"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد سوم، شماره 2، پائیز و زمستان 93
شماره صفحه: 161- 153

تاثیر تیمارهای مختلف بر شکست خواب بذر گیاه گز خوانسار (*Astracantha adescendens*) جهت بهبود جوانه زنی

روزبه فرهودی[1*] و مریم مکی زاده تفتی[2]

1- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران
2- بخش گیاهان دارویی –موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع ایران، تهران، ایران

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تیمارهای شکست خواب بذر گیاه گز خوانسار (*Astracantha adescendens*) آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با 18 تیمار و چهار تکرار در بخش گیاهان دارویی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع در سال 1388 انجام شد.تیمارها شامل خراش دهی پوسته بذر با آب داغ 70 و 90 درجه سانتی گراد به مدت 10 و 15 دقیقه، خراش دهی پوسته بذر با اسید سولفوریک 90 درصد به مدت 15، 30 و 45 دقیقه، سرمادهی بذر به مدت 2، 4 و 6 هفته و ترکیبی از این تیمارها بود. نتایج نشان داد جوانه زنی بذر گز در سطح آماری یک درصد تحت تاثیر معنی دار تیمارهای آزمایش قرار گرفت. سرمادهی بذر گز به مدت 4 و 6 هفته سبب تحریک فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بذر به 13/1 و 14 نانومول بر بذر بر دقیقه شد. بیشترین درصد جوانه زنی بذر در تیمارهای 10 و 15 دقیقه خراش دهی با آب داغ 90 درجه سانتی گراد + 4 هفته سرمادهی مشاهده شد (81 درصد و 83 درصد). نتایج نشان داد خراش دهی بذر گز با اسید سولفوریک سبب آسیب به گیاهچه و افزایش تعداد گیاهچه های غیرنرمال گیاه گز شد. نتایج نشان داد بهترین تیمار برای شکست خواب بذر و تحریک جوانه زنی گز خوانسار خراش دهی بذر با آب داغ 90 درجه سانتیگراد به مدت 10 و 15 دقیقه + 4 هفته سرمادهی بذر بود.

کلمات کلیدی: آلفا آمیلاز، آب داغ، خواب بذر،گز خوانسار، سرمادهی.

مقدمه

گیاه گز (*Astracantha adescendens*) یک گیاه مهم در مراتع و اقتصاد نواحی مرکزی ایران است که به عنوان یک منبع مهم تهیه صمغ در این نواحی مطرح می باشد. علاوه بر این، گیاه گز (گز خوانسار) میزبان اصلی حشره پسیل گز با نام علمی *Cyamophila dicora* است که منبع تولید گزانگبین بوده و در صنایع غذایی ایران به عنوان ماده اصلی شیرینی گز از اهمیت زیادی برخوردار است. گز خوانسار (*Astracantha adescendens*) گیاهی است چندساله از خانواده لگومینوز با قطر سایه انداز حدود 1 الی 1/5 متر و ارتفاع 0/5 الی 1 متر، اندام هوایی آن به شکل مخروط برعکس بوده و به صورت خودرو می روید. زیستگاه اصلی گز خوانسار در حاشیه کوه های زاگرس در ارتفاع 2 الی 3 هزارمتری می باشد و به عنوان گونه غالب گون گزی در استان های اصفهان،

*نویسنده مسئول: روزبه فرهودی، نشانی: – منطقه پستی ناحیه 5- صندوق پستی 315851114
E-mail: rfarhoudi@gmail.com
تاریخ دریافت: 93/3/15
تاریخ تصویب: 92/6/26

چهارمحال بختیاری و لرستان می باشد. گز انگبین علاوه بر کاربرد در صنایع غذایی در طب سنتی به عنوان تسکین دهنده سرفه و التهابات سینه و رفع سوء هاضمه نقش دارد و به عنوان یکی از منابع اصلی قند فروکتوز جهت تولید محصولات غذایی برای مبتلایان به دیابت کاربرد دارد (Gerami, ۱۹۹۸).

خواب بذر یک مکانیسم کلیدی جهت بقا گیاهان در شرایط نامساعد محیطی می باشد Copeland and McDonald, ۲۰۰۱). شیوه تکثیر گیاه گز در طبیعت بذر می باشد اما بر طرف نشدن مناسب خواب بذر یکی از دلایل کاهش جوانه زنی این گیاه در طبیعت است. خواب بذر یک پدیده معمول در گیاهان خانواده لگومینوز است که معمولا ناشی از سختی پوسته بذر در این گیاهان است. سختی پوسته بذر در این گیاهان مانع از جذب رطوبت کافی و تبادلات گازی مناسب توسط بذر در حال جوانه زنی می شود (Rehman *et al.*, ۱۹۹۹) و این مشکل معمولا مانع از جوانه زنی و رشد یکنواخت بذر گونه های وحشی لگومینوز در طبیعت می گردد (Pandita *et al.*, ۱۹۹۹). یکی از مکانیسم های اصلی شکست خواب بذر در گیاهان خانواده لگومینوز استفاده از روش خراش دهی پوسته بذر توسط اسید سولفوریک، آب داغ و کاغذ سمباده است (Mackay *et al.*, ۲۰۰۱ ؛ Martin and De La Cuadar, ۲۰۰٤). محققین گزارش نمودند جهت شکست خواب بذر *A. adsurgens* خراش دهی پوسته بذر با اسید سولفوریک و آب داغ مفید می باشد (and Kondo Takeuchi, ۲۰۰٤). مشاهدات نشان داده که تیمار مناسب جهت شکست خواب بذر *Acacia salicina*، خراش دهی پوسته بذر توسط اسید سولفوریک یا آب داغ (70 درجه سانتیگراد) به مدت 20 دقیقه می باشد اما افزایش مدت تیمار بذرها از 20 دقیقه به 40 دقیقه سبب آسیب دیدگی گیاهچه شده است (Rehman و همکاران،1999). Pandita و همکاران (1999) نیز مشاهده نمودند تیمار نمودن بذر *Trigonella corniculata* با آب داغ و اسید سولفوریک سبب شکست خواب بذر این گیاه شد در حالیکه اسید سولفوریک تعداد گیاهچه های غیر نرمال را نیز افزایش داد. رینکو و همکاران (Rinko *et al.*, ۲۰۰۳) گزارش نمودند بهترین تیمار جهت تحریک جوانه زنی بذر *Acacia angustissima* استفاده از آب داغ 90 درجه سانتیگراد به مدت 10 دقیقه می باشد.

علاوه بر عوامل بیرونی مانند پوسته بذر، عوامل درونی نظیر عدم تعادل هورمون های بذر و عدم تکامل ساختار جنین نیز از عوامل ایجاد کننده خواب بذر می باشد (Copeland و McDonald،۲۰۰۱). تحقیقات نشان داده که اضافه کردن اسید جیبرلیک، نیترات پتاسیم یا سرما دهی بذر نقش به سزایی در شکست خواب ناشی از عوامل درونی دارد (Baskin *et al.*, ۱۹۹۲). مککی و همکاران (Mackay *et al.*,۲۰۰۱) نیز با بررسی روش های شکست خواب بذر گیاه *Lupinus arboreus* مشاهده نمودند که تیمار سرمادهی نقش به سزایی در افزایش جوانه زنی این بذر دارد زیرا سرمادهی علاوه بر افزایش نفوذپذیری پوسته بذر سبب تحریک تولید اسید جیبرلیک توسط جنین نیز می شود. گارسیا گوزانو و همکاران (Garcı´a- Gusano *et al.*, ۲۰۰٤) نیز افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و جوانه زنی بذر *Prunus dulcis* تحت تاثیر تیمار سرمادهی را گزارش نمودند. نتیجه این تحقیق نشان داد سرمادهی، غلظت درونی اسید جیبرلیک بذر

را افزایش داد و سبب تحریک فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و رشد جنین شد.

علی رغم اهمیت گیاه گز، (*Astracantha adescendens*) در اقتصاد و اکوسیستم نواحی مرکزی و غربی ایران، بذر این گیاه مانند اکثر گونه های وحشی خانواده لگومینوز داری خواب است. چنین به نظر می رسد که بر طرف نشدن مناسب خواب بذر آن مانع از جوانه زنی یکنواخت و مناسب آن در محیط طبیعی و مصنوعی می شود. این تحقیق به منظور یافتن تیمار مناسب جهت شکست خواب بذر این گیاه ارزشمند دارویی و مرتعی در محیط آزمایشگاه انجام گرفت.

مواد و روش ها

بذر رسیده گیاه گز (*Astracantha adescendens*) از منطقه خوانسار در مرکز ایران در سال 1387 جمع آوری شده و تا شروع زمان آزمایش (سال 1388) در پاکت های پلاستیکی در دمای 20 درجه سانتی گراد نگهداری شدند. این تحقیق در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار در بخش گیاهان دارویی موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع انجام شد. تیمارهای شکست خواب بذر عبارت بودند از:

1- خراش دهی شیمیایی: در این تیمار بذرها به مدت 15، 30 و 45 دقیقه در 500 میلی لیتر اسید سولفوریک 90 درصد خیسانده شده و سپس به مدت 5 دقیقه با آب جاری شسته شدند.

2- خراش دهی با آب داغ: در این تیمار بذرها به مدت 10 و 15 دقیقه در 500 میلی لیتر آب داغ 70 یا 90 درجه سانتیگراد خیسانده شده و سپس از آب داغ خارج شدند و در دمای اتاق قرار گرفتند.

3- سرمادهی: در این تیمار بذرها به مدت 12 ساعت در 500میلی لیتر آب مقطر در دمای اتاق خیسانده شدند و سپس در ظروف پلاستیکی بین دو لایه ماسه مرطوب به ضخامت هر لایه 5 سانتی متر قرار گرفته و به دمای 4 درجه سانتیگراد بالای صفر به مدت 4، 6 و 8 هفته منتقل شدند.

1- بعد از اعمال تیمارهای شکست خواب بذر، 25 عدد بذر در پتری دیش های شیشه ای با قطر 10 سانتی متر و ارتفاع دو سانتی متر روی یک لایه کاغذ صافی قرار گرفتند و به دستگاه ژرمیناتور با شرایط تاریکی، رطوبت 70 درصد و تناوب دمای 15/25 درجه سانتیگراد در شبانه روز قرار گرفت. پس از جوانه زنی 20 درصد بذور شاهد، پتری دیش ها به شرایط نوری 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی منتقل شدند .

مدت زمان آزمایش 40 روز بود و در پایان صفات درصد جوانه زنی، فعالیت آنزیم آلفا امیلاز، میانگین زمان جوانه زنی، وزن تر گیاهچه، بنیه گیاهچه، طول ریشه چه و ساقه چه و زمان 50 درصد جوانه زنی (E_{50}) بررسی شد. میانگین زمان جوانه زنی و درصد جوانه زنی بر اساس فرمول های زیر محاسبه گردید (Scott *et al*., ۱۹۸٤) :

رابطه (1) - درصد جوانه‌زنی

$$GP = (N_g / N_t) \times ۱۰۰$$

N_g تعداد بذور جوانه زده تا روز iام، N_t تعداد کل بذر

رابطه(2) - میانگین زمان جوانه زنی $MGT = \frac{\sum f_i x_i}{N}$

fi: روز شمارش

xi: تعداد بذر جوانه زده در روزf

N: کل بذرها جوانه زده

شاخص بنیه بذر بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (Abdul-Baki. and Anderson, ۱۹۷۰)

رابطه (3)

$$SVI = (GP \times SH) / ۱۰۰$$

SVI: شاخص بنیه بذر

GP : درصد جوانه‌زنی

SH: طول گیاهچه (مجموع طول ساقچه و ریشه‌چه)

یک بذر وقتی جوانه زده محسوب می شد که طول ریشه چه آن به حدود دو میلی متر رسید. طول ریشه چه و طول ساقه چه به کمک خط کش و بر اساس واحد میلی متر اندازه گیری شد. به این منظور خمیدگی گیاهچه باز شده و طول ریشه چه و طول ساقه چه از انتها تا محل اتصال به بذر اندازه گیری شد. گیاهچه های دارای نکروز و پیچ خوردگی به عنوان گیاهچه غیر نرمال ثبت شدند.

یک گرم بافت بذری جهت اندازه گیری فعالیت آلفا آمیلاز استفاده شد. برای تهیه عصاره ابتدا پنج میلی لیتر محلول 60 میلی مولار بافر فسفات (pH ٦,٨) به بذر اضافه شد و سپس این مخلوط به مدت 15 دقیقه سانترفیوژ شدند (با دور12000 دور در دقیقه). جهت اندازه گیری آنزیم α- آمیلاز ابتدا 0/5 میلی لیتر محلول نشاسته به داخل لوله آزمایش منتقل شد سپس 0/5 میلی لیتر از عصاره تهیه شده در بالا به آن اضافه شده و بعد از 30 دقیقه انکوباسیون در 37 درجه سانتی گراد بوسیله 1 میلی لیتر اسید هیدروکلریدریک 0/1 نرمال واکنش را متوقف کرده و در ادامه یک میلی لیتر از معرف ید به آن اضافه شد. پس از آن حجم محتوی لوله را با آب مقطر به حدود 10 میلی لیتر رسانده و میزان جذب رنگ را با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج 620 نانومتر خوانده و با نمونه شاهد مقایسه شد (Xiao *et al*., ٢٠٠٦).

محاسبات آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC انجام گردید و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح آماری 5 درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه زنی و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز

نتایج نشان داد درصد جوانه زنی و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بذر گیاه گز تحت تاثیر معنی دار تیمارهای شکست خواب بذر قرار گرفت (جدول1). بیشترین درصد جوانه زنی در بذرهای تیمار شده با آب داغ 90 درجه سانتیگراد به مدت 10 و 15 دقیقه + 4 هفته سرمادهی به میزان ٪81 و ٪83 مشاهده شد. خراش دهی پوسته بذر با آب داغ 90 درجه سانتی گراد به مدت 10 و 15 دقیقه جوانه زنی بذر را بیش از 50 درصد افزایش داد در حالیکه هیچ گیاهچه غیر نرمالی در این تیمارها دیده نشد. همچنین بذرهای تیمار شده با اسید سولفوریک به مدت 45 دقیقه + 4 هفته سرمادهی و بذرهای تیمار شده با اسید سولفوریک به مدت 45 دقیقه هر چند به ترتیب سبب افزایش درصد جوانه زنی به 67 و 56 درصد در مقایسه با شاهد شدند اما اما تعداد زیادی از بذرهای جوانه زده تا پایان دوره آزمایش از بین رفتند و علایم لهیدگی و سیاه شدن گیاهچه را نشان دادند (جدول 2). عیسوند و همکاران (Eisvand *et al*., ٢٠٠٦) مشاهده نمودند که خراش دهی پوسته بذر*Astragalus siliquosus* با اسید سولفوریک سبب تحریک جوانه زنی بذر این گیاه شد اما در همین حال تعداد گیاهچه های غیر نرمال تحت تاثیر کاربرد اسید سولفوریک افزایش یافت. فو و همکاران (Fu *et al*., ١٩٩٦) گزارش نمودند خراش دهی بذر گیاه *Ornithopus compressus* با اسید سولفوریک سبب تحریک جوانه زنی این بذور می شود اما افزایش مدت زمان غوطه وری بذر در اسید سولفوریک منجر به ظهور گیاهچه های غیر نرمال گردید. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد هرچند که خراش دهی پوسته بذر گیاه گز با آب داغ یا اسید

سولفوریک سبب افزایش درصد جوانه زنی بذر شد. اما بیشترین کارایی این تیمارها هنگامی بود که تیمار آب داغ همراه با سرمادهی بذرها به کار رفت (جدول2). فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بذر گز تحت تاثیر تیمارهای خراش دهی با آب داغ و اسید سولفوریک قرار نگرفت و تفاوت معنی داری میان این تیمارها با شاهد مشاهده نشد اما سرمادهی بذر به تنهایی یا در ترکیب با تیمارهای خراش دهی سبب افزایش معنی دار فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در مقایسه با شاهد شد (جدول 2). سرمادهی بذر گز به مدت 4 و 6 هفته سبب افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بذر به میزان 13/1 و 14 نانومول بر بذر بر دقیقه در مقایسه با دو هفته سرمادهی (6/3 نانومول بر بذر بر دقیقه) شد که بیانگر نقش مثبت سرمادهی بر فعالیت انزیم آلفا آمیلاز است. بیشترین فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز از بذرهای تیمار شده با آب داغ 90 و 70 درجه سانتیگراد در ترکیب با تیمار 4 هفته سرمادهی مشاهده شد که تفاوتی با فعالیت این آنزیم در تیمارهای 4 و 6 هفته سرمادهی نداشت (جدول 2).

جدول 1- تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای شکست خواب بذر بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گز خوانسار

Table ۱. Analysis of variance of the effect of seed dormancy breaking on *Astracantha adescendens* seed germination and seedling growth

	df	Seedling fresh weight	Vigor index	Shoot lenght	Radicle length	۵۰٪ germination	Mean germination time	α-amylase activity	Germination percentage
treatment	۱۷	۵۲۱,۰ **	۷۱,۱**	٤۳۹,۷ **	٦۵۵,۹ **	۲٦٦٤,۳ **	۱۱۰٤,۱ **	٤۱۱,٦ **	٤۰٦۱,٦ **
eroor	۵٤	۱۹,۸	۸,۲	۳۹,۹	۵۳,٤	۲۰۹,۳	۹۲,۱	۷۱,۰	۳۹۹,٦
Cv(%)		۸,۱	۳,۹	۱۰,۷	٤,٦	۱۱,۷	۲,۵	۳,۷	٦,۷

**: Significant at the ۰,۰۱ level of probability

**: معنی دار در سطح یک درصد آماری

جدول 2- تاثیر تیمارهای شکست خواب بذر بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گز خوانسار

Table ۲- Effect of seed dormancy breaking on *Astracantha adescendens* seedling growth and seed germination

Seed treatment	Germination (%)	α-amylase activity(n mol seed $^{-1}$ min $^{-1}$)	Seedling fresh weight (mg)	Mean germination time (day)	۵۰٪ germination time (day)	Abnormal seedling (%)	Radicle length (mm)	plumule length (mm)	Vigor index
Acid scarification (۱۵ min)	۸ f	۲,۷ d	۰,۱٦ d	۲۱,۱ d	۲۷ e	۱۲	۱۰ d	٦ d	۱,۲۸ e
Acid scarification (۳۰ min)	۱۲ f	۲,۹ d	۰,۱۷ d	۲۲ d	۲۳,۱ d	۳٦	۱۱ d	۷ d	۲,۱٦ e
Acid scarification (٤۵ min)	۵٦ b	۳,٤ d	۰,۱۷ d	۹,۹ b	۱٤,۳ bc	٦٤	۱۳ d	۹ d	۱۲,۳۲ c
۹۰ °C Hot water scarification(۱۰ min)	۵۱ b	۲,۷ d	۰,۱٦ d	۱٤ cd	۱٦,٤ c	٤	۱۱ d	۹ d	۱۰,۲ c
۹۰ °C Hot water scarification(۱۵ min)	۵٤ b	٤,۱ d	۰,۱۱ e	۱۱ c	۱۵ bc	٤	۹ d	٦ d	۸,۱ cd
۷۰ °C Hot water scarification(۱۰ min)	۳۳ d	۳,۲ d	۰,۱۳ de	۱٤ cd	۱۹,۹ d	۳	۸ d	۱۰ d	۵,۹٤ d
۷۰ °C Hot water scarification(۱۵ min)	۳۳ d	۳,۸ d	۰,۱٦ d	۱٦,۳ cd	۲۲,۲ d	٤	۱۲ d	۸ d	٦,٦ d
Stratification (۲ week)	۱۲ f	٦,۳ c	۰,۲۸ c	۲۱,۱ d	۲۹,۱ f	-----	۲۱ c	۱٦ c	٤,٤٤ d
Stratification (٤ week)	۲۰ e	۱۳,۱ a	۰,۳٦ b	۲۳ d	۲۷,۱ e	-----	۲۹ b	۲٤ b	۱۰,٦ c
Stratification (٦ week)	۲۳ e	۱٤,۰ a	۰,۳۱ bc	۱٦,۵ cd	۱۹,۳ cd	-----	۳۰ b	۲۵ b	۱۲,٦۵ c
Acid Stratification (٤ week)+ scarification (۱۵ min)	۱٤ f	۸,۹ b	۰,۳۸ b	۱۲,۲ c	۱۸,۱ cd	۹	۱۹ c	۲۳ b	۵,۸۸ d
Acid Stratification (٤ week)+ scarification (۳۰ min)	۱۹ ef	۹,۹ b	۰,۳۷ b	۱۱,٤ c	۲۰,۲ d	۲۱	۲۹ b	۲۷ b	۱۰,٦٤ c
Acid Stratification (٤ week)+ scarification (٤۵ min)	٦۷ ab	۹,۷ b	۰,۳۰ bc	۸ ab	۱۱,۷ b	٦۷	۱۰ d	۱۲ d	۱٤,۷٤ c
۹۰ °C Hot water scarification(۱۰ min) + Stratification (٤ week)	۸۱ a	۱۳,٤ a	۰,۵۹ a	٦,۱ a	۹,۳ a	٤	٤۱ a	۳۵ a	٦۱.۵٦ a
۹۰ °C Hot water scarification(۱۵ min)+ Stratification (٤ week)	۸۳ a	۱۲,۹ a	۰,۵۵ a	۵,٤ a	٦ a	۲	٤۱ a	۳۱ a	۵۹,۷٦ a
۷۰ °C Hot water scarification(۱۰ min)+ Stratification (٤ week)	٤۱c	۱٤,۱ a	۰,٤۹ ab	۱۲,۸ c	۱٦ c	۳	۳٤ b	۲۸ a	۲۵,٤۲ b
۷۰ °C Hot water scarification(۱۵ min)+ Stratification (٤ week)	٤۱ c	۱۲,۵ a	۰,۵۳ a	۱۱,۱ c	۲۱,۲ d	۵	۳۷ a	۳٤ a	۲۹,۱۱ b
Control	۷ f	۳,۰ d	۰,۱۲ de	۲۲,۱ d	۲۹,۲ f	----	۹ d	۷ d	۱,۱۲ e

میانگین هایی، در هر ستون که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال1% اختلاف معنی داری ندارند.
Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P = ۰،۰۱ according to Dunkan's test

ترکیب سرمادهی با خراش دهی پوسته بذر با اسید سولفوریک هر چند سبب تحریک جوانه زنی بذر و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز شد اما با توجه به تعداد بیشتر جوانه های غیرنرمال و فعالیت کمتر این آنزیم در این تیمارها در مقایسه با ترکیب تیمار سرمادهی و خراش پوسته بذر با آب داغ نشان دهنده تاثیر منفی نفوذ اسید سولفوریک به درون بافت بذر و تخریب ساختار بذر می باشد (جدول 2). خراش دهی بذر گیاهان خانواده لگومینوز با اسید سولفوریک هر چند موجب تحریک جوانه زنی در این بذرها می شود اما خطر آسیب دیدگی جنین و گیاهچه را نیز در پی دارد (Pandita *et al.*, ۱۹۹۹; Mackay *et al.*, ۲۰۰۱). فرهودی و همکاران (Farhoudi *et al.*, ۲۰۰۷) گزارش نمودند که خراش دهی پوسته بذر گیاه روناس با اسید سولفوریک سبب افزایش تعداد جوانه های غیرنرمال بذر روناس در مقایسه با خراش دهی پوسته بذر با آب داغ شد. تیمار سرمادهی بذر در تحریک جوانه زنی بسیاری از بذرهای دارای خواب نقش دارد زیرا سبب افزایش تولید اسید جیبرلیک در بذر می شود (Garcı´a-Gusano *et al.*, ۲۰۰٤). سرمادهی بذر آرابیدوبسیس سبب افزایش رونویسی از ژن های دخیل در فعالیت اسید جیبرلیک شد و این نشان دهنده نقش سرما در شکست خواب بذر گیاهانی است که غلظت درونی اسید جیبرلیک در بذر آنها کم است (Yamauchi *et al.*, ۲۰۰٤). ساتو و اوکبو (Sato and Okubo , ۲۰۰٦) گزارش نمودند سرمادهی پیازچه گیاه سنبل سبب تحریک فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و جوانه زنی پیازچه سنبل شد. از آنجا که بذر گیاه گز در شرایط طبیعی اواسط تابستان تا اوایل پاییز می رسد و در بهار جوانه می زند (مشاهدات نویسندگان) احتمالا سرمای زمستان در مناطق رشد این گیاه جهت کاهش خواب این بذر موثر می باشد اما دلیل اصلی خواب این بذر پوسته سخت بذر در گیاهان خانواده لگومینوز می باشد زیرا تیمارهای خراش دهی پوسته بذر در مقایسه با تیمارهای سرمادهی به تنهایی، درصد جوانه زنی بیشتری داشتند (جدول 2) .

وزن تر گیاهچه و شاخص بنیه

وزن تر گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه گز تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت (جدول 1). بیشترین وزن گیاهچه گز در مقایسه با شاهد در تیمارهای آب داغ 90 درجه سانتیگراد به مدت 10 دقیقه + 4 هفته سرما دهی (0/59 میلی گرم) ، آب داغ 90 درجه سانتیگراد به مدت 15 دقیقه + 4 هفته سرما دهی (0/55 میلی گرم)، تیمار آب داغ 70 درجه سانتیگراد به مدت 10 دقیقه + 4 هفته سرما دهی (0/49 میلی گرم) و تیمار آب داغ 70 درجه سانتیگراد به مدت 15 دقیقه + 4 هفته سرما دهی (0/53 میلی گرم) به دست آمد. کمترین وزن گیاهچه در تیمار خراش بذر با آب داغ 70 درجه سانتیگراد به مدت 10 دقیقه دیده شد (0/11 میلی گرم) که تفاوت معنی داری با تیمار آب داغ 70 درجه سانتیگراد به مدت 15 دقیقه و عدم تیمار بذر نداشت. فرهودی و همکاران (Farhoudi *et al.*, ۲۰۰۷) مشاهده نمودند خراش دهی بذر روناس با آب داغ در مقایسه با اسید سولفوریک سبب افزایش وزن و رشد گیاهچه روناس شد زیرا خراش دهی با آب داغ بر خلاف اسید سولفوریک تاثیر منفی بر رشد گیاهچه

روناس نداشت. بیشترین بنیه گیاهچه تحت تاثیر تیمار آب داغ 90 درجه سانتیگراد به مدت 10 دقیقه + 4 هفته سرما دهی (61/56) و آب داغ 90 درجه سانتیگراد به مدت 15 دقیقه + 4 هفته سرما دهی (59/76) به دست آمد در حالیکه در تیمار شاهد و خراش دهی بذر با اسید سولفوریک به مدت 15 و 30 دقیقه کمترین بنیه گیاهچه مشاهده شد. فانگ و همکاران (Fang *et al.*, ۲۰۰٦) مشاهده نمودند بنیه گیاهچه *Cyclocarya paliurus* تحت تاثیر تیمار خراش دهی با آب داغ + سرمادهی افزایش یافت زیرا سرمادهی سبب افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بذر شد و در نتیجه رشد گیاهچه در مقایسه با عدم سرمادهی افزایش یافت که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد. کریزمی و همکاران (Kirmizi *et al.*, ۲۰۱۰) مشاهده نمودند خراش دهی بذر Pedicularis olympica با آب داغ و تلفیق آن با سرمادهی سبب افزایش بنیه گیاهچه شد زیرا با سرمادهی و تحریک فعالیت آلفا آمیلاز ، رشد این گیاهچه در مقایسه با تیمارهایی که تنها از خراش دهی استفاده شد افزایش یافت.

میانگین زمان جوانه زنی و زمان 50 درصد جوانه زنی

نتایج نشان داد میانگین زمان جوانه زنی و زمان 50 درصد جوانه زنی بذر گیاه گز تحت تاثیر تیمارهای شکست خواب بذر قرار گرفت (جدول 1). کمترین میانگین زمان جوانه زنی تحت تاثیر تیمار خراش دهی پوسته بذر با آب داغ 90 درجه سانتیگراد به مدت 15 دقیقه + 4 هفته سرما دهی (5/4 روز) و آب داغ 90 درجه سانتیگراد به مدت 10 دقیقه + 4 هفته سرما دهی (6/1 روز) به دست آمد . همچنین کمترین زمان 50 درصد جوانه زنی از تیمارهای فوق الذکر به دست آمد (جدول 2). نتایج نشان داد خراش دهی بذر توسط اسید سولفوریک به مدت 45 دقیقه در مقایسه با خراش دهی بذر با آب داغ به تنهایی یا سرمادهی به تنهایی سبب کاهش معنی دار میانگین زمان جوانه زنی شد (جدول 2) اما بیش از 60 درصد گیاهچه های حاصل از این تیمار تا پایان دوره آزمایش از بین رفتند. عیسوند و همکاران (Eisvand *et al.*, ۲۰۰٦)گزارش نمودند خراش دهی بذر *Astragalus siliquosus* با آب داغ + سرمادهی بهترین تیمار جهت افزایش سرعت جوانه زنی این بذر می باشد. در همین حال فرهودی و همکاران (Farhoudi *et al.*, ۲۰۰۷) گزارش نمودند خراش دهی بذر روناس) با آب داغ و اسید سولفوریک سبب کاهش میانگین زمان جوانه زنی شد اما تعداد گیاهچه های غیرنرمال در بذرهای تیمار شده با اسید سولفوریک به طور معنی داری افزایش یافت. فانگ و همکاران (Fang *et al.*, ۲۰۰٦) نیز کاهش میانگین زمان جوانه زنی بذر *Cyclocarya paliurus* تحت تاثیر تیمار خراش دهی با آب داغ + سرمادهی را گزارش نمودند. ایشان گزارش نمودند سرمادهی سبب افزایش تولید اسید جیبرلیک در بذر شد. بر اساس نتایج آزمایش حاضر هر چند تیمارهای سرمادهی به مدت 4 و 6 سبب افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بذر گز شد اما این افزایش فعالیت آنزیم هنگامی بر درصد جوانه زنی و کاهش زمان جوانه زنی موثر واقع شد که سرمادهی با خراش پوسته بذر همراه بود که نشان دهنده نقش پوسته بذر در خواب بذر گز می باشد (جدول 2).

طول ریشه چه و ساقه چه

نتایج نشان داد طول ریشه چه و ساقه چه گیاه گز تحت تاثیر معنی دار تیمارهای شکست خواب بذر قرار گرفت (جدول 1). بیشترین طول ساقه چه و ریشه چه از خراش دهی بذر با آب داغ 90 درجه سانتی

گراد به مدت 15 و 10 دقیقه + سرمادهی به مدت 4 هفته به دست آمد (جدول 2). این نتایج نشان داد سرمادهی بذر گز نقش به سزایی در تحریک رشد گیاهچه داشت زیرا طول ساقه چه و ریشه چه در تیمار سرمادهی به تنهایی یا ترکیب سرمادهی با خراش دهی پوسته بذر بیش از سایر تیمارها بود (جدول 2). در تیمار 4 هفته سرمادهی و خراش دهی بذر با اسید سولفوریک به مدت 45 دقیقه طول ریشه چه و ساقه چه در مقایسه با کاربرد 4 هفته سرمادهی و خراش دهی بذر با اسید سولفوریک به مدت 15 و 30 دقیقه به طور معنی داری کاهش یافت که احتمالا ناشی از اثرات منفی اسید بر ساختار بذر است. خواب بذر یک پدیده معمول در گیاهان خانواده لگومینوز می باشد که مانع از جوانه زنی یکنواخت و رشد سریع گیاهچه این گیاهان در طبیعت و محیط رشد مصنوعی می شود (Tigabu and Oden, ۲۰۰۱). نتایج آزمایش حاضر نشان داد تیمار بذر گیاه گز با اسید سولفوریک به ویژه به مدت 45 دقیقه سبب تخریب شدید گیاهچه گیاه گز و افزایش گیاهچه های غیر نرمال شد (جدول 2). فرهودی و همکاران (Farhoudi *et al.*, ۲۰۰۷) نیز لهیدگی و تخریب گیاهچه روناس تحت تاثیر خراش دهی بذر با اسید سولفوریک را مشاهده نمودند. کریزمی و همکاران (Kirmizi *et al.*, ۲۰۱۰) گزارش دادند هر چند خراش دهی بذر *Pedicularis olympica* با آب داغ سبب افزایش جوانه زنی بذر شد اما سرمادهی بذور خراش داده شده سبب افزایش اسید جیبرلیک درونی بذر و در نتیجه افزایش جوانه زنی بذر شد. به طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد هر چند ترکیب تیمارهای سرمادهی با خراش دهی پوسته بذر سبب تحریک جوانه زنی بذر گز شد اما بهترین تیمار جهت شکست خواب بذر گز در آزمایشگاه استفاده از خراش دهی پوسته بذر با آب داغ 90 درجه سانتیگراد به مدت 10 و 15 دقیقه + سرمادهی به مدت 4 هفته بود زیرا این تیمارها علاوه بر تحریک رشد گیاهچه جوانه زنی بذر را به بیش از 80 درصد افزایش دادند و تعداد گیاهچه های غیرنرمال زیر 5 درصد بود. کاربرد اسید سولفوریک به مدت 30 و 45 دقیقه به تنهایی یا با سرما سبب افزایش تعداد گیاهچه های غیرنرمال گیاه گز شد و جهت شکست خواب بذر این گیاه توصیه نمی شود. با توجه به این نتایج می توان گفت خواب بذر گز خوانسار ترکیبی از خواب فیزیکی و فیزیولوژیکی است. پیشنهاد می شود جهت شکست خواب بذر گیاه گز خوانسار در محیط گلخانه و عرصه های طبیعی به منظور تکثیر آن، به تیمار خراش دهی با آب داغ 90 درجه سانتیگراد به مدت 15 دقیقه توام با ترکیب آن با سرمادهی (حداقل 4هفته) اقدام شود. با توجه به پاسخ مناسب بذر گز خوانسار به ترکیب خراش دهی با آب داغ و سرمادهی پیشنهاد می گردد سرمادهی بذر به مدت طولانی تری (بین 6 الی 8 هفته) بعد از خراش دهی بذر با آب داغ بررسی شود.

Baskin, C.C., J.M. Baskin, and G.R. Hoffman. ۱۹۹۲. Seed dormancy in the prairie forb *Echinacea angustifolia* (Asteraceae): afterripening pattern during cold stratification. International. Journal of Plant Science. ۱۵۳(۲): ۲۳۹–۲۴۳.

Copeland L.O and M.B. McDonald. ۲۰۰۱. Principles of Seed Science and Technology. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Eisvand, H.R., H.M. Arefi and R.Tavakol-Afshari. ۲۰۰۶. Effects of various treatments on breaking seed dormancy of Astragalus siliquosus. Seed Science and Technology. ۳٤ (۳): ۷٤۷-۷۵۲.

Fang,s., J. Wang, Z.Wei and Z. Zhu. ۲۰۰۶. Methods to break seed dormancy in Cyclocarya paliurus (Batal) Iljinskaja, Scientia Horticulturae. ۱۱۰: ۳۰۵–۳۰۹.

Farhoudi, R., M.T. Makkizadeh, F. Sharifzadeh, M. Kochak por and S. Rashidi. ۲۰۰۷. Study of dormancy-breaking of Madder seed (Rubia tinctorum), Seed Science and Technolology .۳۵: ۷۳۹-۷۴۳.

Fu,S.M, J.G. Hampton, M.J. Hill and K.A. Hill .۱۹۹۶. Breaking hard seed of yellow and slender serradella (*Ornithopus compressus* and *O.pinnatus*) by sulfuric acid scarification. Seed Science and Technology.۲۴:۱-۶.

Garcı´a-Gusano, M., P. Martı´nez-Go´mez and F. Dicenta. ۲۰۰۴. Breaking seed dormancy in almond (*Prunus dulcis*). Scientia Horticulturae. ۹۹: ۳۶۳–۳۷۰.

Gerami,B. ۱۹۹۸. Gaz of Khunsar: The main of Persia. Economic Botany ۵۲(۲): ۱۸۳-۱۹۱.

Kirmizi, S., G. Guleruz and H. Arsalan. ۲۰۱۰. Effects of moist chilling, gibberellic acid, and scarification on seed dormancy in the rare endemic *Pedicularis olympica*. Turkish Journal of Botany. ۳۴:۲۳۵-۲۴۲.

Kondo, T. and A.Takeuchi.۲۰۰۴. Breaking seed dormancy and growth after germination of *Astragalus adsurgens* (Leguminosae), a rare species in Hokkaido. Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology.۲۹(۴): ۴۹۵-۵۰۲.

Kyauk, H., N.W Hopper and R.D. Brigham. ۱۹۹۵. Effect of temperature and pre-soaking on germination, root length and shoot length sesame (*Sesamum indicum* L.). Environmental Experimental Botany. ۳۵: ۳۴۵–۵۱.

Mackay,W.A., T.D. Davis and D.Sankhala. ۲۰۰۱. Influence of scarification and temperature on seed germination of *Lupinus arboreus.* Seed Science and Technology.۲۹:۵۴۳-۵۴۸.

Martin,I and C. De La Cuadar. ۲۰۰۴. Evalution of different scarification methods to remove hard seedness in *Trifolium subterraneum* and *Medicago polymorpha* accessions of the spanish base genebank. Seed Science and Technology. ۳۲:۶۲۱-۶۸۱.

Pandita, V.K., S. Nagarajan and D. Sharma. ۱۹۹۹. Reducing hard seededness in fenugreek by scarification technique. Seed Science and Technology. ۲۷ (۱):۶۲۷-۶۳۱.

Rehman, S., R.N. Loescher and P.J.C. Harris. ۱۹۹۹. Dormancy breaking and germination of *Acacia saliciina* seeds. Seed Science and Technology, ۲۷(۲): ۵۵۳–۵۵۷.

Rinko, R., N.R. Culebro, F.A. Gutierreza-Micel and L. Dendoveen. ۲۰۰۳. Scarification of seeds of Accasia angustissima and its effect on germination. Seed Science and Technology.۳۱: ۳۰۱–۳۰۷.

Sato, A. and Okubo,H. ۲۰۰۶. Increase in the expression of an alpha amylase gene and suger accumulation induced during cold period in Hyacinth bull. Journal of the American Society for Horticultural Science. ۱۳۱(۲):۱۸۵-۱۹۱.

Stout, D. ۱۹۹۸. Rapid and synchoronus germination of Cicer milkvetch seed following -diurnal temperature priming. Crop Science,۱۸۱:۲۶۳-۲۶۹.

Schelin, M., M.Tigabu, I.Eriksson,, L.Swadago and P.C.Oden. ۲۰۰۳. Effect of scarification, gibberllic acid and dry heat treatments on the germination of Balanties Egyptian seed from the Sudanian savanna in Burkina Faso. Seed Science and Technology. ۳۱:۶۰۵–۶۱۷.

Scott, S.J., R.A. Jones and W.A. Williams. ۱۹۸۴. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science. ۲۴:۱۱۹۲-۱۱۹۹.

Tigabu,M. and P.C.Oden. ۲۰۰۱. Effect of s carification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose *Albizia* species from Ethiopia. Science and Technology.۲۹:۱۱-۲۰.

Xiao. Z., R. Storms and A.Tsang. ۲۰۰۶. A quantitative starch-iodine method for measuring alpha-amylase and glucoamylase activities. Analytical Biochemistry. ۳۵۱: ۱۴۶-۱۴۸.

Yamauchi, Y., M.Ogawa, A.Kuwahara, A. Hanada, Y.Kamiya and S. Yamaguchi. ۲۰۰۴. Activation of gibberellin biosynthesis and response pathways by low temperature during imbibition of *Arabidopsis thaliana* seeds. Plant Cell. ۱۶: ۳۶۷-۳۷۸.