر سوء آب داغ و اسید سولفوریک را نشان دادند. در ارتباط با تیمار خراش‌دهی با آب گرم مشاهده شد که تیمار ۳۰ دقیقه اثر کم‌تری نسبت به تیمار ۱۵ دقیقه دارد. دلیل این امر می‌تواند ناشی از نفوذ آب گرم به درون ساختار بذر و تأثیر سوء آن بر بافت‌های بذر باشد.

نتیجه‌گیری کلی

تأثیر منفی اسید سولفوریک و آب داغ بر رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه بذر گونه مذکور موید آسیب رویان این گیاه است. با توجه به نتیجه آزمایش، یکی دیگر از مناسب‌ترین شیوه‌ها برای تحریک جوانه‌زنی کنگر (*Gundelia tournefortii*) چینه سرمایی به‌تنهایی یا تشدیدشده با تیمار هورمون اسید جیبرلیک می‌باشد به‌علاوه با افزایش زمان سرمادهی نقش آن بر افزایش جوانه‌زنی بیش‌تر نیز می‌شود. موفق‌ترین تیمار، تلفیق جیبرلین با غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام و سرما (۷ و ۱۴ روز) با جوانه‌زنی در حدود ۸۰ درصد بود. استفاده از این تیمار سرعت رشد جوانه را نیز بهبود بخشیده و باعث افزایش طول محور زیر لپه و ریشه‌چه شدند. اما از آن جایی‌که سرمادهی نیاز به هزینه کم‌تری نسبت به تیمار هورمونی داشته، می‌توان آن را به عنوان بهترین تیمار برای شکست خواب بذر کنگر پیشنهاد کرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئولین دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کاشان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Akbari, G.H.A., Modarres Sanavy, S.A.M. and Yousefzadeh, S. 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum L.).* Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(15): 2557-2561. **(Journal)**

Ahmadi, H. 1996. Applied geomorphology (erosion). University of Tehran Press, 706p. (In Persian)**(Book)**

Baskin, C.C. and Baskin, J.M., 1991. Nondeep complex morphophysiological dormancy in seeds of *Osmorhiza ckiytonii* (Apiaceae). American Journal of Botany, 78: 588-593. **(Journal)**

Baskin, C.C., Chester, E.W. and Baskin, J.M. 1992. Deep Complex morphological dormancy in seeds of *Thaspium pinnatifidum.* International Journal of Plant Science, 153: 565-571. **(Journal)**

Baskin, C.C., Baskin, J.M. and Chester, E.W., 1999. Seed dormancy in the wetland winter annual *Pitilimnium nuttallii* (Apiaceae). Wetlands, 19: 359-364. **(Journal)**

Baskin, J.M. and Baskin, C.C. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14: 1-16. **(Journal)**

Bello, I.A., Hatteiman-Valentini, H. and Owen, M.D.K. 1998. Effects of stratification, temperature and oxygen on woolly cupgrass (*Eriochloa villosa*) seed dormancy. Weed Science, 46: 526-529. **(Journal)**

Cheraghi, F. 2010. Evaluation of treatments to break dormancy and seed priming on germination and plant establishment medicinal Angelica (*Heracleum persicum* Desf). Seed Science and Technology Thesis. University of Birjand. (In Persian)**(Thesis)**

Ellis, R.A. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 373-409. **(Journal)**

Ehyaie, H. and Hoseyni, M. 2011. Evaluation of sleep characteristics of germination and seed mass in medicinal plants. Iranian Journal of Crop Science, 9(4): 651-658. (In Persian)**(Journal)**

Garcia-Gusano, M., Martýnez-Gomez, P. and Dicenta, F. 2004. Breaking seed dormancy in almond (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb). Scientia Horticulturae, 99: 363.370. **(Journal)**

Gangjou barzelabadi, M. and Tavakoli, M. 2008. Seed germination of 10 desert plant species studied. Range and Desert, 15(2): 215- 226. (In Persian)**(Journal)**

Ghasemi pirbalooti, A., Gol parvar, A., Riahi dehkordi, M. and Navid, A. 2007. The effect of different treatments on breaking of dormancy and stimulate seed germination of five species of medicinal plants in Chaharmahal and Bakhtiari. Research and Construction, 4(74): 185-192. (In Persian)**(Journal)**

Ghorbani, S., Khaje hoseyni, M. and Eishi rezaei, A. 2013. The effects of treatments on the germination and early growth levels of humic acid (*Zea mays* L.). Agronomy Journal, 6(2): 37-43. (In Persian)**(Journal)**

Haghighikhah, M. and Khaje hoseini, M. 2013. Different methods for breaking dormancy on germination of seeds of barnyard grass species *Echinochloa orizy cola* and *Echinochloa crus galli*. Plant Protection, 27(2): 255-257. (In Persian)**(Journal)**

Hojjati, Y., Naderi, R.A., Faramarzi, A. and Gholipur, G. 2007. Check sulfuric acid and gibberellic acid treatments and temperature on seed germination Cycas (*Cycas revolute* L.). Journal of New Agricultural Science. 3(9): 14-20. (In Persian)**(Journal)**

Iglesias, R.G. and Babiano, M.J. 1997. Endogenous abscisic acid during the germination of chickpea seed. Physiologia Plantarum, 100: 500-504. **(Journal)**

Karam, N.S. and Al-salem, M.M. 2001. Breaking dormancy in *Arbutus andrchne* L. seeds by stratification and gibberelic acid. Seed Science and Technology, 29: 52-56. **(Journal)**

Karimi, A. 2001. The nutritive value of artichoke (*Gundelia tournefortii*) treated with SO_2 gas and its use in the diet of fattening lambs. (In Persian)**(Thesis)**

Khan, A.A., 1971. Cytokinins: Permissive Role in Seed Germination. Science, 171: 853-859. **(Journal)**

Khatamian, N., Nabavi kalat, S.M. and Bakhsh klahrestani, K. 2011. Effects of humic acid biological characteristics of triticale grain yield (*Tritico secule* (Wittmack). First National Conference on new issues in agriculture, Islamic Azad University, Saveh Branch, Saveh, Iran. (In Persian)**(Conference)**

Koo, E.S. 2006. Humic acid or fulvic acid: which organic acid accelerates the germination of the green mung beans. California State Science Fair. 1617. **(Handbook)**

Mehanna, H.T., Martin, G.C. and Nishyama, C., 1985. Effects of temperature, chemical treatments and endogenous hormone content on peach seed germination and subsequent seedling growth. Scientia Horticulturae, 27: 63-73. **(Journal)**

Mohammadi chiane, S., Alizade, M. and Hasani, A. 2011. The effect of the stratification and thermal shock break dormancy and stimulate germination of seeds of medicinal plants Kygr (*Gundelia tournefortii*). First National Congress of the New Agricultural Science and Technology. University of Zanjan, Zanjan, Iran. (In Persian)**(Conference)**

Parmenter, G.A., Burton, L.C. and Littlejohn, R.P., 1996. Chilling requirement of commercial *Echinacea* seeds. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 24: 109-114. **(Journal)**

Piccolo, A., Celano, G. and Pietramellara, G. 1993. Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*). Biology and Fertility of Soils, 16(1): 11-15. **(Journal)**

Phillips, N., Drost, D. and Varga, W. 2003. Chemical treatments enhanced seed germination in *Perkleridia gairdneri.* Acta Horticulturae, 618: 477-482. **(Journal)**

Rezaei chiane, A., Tajbakhsh, M., Valizadegan, A., Banaei asl., F. and Mahdavi kia, H. 2014. Effective methods for breaking dormancy in Bzralbnj Grid (*Hyoscyamus reticulatus* L). Journal of Agricultural Research in Iran, 12(2): 246-253. (In Persian)**(Journal)**

Sabzevari, S., Khazaei, H.R. and Kafi, M. 2010. Effects of humic acid on germination of winter wheat cultivars (Sayvnz and Sabalan) and spring (Chamran and leading). Journal of Agricultural Research, 8(3): 473-480. (In Persian)**(Journal)**

Sasani, S., Tavakol Afshar, R., Puostini, K. and Sharif zadeh, F. 2005. The effects of hormonal treatments and storage period on seed dormancy and germination of seeds of caraway. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 2; 287-294. (In Persian)**(Journal)**

Schmitz, N., Xia, G.H. and Ketmode, A.R. 2001. Dormancy of yallow Ceder seeds is retminated by gibberlic acid in combination with fluridone or with osmotic priming and moist chihhing. Seed Science and Technology, 29: 331-346. **(Journal)**

Shams Esfandabadi, R.F., Shariati, M. and Modares Hashemi, S.M. 2005. Check out some of dormancy treatments in five seed populations of bearded steppe. (*Stipa barbata* Desf.) Iranian Journal of Biology, 18(1): 48-59. (In Persian)**(Journal)**

Tavili, A., Zare, S. and Yari, R. 2010. The effect of different treatments on seed dormancy and germination stimulation Mvdndrvn (*Ammodendron persicum*). Range and Desert, 3(40): 466-475. (In Persian)**(Journal)**

Turkman, O., Dursun, A., Turan, M. and Erdinc, C. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato. Soil and Plant Science, 54: 168-174. **(Journal)**

Tan, K.H. 2003. Humic Matter in Soil and the Environment. Marcel Dekker, New York. **(Book)**

Zanguei, M. and Parsa, S. 2015. The effect of seed dormancy breaking methods coma. Journal of Eqohidrology Seed, 1(1): 17-28. (In Persian)**(Journal)**

The effect of different treatments on seeds dormancy and germination of *Gundelia tournefortii*

Fateme Panahi[1], Mina Arast[2*]

Received: May 3, 2016 Accepted: October 9, 2016

Abstract

Due to the increasing importance of on multiple uses native plants of dry lands, methods of improving seed germination rates of *Gundelia tournefortii,* a cold and arid land species with pharmacological and edible values, were investigated. Dormancy breaking treatments were applied in a completely randomized design. Seeds were then set in a germinator (25±1˚C - 70±3 %) and germination velocity and percentage and radicle and plumule length were recorded. Different treatments were applied including humic acid (for 26 and 54 mg/L), scarification H_2SO_4 (10 and 20 min), soaking in 300 and 500 ppm gibberellic acid (for 24 and 48 hours), temperature (15 and 30 min-70 ˚C), Chilling (7 and 14 days- 4 ˚C), a complex treatment of Chilling (7 and 14 days- 4 ˚C) and gibberellic acid 500 ppm for (24 and 48 hours), and distilled water as control treatment. Results showed germination percentage and velocity and radicle and plumule length increase in all treatments rather than control. Only sulfuric acid and heat treatments prevented adequate radicle and plumule length growth. In the current study, the most successful treatment is the complex treatment of Chilling (7 and 14 days- 4˚C) and 500 ppm gibberellic acid which increased germination percentage to about 84% and also germination velocity to a high rate.

Keywords: Arid and cold areas; Chilling; Gibberellic acid; Humic acid

How to cite this article
Panahi, F and Arast, M. 2019. The effect of different treatments on seeds dormancy and germination of Gundelia tournefortii. Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(3): 347-358. (In Persian)**(Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2019.3817

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Kashan, Kashan, Iran
2- Ph.D student of Combat Desertification, Faculty of Natural Resources, University of Kashan, Kashan, Iran
*Corresponding author: minamirast@gmail.com