

تأثیر تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی و شکست خواب بذر کنگر وحشی

غضنفر ویسی^۱، احمد مهتدی^{۱*} و علی مرادی^۲

دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۲؛ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۸؛ چاپ: ۱۳۹۷/۳/۲۰

^۱گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

^۲گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

*مسئول مکاتبات: a.mohtadi@yu.ac.ir

چکیده. به منظور ارزیابی تأثیر تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی کنگر وحشی آزمایش سه عاملی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. عامل اول سرمادهی در سه سطح صفر، سه و شش هفته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، عامل دوم خراش‌دهی در دو سطح بذرهای خراش‌دهی شده و بدون خراش‌دهی مکانیکی و عامل سوم تیمارهای شیمیایی شکست خواب بذر شامل آب مقطر و اسید جیبرلیک با غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و تیواوره ۰/۱ درصد بودند. نتایج نشان داد که اثرات سرمادهی، خراش‌دهی و تیمارهای شیمیایی شکست خواب و اثر متقابل آن‌ها بر کلیه صفات معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از اثر معنی‌دار اغلب تیمارهای همراه با خراش‌دهی بر بهبود کلیه صفات بود. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان داد، تیمار همراه با خراش‌دهی اسیدجیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در دوره سرمادهی شش هفته، به علت داشتن بالاترین سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه و طول گیاهچه، داشتن درصد جوانه‌زنی و بنیه طولی گیاهچه نسبتاً بالا و میانگین زمان جوانه زنی نسبتاً پایین، مطلوب‌ترین تیمار بود. همبستگی میان درصد جوانه زنی با شاخص‌های سرعت جوانه زنی، وزن خشک و طول گیاهچه معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد خواب بذر کنگر وحشی فیزیولوژیکی و فیزیکی است، زیرا حذف عوامل فیزیولوژیکی و فیزیکی منجر به بهبود جوانه‌زنی آن شد.

واژه‌های کلیدی. اسیدجیبرلیک، تیواوره، خراش‌دهی، خواب فیزیولوژیکی، سرمادهی

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

Ghazanfar Vaisi¹, Ahmad Mohtadi^{1*} & Ali Moradi²

Received 04.09.2017/ Accepted 08.01.2018/ Published 10.06.2018

¹Department of Biology, Faculty of Science, Yasouj University, Yasouj, Iran

²Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran

*Correspondent author: a.mohtadi@yu.ac.ir

Abstract. In order to investigate different treatment effects on germination in *Gundelia tournefortii*, three factorial experiments were carried out in a completely randomized design with three replications. The first factor was stratification at 4°C at three levels including 0, 3 and 6 weeks, the second factor was mechanical scarification at two levels including seeds with/without scarification and the third factor was chemical treatments of seed dormancy breaking at three levels including distilled water and gibberellic acid at concentrations of 1000 and 1500 mg/l and Thiourea 0.1%. The results showed that the effects of stratification, scarification and chemical treatments of dormancy breaking and their interactions were significant on all studied parameters ($p < 0.01$). Mean comparison values were significant for the effects of spate treatments together with mechanical scarification for the improvement of all traits. The results also revealed that the treatment of mechanical scarification treatment together with gibberellic acid 1000 mg/l in six weeks stratification, due to maximum germination speed, seedling dry weight, seedling length, large-scale germination percentage and seedling vigor index and modest average germination period, was the most influential treatment for seed dormancy breaking of this plant. Correlation between germination percentage with germination rate, dry weight and seedling length was significant. It seems that seed dormancy type in *Gundelia tournefortii* is physiological and physical, as eliminating physiological and physical factors leads to its germination improvement.

Keywords. gibberellic acid, physiological dormancy, scarification, stratification, thiourea

مقدمه

کنگر وحشی با نام علمی *Gundelia tournefortii* L. یکی از گیاهان دارویی و علوفه‌ای مهم از تیره کاسنیان است. از کنگر وحشی ترکیباتی نظیر گالیک اسید، فلاونول کورسیتین (Apak et al., 2007)، کومارین‌های اسکوپولیتین، ایزو اسکوپولیتین، استیگما استرول، روغن‌های فرار زینگیرین، آلفا ترپنیل استات، متیل ایگنول و لیمونن استخراج شده‌است (Halabi et al., 2005). اضافه کردن کنگر به محیط کشت برخی از باکتری‌هایی که به پنی‌سیلین جی و اریترومايسین مقاوم بودند، سبب توقف رشد باکتری‌ها شده است. در طب سنتی ترکیه از دانه‌های خشک شده این گیاه برای درمان ویتیلگو (Vitiligo) استفاده می‌شود، حال آنکه برگ‌های تازه آن ادرار آور است (Aburajai et al., 2001). در طب سنتی ایران تأثیر محافظتی برای هپاتوسیت و درمان بیماری‌های کبدی گزارش شده است (Jamshidzadeh et al., 2005). بذر بسیاری از گیاهان زراعی یا خودرو سازوکاری به نام خواب دارد و به این گیاهان امکان می‌دهد که در مقابل اوضاع نامساعد محیطی زنده بمانند (Tajbakhsh, 1996). اگرچه پدیده فیزیولوژیکی خواب برای بذرها مزیتی اکولوژیکی به حساب می‌آید و بذر را تا زمان آماده شدن موقعیت لازم جهت جوانه زنی و استقرار در مقابل شرایط سخت محیطی حفظ می‌کند (Nasiri et al., 2004)، این پدیده فیزیولوژیکی از مشکلات تکثیر گیاه در منابع طبیعی نیز محسوب می‌شود. باسکین و باسکین (Baskin & Baskin, 2004) سازوکارهای کلی خواب را به پنج گروه تقسیم‌بندی کردند: فیزیکی، فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی، مورفوفیزیولوژیکی و خواب ترکیبی. برطبق گزارش انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA, 1996) خواب بذر در بیشتر گونه‌های تیره کاسنیان از نوع خواب فیزیولوژیکی است که با نسبت نامناسب هورمون‌های تحریک کننده و بازدارنده جوانه زنی بذر مرتبط است. برطبق پیشنهادها این سازمان، یکی از روش‌های برطرف کردن خواب بذر این گیاهان، تیمار بذر با تنظیم کننده‌های رشد گیاهی است. این ترکیبات با تأثیر بر بخش‌های مختلف بذر، بر خواب و جوانه زنی آن مؤثر است. برای رهایی دانه از این نوع خواب و شروع جوانه زنی تغییر در بیوسنتز هورمون‌ها و کاهش نسبت ABA/GA لازم است که همراه با کاهش حساسیت به ABA و افزایش حساسیت به GA رخ می‌دهد.

گاهی سازوکار شکستن خواب بذر وارد کردن صدمه فیزیکی و شیمیایی با ایجاد خراش در پوسته‌های بذر است که به اسکاریفیکاسیون معروف است و در مواردی به کار می‌رود که خواب از سختی بذر ناشی می‌شود. در این حالت، پوسته‌های بذر همچون مانعی فیزیکی با جلوگیری از گسترش رویان یا رشد ریشه‌چه، یا از طریق ایجاد محدودیت در جذب آب و تبادلات گازی باعث ایجاد خواب می‌شود (Hashemedezfuli & Aghaalkhani, 1998).

در پژوهش Nabaee و همکاران (2013) درباره شکستن خواب بذر گیاه خارمریم (*Silybum marianum* (L.) Gaertn) از تیره کاسنیان با استفاده از تیمارهای اسید جبرلیک، کینتین، اکسین و براسینواستروئید، گزارش شد که بهترین تیمار در بین این تیمارها اسید جبرلیک ۵۰۰ پی‌پی‌ام بود. براساس نتایج تحقیق Kondo (1993)، از بین تیمارهای مختلف شیمیایی و فیزیکی در یونجه زرد (*Lotus corniculatus* L. var. *japonicus* Regel) تنها برش با اسکاگل و سوراخ کردن پوسته بذر با سوزن تشریح مناسب‌ترین روش برطرف کردن خواب بذر این گونه گیاهی است. Por-Esmaeel و Sharifi (2003) با بررسی تأثیر تیمار سرما و برخی سیتوکینین‌ها بر شکستن خواب بذر زیره سیاه (*Bunium persicum* (Boiss.) B.Fedtsch.) دریافتند که اثر متقابل پیش تیمار سرما و تیمار هورمونی باعث افزایش جوانه زنی و رفع خواب این بذر می‌شود. براساس برخی گزارش‌ها و شواهد، تیواوره می‌تواند جایگزین تسریع کننده‌های رشد شود (Phartyal et al., 2003). Ahmad و Hussain (2014) در پژوهش شکست خواب بذر آفتابگردان گزارش کردند که تیمار ۱ گرم محلول تیواوره ۱۵ دقیقه و خیساندن بذر در آب به مدت یک شب، درمقایسه با بقیه تیمارها، بیشترین درصد جوانه زنی (۹۰/۳۳ درصد) را نتیجه می‌دهد. هدف این پژوهش بررسی اثر تیمارهای مختلف بر شکست خواب و افزایش جوانه زنی گیاه کنگر وحشی است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۵ در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشکده علوم پایه دانشگاه یاسوج به صورت آزمایش سه عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اول سرمادهی در سه سطح، عامل دوم خراش دهی در دو سطح و عامل

طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه ارزیابی شد. درصد جوانه‌زنی کل از رابطه ۱ به‌دست آمد (et al., 2006)

$$\%Gp = \frac{n}{N} \times 100 \quad \text{(رابطه ۱): Fang.}$$

Gp: درصد جوانه‌زنی کل، n: تعداد بذره‌های جوانه‌زده و N: تعداد کل بذره‌های کشت‌شده است.

– میانگین زمان جوانه‌زنی از رابطه ۲ محاسبه شد (Manjkhola

$$MGT = \frac{\sum D \times n}{N} \quad \text{(رابطه ۲): et al., 2003.}$$

MGT: میانگین زمان جوانه‌زنی، N: تعداد بذره‌های جوانه‌زده در روز D ام، n: تعداد کل بذره‌های جوانه‌زده و D: تعداد روز از آغاز جوانه‌زنی است.

– سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۳ به‌دست آمد (Sarmadnia,

$$R = \sum \frac{N}{D} \quad \text{(رابطه ۳): 1996.}$$

R: سرعت جوانه‌زنی، N: تعداد بذره‌های جوانه‌زده در هر روز و D: تعداد روزهای سپری شده است).

– شاخص بنیه طولی گیاهچه از رابطه ۴ به‌دست آمد (ISTA,

$$VI = \frac{Ls \times Gp}{100} \quad \text{(رابطه ۴): 2010.}$$

VI: بنیه طولی گیاهچه، Ls: متوسط طول گیاهچه برحسب میلی-متر و Gp: درصد جوانه‌زنی است. وزن خشک گیاهچه پس از خشک‌شدن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با ترازوی با دقت یک‌هزارم به‌دست آمد. طول گیاهچه با استفاده از خط‌کش برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، بذره‌های تیمار شده و همچنین تیمار نشده در مدت زمان‌های صفر، سه و شش هفته سرمادهی شدند. درست قبل از شروع فرایند جوانه‌زنی نمونه‌های بذری تیمارهای مختلف در درون فویل آلومینیمی قرار داده شد. سپس، تا زمان اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی در فریزر دمای ۴۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، ۰/۵ گرم از هریک از نمونه‌های بذری نگهداری شده در فریزر توزین شد. پس از استخراج عصاره بذری، فعالیت آلفا آمیلاز در عصاره تعیین شد (Bernfeld, 1995). مقدار فعالیت آنزیم به‌صورت واحد میلی-گرم مالتوز بر گرم بذری (mg maltos/g seed) گزارش شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS، مقایسه میانگین-ها براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

سوم تیمارهای شیمیایی در سه سطح بود. تیمارهای اعمال‌شده عبارت بودند از: شاهد (تیمار نشده)، اسید جبرلیک با غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم برلیتر به‌مدت ۴۸ ساعت به‌همراه سرمادهی به‌مدت صفر، سه و شش هفته در دمای چهار درجه سانتی‌گراد، تیمار به‌همراه تیواوره با غلظت ۰/۱ درصد در مدت ۴۸ ساعت به‌همراه سرمادهی به مدت صفر، سه و شش هفته در دمای چهار درجه سانتی‌گراد، خراش‌دهی مکانیکی به همراه سرمادهی به‌مدت صفر، سه و شش هفته در دمای چهار درجه سانتی‌گراد، خراش‌دهی مکانیکی (با اسکالپل) به‌همراه اسید جبرلیک با غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌پی‌ام در مدت ۴۸ ساعت با اعمال سرمادهی به‌مدت صفر، سه و شش هفته در دمای چهار درجه سانتی‌گراد، خراش‌دهی مکانیکی به‌همراه تیمار تیواوره با غلظت ۰/۱ درصد در مدت زمان ۴۸ ساعت با اعمال سرمادهی به‌مدت صفر، سه و شش هفته در دمای چهار درجه سانتی‌گراد. بذری شاهد به بذری گفته می‌شود که هیچ‌گونه تیماری به‌غیر از آب مقطر روی آن اعمال نشده است. بذری گیاه کنگر وحشی در هفته سوم تیمار ۱۳۹۴ از منطقه وزگ در ۱۵ کیلومتری جنوب شرق شهر یاسوج که در محدوده ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده و حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه از سطح آب‌های آزاد ۲۱۰۰ و ۲۶۰۰ متر است (Aghaei et al., 2012)، جمع‌آوری شد و در محیط مناسب و بدون رطوبت در یخچال نگهداری شد. جهت ارزیابی میزان زنده‌بودن جنین آنها، از آزمون ترازولیوم طبق دستورالعمل انجمن بین‌المللی آزمون بذری (ISTA, 2011) استفاده شد و معلوم شد ۹۸ درصد بذرها زنده‌اند و قادر به جوانه‌زنی هستند. جهت به‌حداقل رساندن خطا و افزایش دقت تا حد امکان بذرها سالم و یکسان انتخاب و جداسازی شدند. قبل از اعمال تیمارها، بذرها با محلول قارچ‌کش بنومیل یک درصد به‌مدت ۵ دقیقه ضدعفونی شدند. به‌منظور افزایش جوانه‌زنی محیط تاریکی به‌مدت ۳۰ روز و دمای ۱۲±۲ درجه سانتی‌گراد رعایت شد. هر واحد آزمایش شامل ۱۵ عدد بذری کاملاً سالم بود که درون پتری-دیش روی بستر ماسه کشت شدند. برای تأمین رطوبت بذرها از آب مقطر استفاده شد. شمارش بذره‌های جوانه‌زده از روز سوم دوره جوانه‌زنی آغاز شد. پس از اتمام آزمون جوانه‌زنی صفات درصد جوانه‌زنی کل، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی،

جدول ۱- تحلیل واریانس (میانگین مربعات) تیمارهای شکست خواب بذر بر برخی شاخصه‌های جوانه‌زنی کنگر وحشی.

Table 1. Analysis of variance (mean squares) of seed dormancy breaking treatments on some germination traits of *G. tournefortii*.

منابع تغییرات Source of Variations	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination speed	میانگین زمان جوانه‌زنی Germination period average	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	شاخص بنیه گیاهچه Seedling vigor index
سرمادهی (Stratification)(A)	2	1605**	0.094**	398**	54.36**	86.92**	34.34**
خراش‌دهی (Scarification)(B)	1	5793**	7.33**	2133**	7656**	6861**	116.5**
تیمار (Treatment)(C)	3	221.1**	0.784**	177.6**	378.1**	229.9**	30.69**
سرمادهی * خراش‌دهی (A*B)	2	255.2**	0.128**	51.67**	469.4**	72.98**	13.35**
سرمادهی * تیمار (A*C)	6	212**	0.394**	58.86**	365.6**	82.59**	35.34**
خراش‌دهی * تیمار (B*C)	3	180.6**	0.818**	196.1**	456.4**	231.3**	44.02**
سرمادهی * خراش‌دهی * تیمار (A*B*C)	6	145.2**	0.359**	67.03**	408**	98.42**	34.15**
خطا (Error)	49	5.03	0.005	1.23	3.58	3.12	0.14
(C.V. (%)) ضریب تغییرات (%)	-	27.69	31.93	22.95	20.52	24.63	22.08

** significant at 1% probability level.

نتایج

بر اساس جدول ۱، تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سرمادهی، خراش‌دهی و تیمارهای شیمیایی شکست خواب و اثر متقابل آنها برای تمام صفات تحت بررسی در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

درصد جوانه‌زنی

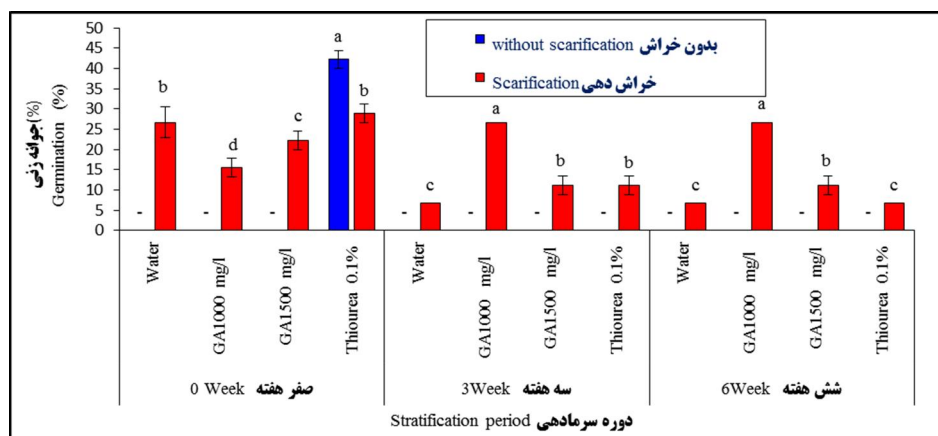
نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) حاکی از اثر معنی‌دار اغلب تیمارهای همراه با خراش‌دهی بر بهبود جوانه‌زنی بذر کنگر وحشی بود. تیمار بدون خراش‌دهی تیمواره ۰/۱ درصد در دوره سرمادهی صفر با ۴۲/۲ درصد بیشترین درصد جوانه‌زنی را در میان سه دوره سرمادهی داشت. کمترین درصد جوانه‌زنی در تمام دوره‌های سرمادهی تحت تیمار همراه با خراش‌دهی آب مقطر (با ۶/۶۷ درصد) در دوره سه هفته سرمادهی بود. تیمار همراه با خراش‌دهی جیبرلین ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره صفر سرمادهی (با ۲۲/۲ درصد) جوانه‌زنی بیشتری نسبت به همین تیمار (با ۱۱/۱ درصد جوانه‌زنی) در دوره سه و شش هفته سرمادهی داشت. گرچه در برخی تیمارها مانند جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر همراه خراش-دهی با افزایش دوره سرما درصد جوانه‌زنی افزایش یافت، به-طور کلی با افزایش دوره سرمادهی میانگین درصد جوانه‌زنی حاصل از تمامی تیمارها کاهش نشان داد.

سرعت جوانه‌زنی

بر طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) بیشترین سرعت جوانه‌زنی تحت تیمار جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر همراه با خراش‌دهی در دوره سرمادهی شش هفته (۲/۴۴ بذر در روز) بود و کمترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار همراه با خراش‌دهی آب مقطر در دوره سه هفته سرمادهی (۰/۱۲ بذر در روز) بود. تیمار همراه با خراش‌دهی جیبرلین ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره شش هفته سرمادهی سرعت جوانه‌زنی ۱/۳۳ بذر در روز داشت که نسبت به دوره صفر و سه هفته سرمادهی همین تیمار سرعت جوانه‌زنی برتر بود. تیمار همراه با خراش‌دهی تیمواره ۰/۱ درصد در دوره صفر سرمادهی دارای سرعت جوانه‌زنی معادل ۰/۵ عدد بذر در روز بود و سرعت جوانه‌زنی آن بیشتر از این تیمار در دوره سه و شش هفته سرمادهی بود. تیمار همراه با خراش‌دهی جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره سه و شش هفته سرمادهی نسبت به غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر همین تیمارها سرعت جوانه‌زنی بالاتری داشت. علاوه بر آن، با افزایش دوره سرمادهی سرعت جوانه‌زنی همین دو تیمار به میزان زیادی افزایش یافت.

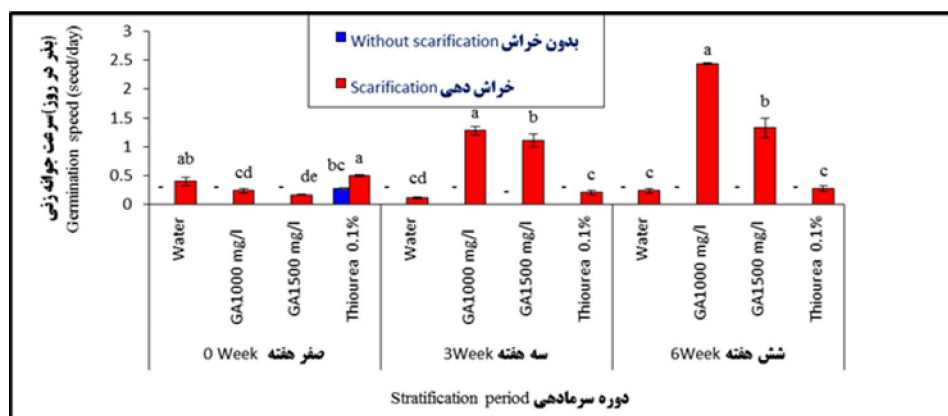
میانگین زمان جوانه‌زنی

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۳) بالاترین میانگین زمان جوانه‌زنی تحت تیمار بدون خراش‌دهی تیمواره ۰/۱ درصد در دوره صفر سرمادهی معادل ۲۳/۹ روز و پایین‌ترین آن معادل ۱/۳۳ روز تحت تیمار همراه با خراش‌دهی جیبرلین ۱۵۰۰ میلی گرم بر



شکل ۱ - مقایسه میانگین برهم کنش بین سرمادهی، خراش دهی و تیمارهای شیمیایی شکست خواب برای صفت درصد جوانه‌زنی در بذر کنگر وحشی (ستون‌های با حروف مشترک در هر دوره سرمادهی در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند).

Fig. 1. Mean comparisons of interaction among stratification, scarification and dormancy breaking chemical treatments for germination percentage of *G. tournefortii*. (Columns having a common letter in each stratification period are not significantly different from each other according to LSD 0.05).



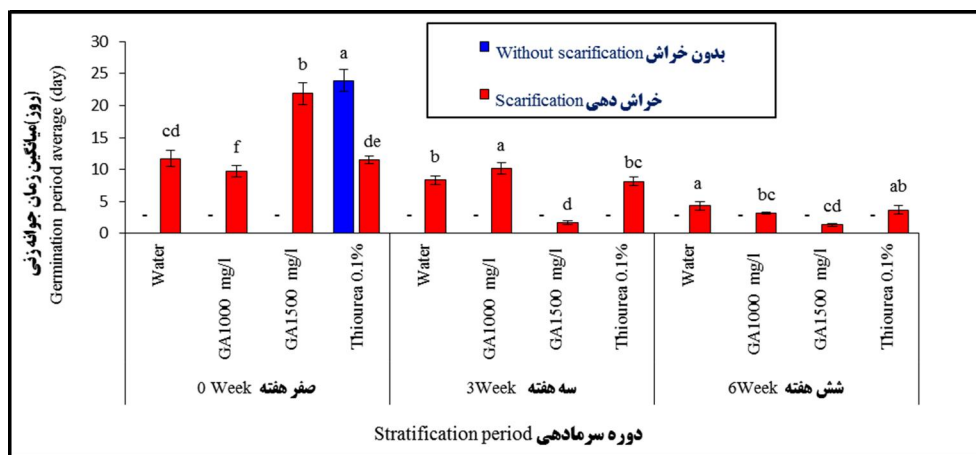
شکل ۲ - مقایسه میانگین برهم کنش بین سرمادهی، خراش دهی و تیمارهای شیمیایی شکست خواب برای صفت سرعت جوانه‌زنی در بذر کنگر وحشی (ستون‌های با حروف مشترک در هر دوره سرمادهی در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند).

Fig. 2. Mean comparisons of interaction among stratification, scarification and dormancy breaking chemical treatments for germination speed of *G. tournefortii*. (Columns having a common letter in each stratification period are not significantly different from each other according to LSD 0.05).

طول گیاهچه

براساس جدول ۲، نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از اثر معنی‌دار تمام تیمارهای همراه با خراش دهی بر بهبود طول گیاهچه در کنگر وحشی بود. نتایج نشان داد میانگین طول گیاهچه‌ها در دوره شش هفته سرمادهی بیشتر از بقیه دوره‌ها بود و بالاترین طول گیاهچه تحت تیمار همراه با خراش دهی جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در این دوره سرمادهی (معادل ۴۸/۳۳ میلی متر) بود که از نظر آماری با تیمار همراه با خراش دهی جیبرلین ۱۵۰۰ میلی گرم

لیتر در دوره شش هفته سرمادهی بود. تیمار همراه با خراش دهی جیبرلین ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره صفر سرمادهی میانگین زمان جوانه‌زنی برابر با ۲۱/۹ روز بود، درحالی که در همین تیمار در دوره سه و شش هفته سرمادهی میانگین زمان جوانه‌زنی به ترتیب ۱/۶۶ و ۱/۳۳ روز، روند کاهش نشان داد. تیمار همراه با خراش دهی جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره صفر سرمادهی میانگین زمان جوانه‌زنی ۹/۸ روز بود، درحالی که این میانگین در دوره سه و شش هفته سرمادهی به ترتیب ۱۰/۱۶ و ۳/۱۶ روز بود.



شکل ۳ - مقایسه میانگین برهم کنش بین سرمادهی، خراش دهی و تیمارهای شیمیایی شکست خواب برای صفت میانگین زمان جوانه زنی در بذر کنگر وحشی (ستون-های با حروف مشترک در هر دوره سرمادهی در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند).

Fig. 3. Mean comparisons of interaction among stratification, scarification and dormancy breaking chemical treatments for average germination period of *G. tournefortii*. (Columns having a common letter in each stratification period are not significantly different from each other according to LSD 0.05).

غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین همراه با خراش دهی (به- ترتیب ۱۵/۳۳ و ۱۷/۳۳ میلی گرم) داشت.

شاخص بنیه طولی گیاهچه

نتایج مقایسه میانگین‌ها در جدول ۲ نشان داد، بیشترین بنیه طولی گیاهچه با میانگین ۱۹/۴ تحت تیمار بدون خراش دهی تیمواره ۰/۱ درصد در دوره صفر سرمادهی حاصل شد، درحالی که کمترین بنیه طولی مربوط به تیمار همراه با خراش دهی آب مقطر (۰/۴۹) در دوره سه هفته سرمادهی بود. در تیمار همراه با خراش دهی جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره شش هفته سرمادهی بنیه طولی گیاهچه ۱۲/۸۸ بود که نسبت به همین تیمار در دوره صفر سرمادهی (۱/۵۵) و دوره سه هفته سرمادهی (۵/۶) افزایش چشمگیری داشت. همچنین، در تیمار همراه با خراش دهی جیبرلین ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر با افزایش دوره سرمادهی بنیه طولی بذر روند صعودی نشان داد، اما در تیمار همراه خراش دهی تیمواره ۰/۱ درصد این شاخص به ترتیب افزایش دوره سرما تا شش هفته به صورت ۲/۱۱، ۲/۲۲ و ۱/۰۲ دارای روند نامنظم بود.

فعالیت آنزیم آلfa آمیلاز

نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴) نشان داد با افزایش دوره سرمادهی، میانگین فعالیت آنزیم آلfa آمیلاز در تمام تیمارها روند افزایشی نشان داد، به طوری که بیشترین میزان فعالیت این آنزیم،

بر لیتر در همین دوره و تیمار بدون خراش دهی تیمواره ۰/۱ درصد در دوره صفر سرمادهی بدون تفاوت معنی دار بود. پایین ترین طول گیاهچه تحت تیمارهای همراه خراش دهی جیبرلین ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره سرمادهی صفر (معادل ۷/۳۳ میلی متر) بود. در هر دو غلظت همراه با خراش دهی جیبرلین با افزایش دوره سرما تا شش هفته میانگین طول گیاهچه‌ها روند افزایشی داشت.

وزن خشک

براساس جدول ۲، در تیمارهای دوره شش هفته سرمادهی وزن خشک گیاهچه‌ها از بقیه دوره‌ها بالاتر بود و بالاترین وزن خشک گیاهچه مربوط به همین دوره تحت تیمار همراه با خراش دهی جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر با میانگین ۳۴/۳۳ میلی گرم بود. پایین ترین وزن خشک گیاهچه توسط تیمار همراه با خراش دهی آب مقطر در دوره سه هفته سرمادهی (به میزان ۵ میلی گرم) بدون اختلاف معنی دار با تیمارهای بدون خراش دهی و با خراش دهی تیمواره ۰/۱ درصد در دوره صفر سرمادهی حاصل شد. در دوره شش هفته سرمادهی تیمار همراه با خراش دهی جیبرلین ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر وزن خشک گیاهچه (۲۸/۶۶ میلی گرم) کمتر از غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر همین تیمار در این دوره بود، درحالی که در دوره‌های صفر و سه هفته سرمادهی این تیمار (به- ترتیب ۱۸/۳۳ و ۲۳/۶۶ میلی گرم) وزن خشک بیشتری نسبت به

جدول ۲- مقایسه میانگین برهم کنش سرمادهی، خراش دهی و تیمارهای شیمیایی شکست خواب برای برخی صفات جوانه‌زنی در بذر کنگر وحشی (حروف یکسان در هر دوره سرمادهی در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است). A، B، C، D، E و F بترتیب نشان دهنده آب مقطر، جیبرلین ۱۰۰۰mg/l، جیبرلین ۱۵۰۰mg/l، تیواوره ۰/۱ درصد، بدون خراش دهی و خراش دهی مکانیکی است.

Table 2. Mean comparisons of interaction among stratification, scarification and seed dormancy breaking treatments for some germination traits in *G. tournefortii*. (Columns having a common letter in each stratification period are not significantly different from each other according to LSD 0.05). A, B, C, D, E and F represent Water, Gibberellin 1000 mg/l, Gibberellin 1500 mg/l, Thiourea 0.1%, without scarification and mechanical scarifications, respectively.

دوره سرمادهی	خراش دهی مکانیکی	تیمارها	طول گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	شاخص بنه طولی گیاهچه
Stratification period	Mechanical scarification	Treatments	Seedling length	Seedling dry weight	Seedling vigor index
هفته (Week)			میلی‌متر (mm)	میلی‌گرم (mg)	
صفر (0)	بدون خراش دهی (E)	آب مقطر (A)	0 ^c	0 ^f	0 ^f
صفر (0)	بدون خراش دهی (E)	جیبرلین ۱۰۰۰mg/l (B)	0 ^c	0 ^f	0 ^f
صفر (0)	بدون خراش دهی (E)	جیبرلین ۱۵۰۰mg/l (C)	0 ^c	0 ^f	0 ^f
صفر (0)	بدون خراش دهی (E)	تیواوره ۰/۱ درصد (D)	46.33 ^a	6.66 ^c	19.4 ^a
صفر (0)	همراه خراش دهی (F)	آب مقطر (A)	23 ^b	15 ^c	6.04 ^b
صفر (0)	همراه خراش دهی (F)	جیبرلین ۱۰۰۰mg/l (B)	10 ^{cd}	15.33 ^{bc}	1.55 ^{cd}
صفر (0)	همراه خراش دهی (F)	جیبرلین ۱۵۰۰mg/l (C)	7.33 ^d	18.33 ^a	1.62 ^{cd}
صفر (0)	همراه خراش دهی (F)	تیواوره ۰/۱ درصد (D)	7.33 ^d	7 ^{de}	2.11 ^{cd}
سه (3)	بدون خراش دهی (E)	آب مقطر (A)	0 ^d	0 ^c	0 ^c
سه (3)	بدون خراش دهی (E)	جیبرلین ۱۰۰۰mg/l (B)	0 ^d	0 ^c	0 ^c
سه (3)	بدون خراش دهی (E)	جیبرلین ۱۵۰۰mg/l (C)	0 ^d	0 ^c	0 ^c
سه (3)	بدون خراش دهی (E)	تیواوره ۰/۱ درصد (D)	0 ^d	0 ^c	0 ^c
سه (3)	همراه خراش دهی (F)	آب مقطر (A)	7.33 ^c	5 ^d	0.49 ^{de}
سه (3)	همراه خراش دهی (F)	جیبرلین ۱۰۰۰mg/l (B)	21 ^a	17.33 ^b	5.6 ^a
سه (3)	همراه خراش دهی (F)	جیبرلین ۱۵۰۰mg/l (C)	17.33 ^b	23.66 ^a	1.86 ^{bc}
سه (3)	همراه خراش دهی (F)	تیواوره ۰/۱ درصد (D)	20.66 ^a	9 ^c	2.22 ^{bc}
شش (6)	بدون خراش دهی (E)	آب مقطر (A)	0 ^d	0 ^c	0 ^c
شش (6)	بدون خراش دهی (E)	جیبرلین ۱۰۰۰mg/l (B)	0 ^d	0 ^c	0 ^c
شش (6)	بدون خراش دهی (E)	جیبرلین ۱۵۰۰mg/l (C)	0 ^d	0 ^c	0 ^c
شش (6)	بدون خراش دهی (E)	تیواوره ۰/۱ درصد (D)	0 ^d	0 ^c	0 ^c
شش (6)	همراه خراش دهی (F)	آب مقطر (A)	23 ^b	18.66 ^d	1.53 ^{cd}
شش (6)	همراه خراش دهی (F)	جیبرلین ۱۰۰۰mg/l (B)	48.33 ^a	34.33 ^a	12.88 ^a
شش (6)	همراه خراش دهی (F)	جیبرلین ۱۵۰۰mg/l (C)	48 ^a	28.66 ^b	5.28 ^b
شش (6)	همراه خراش دهی (F)	تیواوره ۰/۱ درصد (D)	15 ^c	25.66 ^c	1.02 ^{cd}

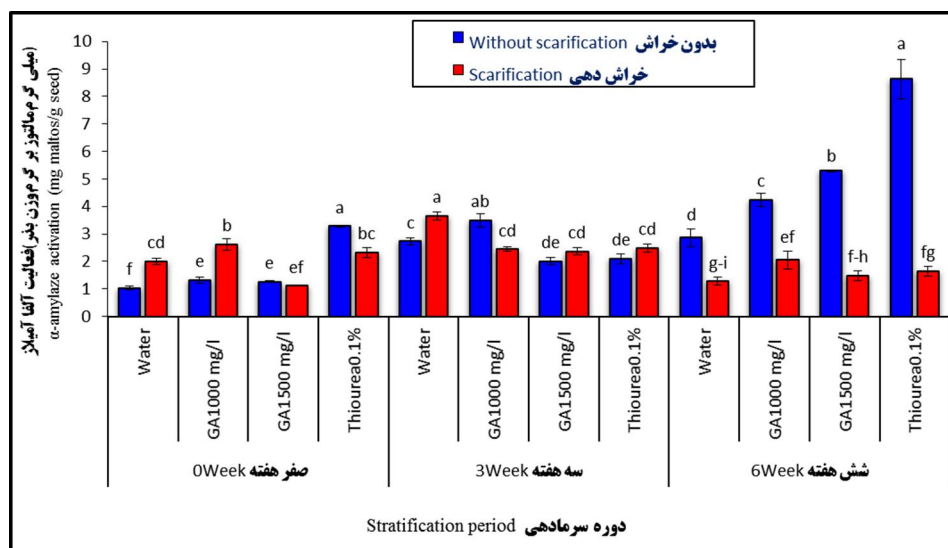
جدول ۳- ماتریس ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده بذر کنگر وحشی.

Table 3. Correlation coefficients matrix of measured traits in *G. tournefortii*.

صفات اندازه‌گیری شده	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(1) Germination (%) درصد جوانه‌زنی	1						
(2) Germination speed سرعت جوانه‌زنی	0.528**	1					
(3) Germination period average میانگین زمان جوانه‌زنی	0.845**	0.099 ^{ns}	1				
(4) Seedling length طول گیاهچه	0.707**	0.755**	0.428*	1			
(5) Seedling dry weight وزن خشک گیاهچه	0.527**	0.808**	0.285 ^{ns}	0.764**	1		
(6) Seedling vigor بنه طولی گیاهچه	0.822**	0.562**	0.595**	0.842**	0.443*	1	
(7) α-amylase activation فعالیت آلفا آمیلاز	-0.179 ^{ns}	-0.206 ^{ns}	-0.150 ^{ns}	-0.228 ^{ns}	-0.361 ^{ns}	-0.077 ^{ns}	1

*, **, و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌دار را نشان می‌دهد.

**, *, and ns are significant at a probability level of 1%, 5%, and non-significant, respectively.



شکل ۴ - مقایسه میانگین برهم کنش بین سرمادهی، خراش دهی و تیمارهای شیمیایی شکست خواب برای فعالیت آلفا آمیلاز در بذر کنگر وحشی (ستون‌های با حروف مشترک در هر دوره سرمادهی در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند).

Fig. 4. Mean comparisons of interaction among stratification, scarification and dormancy breaking chemical treatments for α -amylase activity of *G. tournefortii*. (Columns having a common letter in each stratification period are not significantly different from each other according to LSD 0.05).

تحت تیمار بدون خراش دهی تیمواره ۰/۱ درصد (۸/۶۴ میلی گرم مالتوز بر گرم وزن بذر) در دوره شش هفته سرمادهی و کمترین آن تحت تیمار بدون خراش دهی آب مقطر در دوره صفر سرمادهی (۱/۰۴ میلی گرم مالتوز بر گرم وزن بذر) بود. تیمارهای بدون خراش دهی جیبرلین ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر با افزایش دوره سرما تا شش هفته افزایش زیادی در میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز نشان دادند.

تحت تیمار بدون خراش دهی تیمواره ۰/۱ درصد (۸/۶۴ میلی گرم مالتوز بر گرم وزن بذر) در دوره شش هفته سرمادهی و کمترین آن تحت تیمار بدون خراش دهی آب مقطر در دوره صفر سرمادهی (۱/۰۴ میلی گرم مالتوز بر گرم وزن بذر) بود. تیمارهای بدون خراش دهی جیبرلین ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر با افزایش دوره سرما تا شش هفته افزایش زیادی در میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز نشان دادند.

نتایج آزمایش نشان داد با افزایش طول دوره سرمادهی، درصد جوانه زنی و میانگین زمان جوانه زنی کاهش یافت و سرعت جوانه زنی، وزن خشک، بنیه طولی و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز افزایش یافت. مشاهده شد که بالاترین درصد جوانه زنی تحت تیمار تیمواره ۰/۱ درصد بدون خراش دهی بذر در دوره صفر سرمادهی حاصل شد. مشابه این نتیجه قبل از این برای شکست خواب بذر گونه *Plantago ovata* Forssk. بود که افزایش دوره سرما به کاهش درصد جوانه زنی منجر شد (Tavili et al., 2010). گزارش شده است تیمواره جایگزین محرک رشدی می شود که در حالت طبیعی در طی استراتیفیکاسیون ظاهر می شود

(Phartyal et al., 2003). تیمار همراه با خراش دهی جیبرلین ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره صفر سرمادهی جوانه زنی بیشتری نسبت به همین تیمار در دوره سه و شش هفته سرمادهی داشت. در تأیید این نتیجه، محققان گزارش کردند جیبرلین اثر مطلوبی در راه اندازی بسیاری از واکنش های آنزیمی مربوط به جوانه زنی دارد، اما کاربرد توأم آن با سرما به عدم تعادل هورمونی و عدم نمو محور جنینی منجر می شود (El-Dengawy, 2005). با افزایش دوره سرمادهی میانگین درصد جوانه زنی کاهش نشان داد. Nabae و همکاران (2013) هنگام به کارگیری تیمار تلفیقی سرمادهی ۵، ۱۰ و ۱۵ روز همراه با جیبرلین ۵۰۰ پی پی ام برای شکست خواب بذر خارمریم (*Silybum marianum*) گزارش کردند با افزایش دوره سرمادهی درصد جوانه زنی روند کاهشی نشان داد که با نتیجه پژوهش حاضر هم خوانی دارد. گزارش شده است در سرمادهی طولانی مدت کاهش جوانه زنی به علت افت قوه نامیه و پوسیدگی بذرها در اثر گذشت زمان یا ناشی از اثر معکوس سرمادهی است (Hartmann et al., 2011) نظر به اینکه در پژوهش حاضر، طبق شکل ۲، بیشترین سرعت جوانه زنی تحت تیمار جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر همراه با خراش دهی در بالاترین دوره سرمادهی (شش هفته) حاصل شد،

بحث

نتایج آزمایش نشان داد با افزایش طول دوره سرمادهی، درصد جوانه زنی و میانگین زمان جوانه زنی کاهش یافت و سرعت جوانه زنی، وزن خشک، بنیه طولی و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز افزایش یافت. مشاهده شد که بالاترین درصد جوانه زنی تحت تیمار تیمواره ۰/۱ درصد بدون خراش دهی بذر در دوره صفر سرمادهی حاصل شد. مشابه این نتیجه قبل از این برای شکست خواب بذر گونه *Plantago ovata* Forssk. بود که افزایش دوره سرما به کاهش درصد جوانه زنی منجر شد (Tavili et al., 2010). گزارش شده است تیمواره جایگزین محرک رشدی می شود که در حالت طبیعی در طی استراتیفیکاسیون ظاهر می شود

سرما، میانگین زمان جوانه‌زنی تحت تیمار جیبرلین ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر کاهش یافت و به دنبال آن طبق شکل ۲ سرعت جوانه‌زنی تحت این تیمارها افزایش نشان داد. هم‌سو با این نتیجه، بررسی Abu-Qaoud (2007) برای تیمارهای شکست خواب بذر سه گونه بیه نشان داد که میانگین زمان جوانه‌زنی به وسیله سرمادهی و جیبرلین کاهش یافت. چنین گزارش شده است که افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرهای تیمار شده با جیبرلین ممکن است از طریق کوتاه کردن مدت زمان سوخت‌وساز باعث تسریع جوانه‌زنی شده و به دنبال آن به کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی منجر شود (Baskin & Baskin, 2004). میانگین زمان جوانه‌زنی، معیاری از زمان جوانه‌زنی است و رابطه عکس با سرعت جوانه‌زنی دارد. هرچه این شاخص کوچک‌تر باشد نشان‌دهنده بالاتر بودن سرعت جوانه‌زنی است (Tajbakhsh & Gheasii, 2009). به طور کلی، با افزایش دوره سرمادهی تا شش هفته میانگین زمان جوانه‌زنی مربوط به اکثر تیمارها روند کاهشی و سرعت جوانه‌زنی روند افزایشی داشت.

بالاترین طول گیاهچه (جدول ۲) تحت تیمار همراه با خراش-دهی جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره سرمادهی شش هفته بود. گزارش شده است تیمار بذر کور (*Capparis spinosa* L.) با اسید جیبرلیک، کاهش اثر بازدارندگی ترکیبات پوسته بذر، سبب تحریک زمان جوانه‌زنی و رشد طول گیاهچه شده (Olmez et al., 2004) که با نتیجه تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. اسید جیبرلیک یک هورمون عمده در تحریک جوانه‌زنی بذر است که با تحریک تجزیه ذخایر غذایی بذر در جوانه‌زنی بذرهای دارای خواب نقش دارد (Greipsson, 2001). در هر سه دوره سرمادهی، میانگین طول گیاهچه‌های تحت تیمار همراه خراش-دهی جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر نسبت به غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر این تیمار بیشتر بود. مشابه این نتیجه در پژوهش Rostamipour و همکاران (2015) تیمار خراش‌دهی جیبرلین ۴۰۰ میلی گرم در لیتر نسبت به غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر تأثیر بیشتری در طول گیاهچه‌ها در هر سه اکوتیپ مورد بررسی گون ایرانی داشت. درباره وزن خشک گیاهچه‌ها (جدول ۲) تیمار همراه با خراش‌دهی جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در شش هفته سرمادهی از بقیه دوره‌ها بالاتر بود. از آنجا که این تیمار دارای بالاترین سرعت جوانه‌زنی هم بود، بنابر نتایج حاصل از ضریب

گزارش شده است سرما و اسید جیبرلیک اغلب به تشکیل آزادسازی یا فعال کردن آنزیم‌های هیدرولیتیکی جهت تجزیه پروتئین‌ها و نشاسته ذخیره شده در بذر جهت تغذیه جنین می‌دهد انجامد و بدین طریق سرعت جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (Yamaguchi & Kamiya, 2000). هم‌بستگی مشاهده شده (جدول ۳) میان سرعت جوانه‌زنی با درصد جوانه‌زنی ($r=0.528^{**}$) ممکن است حاکی از این موضوع باشد که آن دسته از تیمارهایی که سریع‌تر جوانه زدند، درصد جوانه‌زنی بیشتری هم داشتند. سرعت جوانه‌زنی بالاتر سبب خروج سریع‌تر گیاهچه از خاک، استقرار و رشد بهتر گیاهچه می‌شود (Elias et al., 2006). سرعت جوانه‌زنی تیمار همراه با خراش‌دهی جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره سه و شش هفته سرمادهی نسبت به غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر همین تیمار بالاتر بود. مشابه این نتیجه، در پژوهش Rostamipour و همکاران (2015) گزارش شد تیمار خراش‌دهی مکانیکی به همراه جیبرلین با غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر در مقایسه با غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر همین تیمار افزایش بیشتری در سرعت جوانه‌زنی بذر گون (*Astragalus cyclophyllon* Beck) داشت. به طور کلی در پژوهش حاضر با افزایش دوره سرما سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و سرعت جوانه‌زنی تیمارهای همراه با خراش‌دهی جیبرلین ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر از بقیه تیمارها بیشتر بود. احتمال داده شده است، عامل سرما، علاوه بر تحریک سنتز جیبرلین درون-زا، محرک‌های دیگری را فعال کند که سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌شود و با کاهش تراز هورمون‌های بازدارنده و افزایش تراز هورمون‌های محرک سبب افزایش پتانسیل جوانه‌زنی می‌شود (Tipirdamaz & Gomurgen, 2000). بالاترین میانگین زمان جوانه‌زنی تحت تیمار بذرهای بدون خراش‌دهی با تیواوره ۰/۱ درصد در دوره صفر سرمادهی حاصل شد که از مقاومت پوسته بذر در مقابل جوانه‌زنی حکایت دارد. همچنان که در پژوهش Mahmoodzadeh و همکاران (2005) درباره شکست خواب بذر تاتوره (*Datura stramonium* L.) صرفاً برش با اسکالپل باعث شکست خواب بذر شد. آنها در این تحقیق نتیجه گرفتند که پوسته علاوه بر اینکه از ورود آب جلوگیری می‌کند، مانع تبادل گازها به ویژه اکسیژن می‌شود و اجازه خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه را نیز نمی‌دهد. مطابق شکل ۳، با افزایش دوره

همبستگی (جدول ۳) می‌توان گفت که میان صفت وزن خشک گیاهچه با درصد جوانه‌زنی ($r=0/527^{**}$)، سرعت جوانه‌زنی ($r=0/808^{**}$) و طول گیاهچه ($r=0/764^{**}$) رابطه مثبت وجود دارد. گفته شده است در تیمارهایی که جوانه‌زنی سریع‌تر انجام می‌شود، بخشی از آن به معنای شروع رشد و افزایش شاخصه‌ها در مقایسه با گیاهچه‌هایی است که جوانه‌زنی را دیرتر آغاز کرده‌اند و بخش دیگر احتمالاً به دلیل تعدیل هورمونی ایجادشده در اثر تیمار سرمادهی و نیز کاربرد خارجی اسید جیبرلیک است که باعث سنتز آنزیم‌های هیدرولیزکننده مانند آلفا آمیلاز می‌شود که خود این آنزیم سبب تجزیه نشاسته و در نتیجه انتقال مواد حاصل از تجزیه به جنین در حال رشد می‌شود و از این طریق طول گیاهچه و وزن آن را افزایش می‌دهد (Stout, 1998). در دوره شش هفته سرمادهی تیمار همراه با خراش‌دهی جیبرلین ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر وزن خشک گیاهچه کمتر از غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر همین تیمار بود. هم‌سو با این نتیجه، Rajabian و همکاران (2007) در پژوهش شکست خواب بذر آنگوزه (*Ferula assa-foetida* L. تحت تیمارهای اسید جیبرلیک و سرمادهی گزارش کردند غلظت‌های بیشتر از حد آستانه اسید جیبرلیک بر جوانه‌زنی و بقیه شاخصه‌های بذر گیاه اثر بازدارندگی دارد. براساس نتایج جدول ۲، بیشترین شاخص بنيه طولی گیاهچه تحت تیمار بدون خراش‌دهی تیمواره ۰/۱ درصد در دوره صفر سرمادهی حاصل شد. در پژوهش شکست خواب بذر آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss) توسط Asaadi و Heshmati (2015) گزارش شد تیمار تیمواره ۱ مولار بدون سرمادهی باعث بهبود درصد جوانه‌زنی به میزان ۶۳ درصد و شاخص بنيه طولی بذر به میزان ۱۰/۹ شد. گفته شده است از دلایل اثر مثبت محرک‌های شیمیایی مانند تیمواره بر جوانه‌زنی بذر احتمالاً به تعادل رسیدن نسبت هورمونی در بذر و کاهش بازدارنده‌های رشد مانند اسید آبسزیک است. این محرک‌ها باعث شکست خواب فیزیولوژیکی بذر می‌شوند. در تیمار همراه با خراش‌دهی جیبرلین ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره شش هفته سرمادهی شاخص بنيه طولی گیاهچه نسبت به همین تیمار در دوره صفر و سه هفته سرمادهی افزایش چشمگیری داشت. با توجه به رابطه ۴ و ارتباط مستقیم بین صفت طول گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و بنيه طولی گیاهچه و نیز رابطه مستقیم و معنی‌دار صفت شاخص بنيه طولی گیاهچه با

درصد جوانه‌زنی ($r=0/822^{**}$) و طول گیاهچه ($r=0/842^{**}$) برطبق جدول ۳، بالابودن بنيه طولی گیاهچه در برخی از تیمارها بدیهی است و ناشی از بالابودن درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه است.

در پژوهش حاضر، با وجود افزایش زیاد فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در دوره شش هفته سرمادهی (شکل ۴) در بذرهای تیمار شده با تیمواره ۰/۱ درصد بدون خراش‌دهی، همان‌طور که در بررسی درصد جوانه‌زنی تحت این تیمار مشخص شد، جوانه‌زنی مشاهده نشد. پیش از این، Munawar و همکاران (2015) گزارش کردند بذرهای *Zaleya pentandra* (L.) C. Jeffrey هیچ پاسخی به غلظت‌های مختلف تیمواره و نیترا تپتاسیم نشان ندادند؛ زیرا احتمالاً این دو تیمار در شکافتن پوسته بذر ناموفق هستند و بذرها پس از خیساندن در این تیمارها آماده جوانه‌زنی می‌شوند، اما آنها فقط هنگامی جوانه می‌زنند که با سمباده شکافته شوند. تیمارهای بدون خراش‌دهی جیبرلین ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر با افزایش دوره سرما تا شش هفته افزایش قابل توجه در میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز نشان دادند. گزارش شده جیبرلین‌ها سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیکی را که در زیر لایه آلورون قرار دارند افزایش می‌دهند، سپس آنزیم‌های سنتز شده به آندوسپرم انتقال می‌یابند و سبب تجزیه مواد ذخیره‌ای و تأمین انرژی لازم برای جوانه‌زنی می‌شوند (Cirak et al., 2004).

نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج این پژوهش، تیمار همراه با خراش‌دهی اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در دوره سرمادهی شش هفته، به علت داشتن بالاترین سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، همچنین کسب درصد جوانه‌زنی و بنيه طولی گیاهچه بالا و میانگین زمان جوانه‌زنی نسبتاً پایین، مطلوب‌ترین تیمار برای شکست خواب بذر این گیاه محسوب می‌شود و به نظر می‌رسد خواب بذر کنگر وحشی ترکیبی از خواب فیزیولوژیکی و فیزیکی است.

سپاسگزاری

نگارندگان از دانشگاه یاسوج به‌خاطر حمایت مالی از پژوهش حاضر قدردانی می‌کنند.

REFERENCES

- Aghaei, R., Alvani-Nejad, S., Basiri, R. and Zolfaghari, R.** 2012. The relationship between plant ecological groups and environmental factors (case study: Vezg habitat). – Appl. Ecol. 1: 53-63.
- Abu-Qaoud, H.** 2007. Effect of scarification, gibberellic acid and stratification on seed germination of three *Pistacia* species. – An - Najah Univ. J. Res. 21: 1-11.
- Aburajai, A., Darwish, R.M., Al-Kalil, S., Mahafzah, A. and Al-Abbadi, A.** 2001. Screening of antibiotic resistant inhibitors from local plant materials against two different strains of *Pseudomonas aeruginosa*. – J. Ethnopharmacol. 76: 39-44.
- Ahmad, M.Z. and Hussain, I.** 2014. Effect of different treatments on the safe removal of seed dormancy in sunflower hybrid Hysun-33. – Persian Gulf Crop Protection (PGCP) 3: 1-5.
- Apak, R., Guklu, K., Demirata, B., Ozyurek, M., Celik, S.E., Bektasoglu, B., Berker, K.I. and Ozyurt, D.** 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. – Molecules 12: 1496-1547.
- Asaadi, A.M. and Heshmati, G.A.** 2015. The effect of different treatments on breaking seeds dormancy and inducing germination of *Thymus transcaucasicus* Ronn. and *Zataria multiflora* Boiss. – J. Plant Res. 28: 12-22.
- Baskin, J.M. and Baskin, C.C.** 2004. A classification system for seed dormancy. – Seed Sci. Res. 14: 1-16.
- Bernfeld, P.** 1995. Amylases alpha and beta. – Methods Enzymol. 1: 149-151.
- Cirak, C., Ayan, A.K. and Kevseroglu, K.** 2004. The effects of light and some presoaking on germination rate of St. John Worth (*Hypericum perforatum* L.) seeds. – Pakistan J. Biol. Sci. 7: 182- 186.
- Elias, S.G., Garary, A., Schweitzer, L. and Hanning, S.** 2006. Seed quality testing of native specie. – Native Pl. J. 7: 15-19.
- El-Dengawy, E.F.** 2005. Promotion of seed germination and subsequent seedling growth of loaquat (*Eriobotrya japonica*) by moist-chilling GA₃ applications. – Sci. Hort. 105: 331-342.
- Fang, S., Wang, J., Wei, Z. and Zhu, Z.** 2006. Methods to break seed dormancy in *Cyclocarya paliurus* (Batal). Iljinskaja. – Sci. Hort. 110: 305-309.
- Greipsson, S.** 2001. Effects of stratification and GA₃ on seed germination of a sand stabilizing grass *Leymus arenarius* used in reclamation. – Seed Sci. Technol. (SST) 29: 1-10.
- Halabi, S., Battah, A.A., Aburjai, T. and Hudaib, M.** 2005. Phytochemical and antiplatelet investigation of *Gundelia tournifortii*. – Pharm. Biol. 43: 496-500.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. and Geneve, R. L.** 2011. Plant propagation principles and practices. – Prentice hall, New Jersey, Eight edition. 880 pp.
- Hashemedezfuli, S.A. and Aghaalikhani, M.** 1998. Seed dormancy and germination. – University of Shahid Chamran Press, 246 pp.
- ISTA.** 1996. International rules for seed testing. – Seed Sci. Technol. 13: 299-513.
- ISTA.** 2010. International rules for seed testing. – International Seed Testing Association. Zurich. 139 pp.
- ISTA.** 2011. International Seed Testing Association. – ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing, vol: 1, 1st edition 2003, supplement 201, Basserdorf, Switzerland.
- Jamshidzadeh, A., Fereidooni, F., Salehi, Z. and Niknahad, H.** 2005. Hepatoprotective activity of *Gundelia tournifortii*. – J. Ethnopharmacol. 101: 233-237.
- Kondo, T.** 1993. Promotion of hard seed germination in *Lotus corniculatus* var *japonica* for use in amenity grasslands. – Seed Sci. Technol. 21: 611-619.
- Mahmoodzadeh, A., Nojvan, M. and Bagheri, Z.** 2005. Effects of different treatments on breaking of dormancy and seed germination of *Datura stramonium* L. – J. Plant Res. 18: 341-349.
- Manjkhol, S., Dhar, U. and Rawal, R.S.** 2003. Treatments to improve seed germination of *Arnebia benthamii*: an endangered medicinal herb of high altitude Himalaya. – Seed Sci. Technol. (SST) 31: 571-577.
- Munawar, S., Naeem, M., Ali, H.H., Jamil, M., Iqbal, M., Nazir, M.Q., Balal, R.M. and Safdar, M.E.** 2015. Seed dormancy breaking treatments for African purslane (*Zaleya pentandra*). – Pl. Danin. 33: 623-629.
- Nabae, M., Roshandel, P. and Mohammad Khani, A.** 2013. The effects of plant growth regulators on breaking seed dormancy in *Silybum marianum* L. – J. Cell Tissue 4: 45-54.
- Nasiri, M., Madah Arefi, H. and Isvand, H.R.** 2004. Evaluation of viability changes and dormancy breaking in the seed of some species in Natural Resources Gene Bank. – Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 12: 163-182.
- Olmez, Z., Yahyaglu, Z. and Omer, A.** 2004. Effect of H₂SO₄, GA₃ and KNO₃ treatment on germination of Caper seeds. – Pakistan J. Biol. Sci. (PJBS) 7: 879-882.
- Phartyal, S.S., Thapliyal, R.C., Nayal, J.S. and Joshi, G.** 2003. Seed dormancy in Himalayan maple (*Acer caesium*) I: Effect of stratification and phytohormones. – Seed Sci. Technol. 31: 1-11.
- Por-Esmaeel, M. and Sharifi, M.** 2003. Study effect stratification and cytokinin several on seeds dormancy breaking *Bunium persicum*. – Iran. J. Med. Arom. Plants 19: 183-195.
- Rajabian, T., Saboora, A., Hassani, B. and Fallah Hosseini, H.** 2007. Effects of GA₃ and chilling on seed germination of *Ferula assafoetida*. – Iran. J. Med. Arom. Plants 23: 391-404.
- Rostamipour, A., Moradi, A., Isvand, H. and Nasiri, M.** 2015. Investigation of seed dormancy type and its breaking methods in 3 ecotype Iranian Astragale (*Astragalus cyclophyllus*) pasture plant. – Iran. J. Sci. Technol. Seed 4: 51-56.
- Sarmadnia, G.** 1996. Seed technology. – Mashhad University Press. 228pp.
- Stout, D.** 1998. Rapid and synchronous germination of *Cicer milkvetch* seed following diurnal temperature priming. – Crop Sci. 181: 263-266.
- Tajbakhsh, M.** 1996. Seed (cognitive-certification and control). – Tabriz Ahrar Publications. 179 pp.
- Tajbakhsh, M. and Gheasii, N.** 2009. Seed ecology. – Urmia, Jihad Daneshgahee 134 pp.

- Tavili, A., Pouzesh, H., Farajolahi, A., Zare, S. and Chahooki, M.A. 2010. The effect of different treatments on improving seed germination characteristics in medicinal species of *Descurainia sophia* and *Plantago ovata*. – Afr. J. Biotechnol. 39: 6588-6593.
- Tipirdamaz, R. and Gomurgen, N. 2000. The effects of temperature and gibberellic acid on germination of *Eranthis hyemalis* L. Salisb Seeds. – Turk. J. Bot. 24: 143-145.
- Yamaguchi, S. and Kamiya, Y. 2000. Gibberellin biosynthesis: its regulation by endogenous and environmental signals. – Plant Cell Physiol. 41: 251-257.

How to cite this article:

Vaisi, Gh., Mohtadi, A. and Moradi, A. 2018. The effect of different treatments on seed germination and dormancy breaking in seeds of *Gundelia tournefortii* – Nova Biologica Rep. 5:26-37.

ویسی، غ.، مهتدی، ا. و مرادی، ع. ۱۳۹۷. تأثیر تیمارهای مختلف بر جوانه-زنی و شکست خواب بذر کنگر وحشی. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۵: ۲۶-۳۷.