

ارزیابی تیمارهای مختلف بر بهبود جوانه‌زنی بذر زنبق نمکزار

مسلم صالحی^۱، محمود شور^{۲*}، علی تهرانی فر^۳ و لیلا سمیعی^۴

- ۱- دانشجوی دکتری علوم باغبانی و فضای سبز، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۲- *نویسنده مسئول: دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران (shoor@um.ac.ir)
- ۳- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۴- استادیار، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۶

چکیده

زنبق نمکزار (*Iris spuria* subsp. *Musulmanica*) گیاهی است بومی، که به‌عنوان گیاه زینتی ارزشمند، که می‌تواند به صورت گل شاخه بریده و در فضای سبز مورد استفاده قرار گیرد. بذر زنبق نمکزار در شرایط طبیعی دارای جوانه‌زنی پایینی است، به همین دلیل آزمایشی در جهت بهبود جوانه‌زنی آن انجام گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار، چهار تکرار (هر تکرار شامل ۲۵ بذر) در سال ۱۳۹۵ و از رویشگاه طبیعی زنبق نمکزار واقع در شهرستان بجنورد اجرا گردید. تیمارها شامل: هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه، هیدروکسید سدیم ۱۵ مولار به مدت ۲۰ دقیقه، آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه، آب ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه، اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه، اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، چینه سرمایی به مدت ۳۰ روز، چینه سرمایی به مدت ۶۰ روز، چینه سرمایی به مدت ۹۰ روز و تیمار شاهد بودند. تأثیر تیمارهای منتخب بر همه پارامترهای جوانه‌زنی معنی‌دار بود ($p < 0.05$). پیش تیمار بذرها در محلول هیدروکسید سدیم با غلظت ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه نسبت به بقیه تیمارها، منجر به افزایش بیشتر در پارامترهایی درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذور، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید. در سه سطح چینه سرمایی جوانه‌زنی کمتری نسبت به شاهد بدون تیمار مشاهده شد. هم‌چنین تیمار اسید سولفوریک ۱۰ دقیقه به‌طور نسبی موجب بهبود در جوانه‌زنی و سایر پارامترهای جوانه‌زنی نسبت به شاهد بدون تیمار گردید. هیدروکسید سدیم به واسطه فعالیت قلیایی و حل ترکیبات چربی دوست موجود در پوشش‌های بیرونی و درونی بذر زنبق نمکزار به‌طور مؤثرتری موجب بهبود جوانه‌زنی گردید. احتمالاً در این گونه زنبق نیز به مانند بسیاری از گونه‌های زنبق خواب مورفوفیز یولوژیکی وجود دارد.

کلید واژه‌ها: اسید سولفوریک، چینه سرمایی، خراش دهی، خواب مورفوفیز یولوژیکی، هیدروکسید سدیم

هستند (Farahmand and Nazari, 2015). ۳۰۰

گونه از جنس زنبق (*Iris spp.*) در نیمه کره شمالی و در ایران بیش از ۲۰ گونه و زیرگونه از آن شناسایی شده است. تنوع بالای این گیاه در ایران باعث شده که این جنس به‌عنوان یکی از ژرم پلاسماهای با ارزش محسوب شود (Wendelbo, 1977). زنبق نمکزار^۱ یکی از

مقدمه

سوخواه‌های بومی، بخشی از تنوع زیستی غنی گیاهان بومی ایران بوده و بیش از ۲۰۰ گونه از گیاهان پیازی متعلق به خانواده‌های سوسن‌سانان، زنبق‌سانان و نرگس‌سانان در ایران رشد می‌کنند. خشکسالی‌های متوالی، چرای بی‌رویه، برداشت غیرقانونی و جاده‌سازی برخی از عوامل تخریب رویشگاه گیاهان پیازی در ایران

1- *Iris spuria* subsp. *musulmanica*



گونه‌های زنبق که در بخش‌های مختلف ایران پراکنده است. ارتفاع این گیاه به ۹۰ سانتی‌متر می‌رسد و شاخص‌ترین ویژگی آن وجود کپسول بذر با ۶ عدد رگه است که دو به دو نزد هم قرار گرفته و سه دسته دوتایی تشکیل می‌دهند. تنوع وسیعی از نظر رنگ، اندازه و سایر خصوصیات مورفولوژیکی در این گونه مشاهده شده است. زنبق نمکزار از طریق بذر و تقسیم ریزوم تکثیر می‌شود. این گیاه یکی از پابندترین گونه‌های زنبق ایرانی است که به علت ارتفاع بالای ساقه گل‌دهنده و طول دوره گل‌دهی نسبتاً طولانی ارزش زینتی بسیاری دارد. این گیاه قابلیت کاربرد به عنوان گیاه باغچه‌ای، گل‌شاخه بریده، باغ صخره‌ای و گیاه باغی را دارد (Wendelbo, 1977). بذر بیشتر گونه‌های گیاهی مناطق معتدله دارای خفتگی هستند و جوانه‌زنی آن‌ها تنها با گذراندن شرایط محیطی ویژه‌ای مانند حذف مواد شیمیایی بازدارنده جوانه‌زنی، نور و مواد غذایی امکان‌پذیر هست. بذر گونه‌های زنبق در شرایط طبیعی جوانه‌زنی پایینی دارند (Sun et al., 2006). به‌طور کلی، از دیدگاه اکولوژیک، خواب بذر یک مکانیسم طبیعی زنده ماندن است که جهت تکثیر، پراکندگی بذر و گسترش جمعیت گیاهان اهمیت دارد. از مهم‌ترین دلایل القاء خواب در بذر می‌توان به کمبود تنظیم‌کننده‌های رشد تحریک‌کننده جوانه‌زنی و عوامل شیمیایی بازدارنده در پوسته بذر اشاره کرد (Copeland and McDonald, 1955). بذور سخت معمولاً برای تسهیل جذب آب و جوانه‌زنی به خراش‌دهی شیمیایی، فیزیکی، غوطه‌وری در آب در حال جوشیدن و سرمادهی مرطوب نیاز دارند (Foley, 2001). جوانه‌زنی بذور علاوه بر شرایط محیطی مانند رطوبت، دما و اکسیژن تحت تأثیر عوامل داخلی مانند خواب و سختی پوسته بذر نیز می‌باشند (Bench-Arnold and Sanchez, 2004). چینه‌سرمایی روشی اجرایی برای بذرهای خفته است که طی آن بذرهای آبیگری کرده را با یک دوره سرما مواجه می‌کنند (Khoshkhoy, 2010). Karam and Salem (2001) گزارش نمودند که

تیمار سرمادهی موجب تغییرات فیزیولوژیکی در بذرهای که آب جذب نموده‌اند می‌شود و این امر منجر به رشد جنین می‌گردد. فرآیند سرمادهی بذر، تولید برخی مواد محرک رشد نظیر جیبرلین را زیاد می‌کند؛ از سویی دیگر دمای پایین ممکن است که از طریق تأثیر روی نفوذپذیری غشاء موجب رسیدن جیبرلین به مواضع هدف در بذر گردد و موجب افزایش سطوح آنزیم‌های کاتالاز، فسفاتاز، آلکالین لیاز و پراکسیداز در بذرهای سرما دیده می‌شود (Zarska-Maciejewska and Lewak, 1976). Sun et al. (2006) گزارش کردند که تیمار بذر با محلول هیدروکسید سدیم^۱ به مدت ۲۰ ساعت به‌طور مؤثری باعث حذف پوشش بذری و بهبود جوانه‌زنی نوعی بذر زنبق^۲ نسبت به شاهد از صفر تا ۵۶ درصد گردید. مطالعاتی که توسط Baskin and Baskin (2014) و Baskin and Baskin (1984) انجام شد نشان داد که خراش‌دهی لایه خارجی بذر توسط اسید سولفوریک سبب حذف بازدارنده‌های شیمیایی خارجی‌ترین لایه بذر گردید. Okeyo et al. (2011) ثابت کردند که تیمار بذر گیاه فاخره (چوب زرد)^۳ با محلول هیدروکسید سدیم با غلظت ۱۰ درصد، جوانه‌زنی آن را نسبت به بذرهای شاهد ۱۰ تا ۲۳ درصد افزایش می‌دهد که در این گزارش محلول هیدروکسید سدیم با حذف پوسته روغنی و سخت بذر و احتمالاً با حذف مواد بازدارنده منجر به بهبود نفوذ آب در بذر و در نهایت جوانه‌زنی گردید. در مجموع، هدف از این پژوهش، تعیین نوع خواب بذر زنبق نمکزار و رفع آن با استفاده از تیمارهای مختلف؛ به منظور تکثیر آن جهت احیای رویشگاه‌های طبیعی است.

مواد روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر تیمارهای خراش‌دهی و چینه‌سرمایی بر صفات جوانه‌زنی بذر زنبق نمکزار اجرا شد. بذرهای کاملاً رسیده از نظر ظاهری در مرداد ماه سال ۱۳۹۵ از رویشگاه طبیعی زنبق نمکزار واقع

1- NaOH

2- *Iris lastea*

3- *Zanthoxylum gillettii*

درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس از اعمال تیمارهای خراش دهی، بذرهاى مربوط به همه تیمارهای شکست خواب به همراه یک شاهد (بدون تیمار) جهت ارزیابی متغیرهای جوانه زنی به داخل پتری دیش منتقل شدند. داخل پتری دیش ها حاوی دو عدد کاغذ صافی واتمن یک میلی متری، تعداد ۲۵ بذر قرار داده شد. سپس پتری دیش ها در داخل انکوباتور با رژیم دمایی °C ۲۵/۱۵ (شب/روز) قرار داده شدند. تعداد بذر جوانه زده به صورت روزانه ثبت شد. نحوه محاسبه متغیرهای مختلف جوانه زنی در (جدول ۱) آورده شده است. هم چنین صفات وزن تر ساقه چه و ریشه چه، وزن خشک ساقه چه و ریشه چه، طول ریشه چه و ساقه چه اندازه گیری شد. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از رویه مدل های خطی تعمیم یافته در محیط نرم افزار SAS ۹/۲ انجام شد. پیش از آنالیز واریانس، توزیع نرمال داده ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk ارزیابی گردید. تبدیل های ریشه مربعات دوم لگاریتمی بر پایه اعداد طبیعی و یا معکوس داده استفاده گردید. مقایسه میانگین داده با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ انجام گرفت.

در شهرستان بجنورد (طول جغرافیایی ۲۹° ۵۷' شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱° ۳۷' شمالی؛ ارتفاع از سطح دریا ۸۹۸ متر) جمع آوری گردید. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و چهار تکرار (هر تکرار شامل ۲۵ عدد بذر) اجرا گردید. تیمارها شامل خراش دهی و چینه سرمایی بودند. چینه سرمایی^۱ با دمای چهار درجه سانتی گراد (در ماسه مرطوب) در چهار سطح (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ روز) اعمال گردید. در تیمار خراش دهی از اسید سولفوریک (H₂SO₄)، هیدروکسید سدیم (NaOH) و آب گرم به عنوان عوامل مختلف خراش دهی استفاده شد. تیمارهای خراش دهی به قرار زیر می باشد:

- اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ده دقیقه؛
- اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت پانزده دقیقه
- هیدروکسید سدیم با غلظت ۲۰ مولار به مدت ده دقیقه؛
- هیدروکسید سدیم با غلظت ۱۵ مولار به مدت بیست دقیقه
- آب گرم ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه؛
- آب گرم
- ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه
- قبل از اعمال تیمارها بذر به مدت ۲۴ ساعت در زیر آب جاری شستشو و سپس در یخچال با دمای چهار

جدول ۱- متغیرهای جوانه زنی و نحوه محاسبه آنها

Table 1. Germination variables and the method of their calculation

روابط محاسباتی		صفات جوانه زنی	
Computational relations		Germination traits	
Germination = $n/N \times 100$	(Panwar and Bhardwaj, 2005)	درصد جوانه زنی	
Mean daily germination (MDG) = $\Sigma GR/T$	(Kulkarni, 2007)	میانگین جوانه زنی روزانه	
Germination speed = $\Sigma(n_i/t_i)$	(Panwar and Bhardwaj, 2005)	سرعت جوانه زنی	
Mean time to germination = $\Sigma(n_i \cdot t_i) / \Sigma n$	(Kulkarni, 2007)	میانگین زمان جوانه زنی	
SVI = $GR \times \text{Mean}(SI+RI) / 100$	(Sheikh and Abdul, 2007)	شاخص بنیه بذر	
		Seed Vigor Index	
Shoot length	SI: طول ساقه چه	Total number of seeds germinated	n1: تعداد کل بذرهاى جوانه زده در طی دوره
Root length	RI: طول ریشه چه	Number of days after starting germination	t1: تعداد روزهای پس از شروع جوانه زنی
Germination percent	GR: درصد جوانه زنی	Number of germinated seeds	n1: تعداد بذرهاى جوانه زده در فاصله زمانی مشخص
Total period of germination	T: طول کل دوره جوانه زنی	Number of seeds planted	N: تعداد بذرهاى کاشته شده

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تیمارهای مورد استفاده، روی تمامی صفات مورد ارزیابی اثر معنی داری داشتند (جدول ۲). بالاترین درصد جوانه‌زنی بذر زنبق به میزان ۶۱ درصد در تیمار هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ده دقیقه به دست آمد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارهای شکست خواب نشان داد و کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار چینه سرمایی ۳۰ روز، با نه درصد به دست آمد (شکل ۱). (Blumenthal et al., 1986) با بررسی ساختار و اندازه گیری نیروی مکانیکی پوشش بذر در ناحیه میکروپیلار بذر زنبق دریافتند که عامل اصلی خفتگی می‌تواند مقاومت مکانیکی پوشش بذر باشد. (Baskin and Baskin, 2003) نیز ثابت کرد که خفتگی بذور زنبق عمدتاً ناشی از خفتگی فیزیولوژیکی است که مربوط به پتانسیل رشد پایین رویان بود. در پژوهشی دیگر نیز تیمار ۱۴/۳۸ مولار هیدروکسید سدیم برای ۲۰ ساعت به طور مؤثری پوشش بذری نوعی زنبق^۱ را حذف کرد و درصد جوانه‌زنی بذر را بهبود بخشید. در مطالعه‌ای با خراش دهی بذرها تیمار شده با هیدروکسید سدیم در هفت درجه سانتی گراد و در شرایط مرطوب به مدت ۴۰ روز، درصد جوانه‌زنی بذر نوعی زنبق به بیش از ۸۰ درصد افزایش پیدا کرد.

(Lee and Jeachul, 1990) و (Xu et al., 2002)

نیز ثابت کردند که حذف پوسته بذر و شکافتن اندوسپرم در ناحیه میکروپیل در بذور گونه‌ای زنبق وحشی و زنبق سنگونیا^۲ جوانه‌زنی بذر را تا ۸۰ درصد افزایش داد. همه این نتایج بیانگر این است که پوشش بذر نقش مهمی در خفتگی بذر گونه‌های زنبق ایفا می‌کند. در این پژوهش تیمار خراش دهی با هیدروکسید سدیم منجر به افزایش جوانه‌زنی گردید که ممکن است مربوط به کاهش بازدارندگی مکانیکی بذر و بهبود تبادل گازی و آبی باشد که هر دو باعث می‌شوند بذر سریع‌تر به بلوغ فیزیولوژیکی

برسد و جوانه‌زنی تسهیل گردد (Sun et al., 2006). همچنین گزارش شده است به دلیل پوسته سخت بذر، درصد جوانه‌زنی گیاه زنبق وحشی^۳ به‌طور کلی پایین (صفر تا ۳ درصد) است که با تیمار خراش دهی با اسید حداکثر درصد جوانه‌زنی در آن حاصل می‌گردد (Jangjoo and Tavakoli, 2009).

(Lee et al., 2007) با پیش تیمار بذرهاى ارکیده^۴

در هیدروکسید سدیم ۱ نرمال، تغییر اسیدیته بذر به سمت قلیایی شدن را مشاهده کردند، که به سبب آن سطح اسید آبسزیک در بذرها کاهش پیدا کرد، و به‌طور کلی موجب افزایش جوانه‌زنی بذرهاى ارکیده گردید. آشکار شد که همبستگی منفی بین غلظت اسید آبسزیک بذر و میزان جوانه‌زنی آن وجود دارد، بنابراین غلظت‌های بالای اسید آبسزیک همبستگی زیادی با جوانه‌زنی پایین بذر دارد. در نتیجه پیش تیمار بذرها با هیدروکسید سدیم می‌تواند جوانه‌زنی آن‌ها را از طریق افزایش نفوذپذیری پوسته و نیز کاهش سطح اسید آبسزیک افزایش دهد (Lee et al., 2007). تیمار خراش دهی بذر نوعی چمن^۵ با هیدروکسید سدیم ۱۰ درصد و سپس تیمار بذر با جیرلین (غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر)، منجر به شکستن خواب و تحریک جوانه‌زنی شد که به ترتیب درصد جوانه‌زنی را به میزان ۱۳/۷۵ درصد و ۱۲/۵۰ درصد افزایش دادند (Wang et al., 2013). هم‌چنین با پیش تیمار بذرهاى نوعی چمن^۶ با محلول هیدروکسید سدیم ۳۰ درصد به مدت ۶۰ دقیقه، جوانه‌زنی بذرها از ۲۵ تا ۸۲ درصد افزایش یافت که افزایش جوانه‌زنی احتمالاً به علت آسیب به پوسته خارجی بذر باشد که منجر به کاهش مقاومت مکانیکی شده و هم‌چنین با آبخوبی کافی بازدارنده‌های جوانه‌زنی منجر به افزایش نفوذپذیری بافت پوششی رویان بعد از تیمار با هیدروکسید سدیم گردید (Hu et al., 2014).

3- *Iris songarica*

4- *Calanthe tricarinata*

5- *Carex brunnescens*

6- *Stipa bungeana*

1- *Iris lactea*

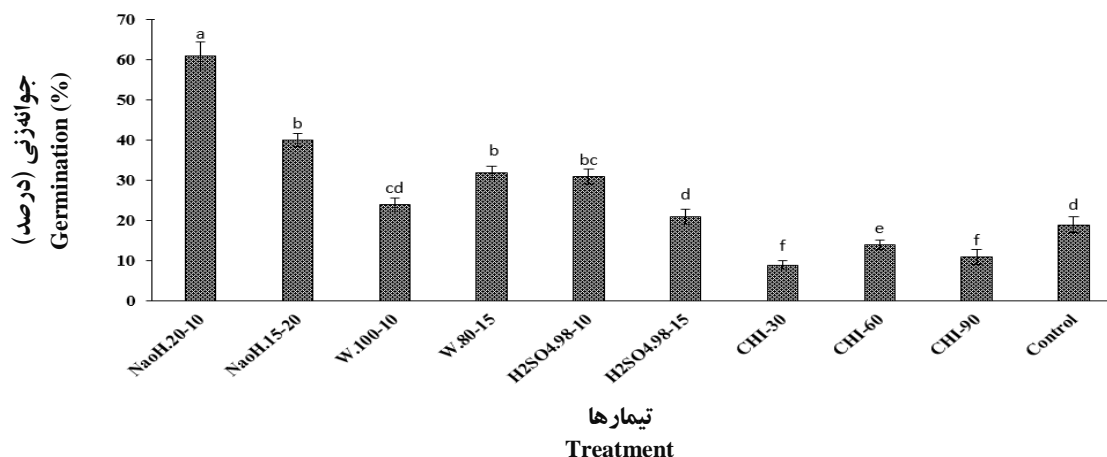
2- *Iris sanguinea*

جدول ۲- تجزیه واریانس متغیرهای جوانه‌زنی گیاه زنبق نم‌کنزار
Table 2. Analysis of variance of germination variables in *Iris* plant

میانگین مربعات Means of square												منابع تغییرات Source of variation
وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	وزن تر ریشه‌چه Root fresh weight	وزن تر ساقه‌چه Shoot fresh weight	طول ریشه‌چه Root length	طول ساقه‌چه Shoot length	میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean germination daily	شاخص بنیه بذر Seed Vigor Index	میانگین زمان جوانه‌زنی Mean germination time	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	جوانه‌زنی Germination	درجه آزادی df	
854.29**	1251.57**	228.57**	472.28**	0.42*	22.02**	0.32**	2.88**	1.21**	0.11**	1.44**	9	تیمار Treatment
11.79	94.59	3.24	7.51	0.19	2.05	0.01	0.10	0.05	0.001	0.03	30	خطا Error
18.35	18.34	17.98	19.20	18.99	19.19	4.30	14.00	7.08	9.05	5.79		ضریب تغییرات Coefficient of variance

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and ** mean significant at the 5 and 1 % probability level, respectively.



شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف خراش دهی و چینه سرمایی بر درصد جوانه‌زنی بذر زنبق نمکزار؛

NaoH20-10: هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه، NaoH15-20: هیدروکسید سدیم ۱۵ مولار به مدت ۲۰ دقیقه، W100-10: آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه، W80-15: آب ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه، H₂SO₄98-10: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه، H₂SO₄98-15: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، CHI-30: چینه سرمایی به مدت ۳۰ روز، CHI-60: چینه سرمایی به مدت ۶۰ روز، CHI-90: چینه سرمایی به مدت ۹۰ روز، CONTROL: شاهد بدون تیمار. (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند).

Figure 1. Effect of different treatments scarification and stratification on seed germination percentage of *Iris spuria* subsp. *Musulmanica*; NaoH20-10: in hydroxide sodium 20M for 10 minutes, NaoH15-20: in hydroxide sodium 15M for 20 minutes, W100-10: in water 100 °C for 10 minutes, W80-15: in water 80°C for 15 minutes, H₂SO₄98-10: in sulfuric acid 98% for 10 minutes, H₂SO₄98-15: in sulfuric acid 98% for 15 minutes, CHI-30: stratification for 30 days, CHI-60: stratification for 60 days, CHI-90: stratification for 90 days, Control: without treatment. (Columns with at least a same letter indicated no significant difference)

آشکار گردید که تیمار بذر با محلول هیدروکسید سدیم در غلظت ۱۰ یا ۲۰ درصد به مدت چهار تا ۱۰ ساعت، سرعت جوانه‌زنی را به میزان ۹۰ درصد افزایش داد (Lining *et al.*, 1998). طبق مطالعات انجام شده خیساندن بذر دارتالاب^۴ (سرو مرداب) در محلول هیدروکسید سدیم ۱ درصد به مدت ۵ دقیقه منجر به بالاترین سرعت جوانه‌زنی (تقریباً ۵۰ درصد) گردید. عامل اصلی محدودیت جوانه‌زنی بذرهای دارتالاب اسیدیته صمغ موجود در بذر بود که تیمار بذرها با هیدروکسید سدیم توانست اسیدیته آن را خنثی کند (Liu *et al.*, 2009). نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داد پیش خیس کردن بذرهای گیاه‌دارتالاب و چمن زوشیاگراس^۵ در محلول هیدروکسید سدیم (۳۰ درصد به مدت ۶۰ دقیقه) منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید (Wei, 2010; He *et al.*, 2010). محلول هیدروکسید سدیم می‌تواند لایه کوتینی بذرهای دارای پوسته سخت را حذف کند و فضای بین سلولی

مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تیمارهای مورد استفاده نشان داد که حداکثر سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ده دقیقه و کمترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار چینه سرمایی ۳۰ روز بود (شکل ۲). تیمارهای دیگر نیز مانند تیمار هیدروکسید سدیم ۱۵ مولار به مدت ۲۰ دقیقه تفاوت معنی‌داری با تیمار هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار ۱۰ دقیقه نشان نداد و هم‌چنین تیمار آب گرم ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه با تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ و ۱۵ دقیقه نیز تفاوت معنی‌داری نداشت. Zhang *et al.* (2010) در پژوهشی گزارش کردند خیساندن بذر وارپته‌های مختلف در نوعی چمن^۱ در هیدروکسید سدیم ۴۰ گرم بر لیتر به مدت دو ساعت به همراه ۳۰ روز چینه سرمایی منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید. در مطالعه‌ای دیگر نیز روی بذرهای دو گونه جگن^۲ و نوعی دیگر از گونه جگن^۳

4- *Taxodium distichum*
5- *Zoysia japonica*

1- *Kobresia*
2- *Carex heterostachya*
3- *Carex stenophylloides*

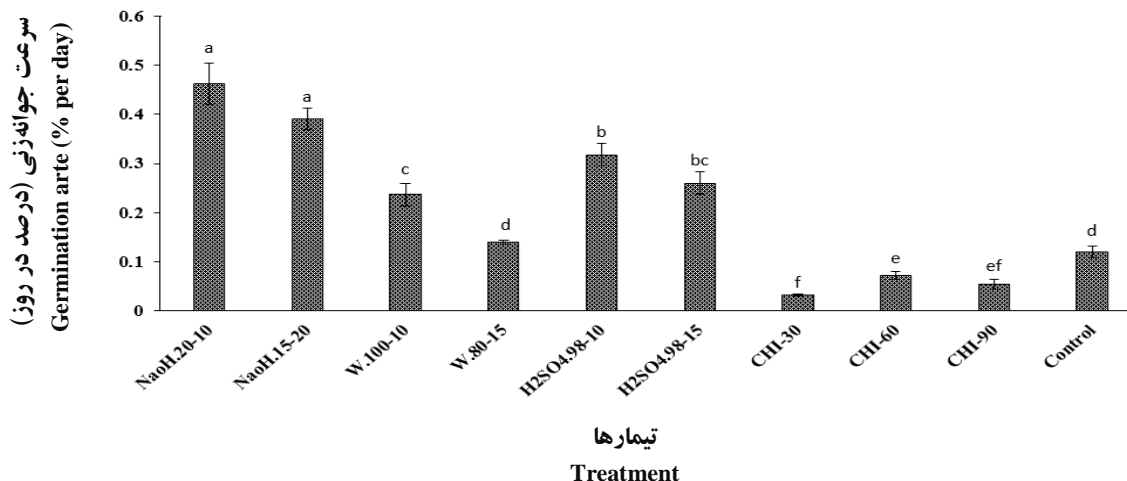
هم‌چنین منجر به کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی در بذور زیتون گردید (Bandino *et al.*, 1997). خیساندن بذر واریته‌های مختلف چمن زوشیاگراس در هیدروکسید سدیم (همراه با چینه سرمایی ۳۰ روز) زمان جوانه‌زنی واریته‌ها را به مدت شش تا هشت روز کاهش داد که علت کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی مربوط به حذف لایه کوتینی بذرها توسط هیدروکسیدسدیم بود که تبادل مواد بین بذر و خارج از بذر را تسهیل کرده و منجر به تحریک جوانه‌زنی گردید (Zhang *et al.*, 2010). تیمارهای مختلف شامل آب جوش، سرمادهی و خراش دهی اثرات متفاوتی بر روی جوانه‌زنی بذرها زنی نمکزار داشتند که در مورد بسیاری از بذرها سایر گیاهان نیز صادق می‌باشد. از طرفی تیمارهای شیمیایی نظیر هیدروکسید سدیم ممکن است متفاوت‌تر از تیمارهای فیزیکی تخریب‌کننده پوسته بذر، خواب بذر گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد که در این بررسی اثر آن در بین تیمارهای دیگر قرار گرفت. این تیمار که اثر خود را بر پوسته بذر القا می‌کند، توانست جوانه‌زنی بذرها را افزایش و میانگین زمان جوانه‌زنی را کاهش دهد. Wei (2010) طی پژوهشی که بر روی بذر چمن زوشیاگراس^۴ انجام شد با خیساندن بذرها در محلول هیدروکسید سدیم به مدت ۶۰ دقیقه میانگین زمان جوانه‌زنی کاهش یافت. شاخص بیه بذر در تمام تیمارهای خراش دهی در مقایسه با تیمار چینه سرمایی و شاهد بیشترین تأثیر را داشت به طوری که شاخص بیه بذر با کمترین درصد در تیمار شاهد و بیشترین درصد مربوط به تیمار هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه به دست آمد که به‌طور میانگین بیش از ده برابر شاهد بدون تیمار بود (شکل ۴). طبق نتایج حاصل به دلیل افزایش محتوای آب نسبی و فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و آلفا آمیلاز در بذور تیمار شده با هیدروکسید سدیم نسبت به شاهد در طول جوانه‌زنی و سپس کاهش محتوای آب نسبی و قند و فعالیت آنزیم‌ها بعد از جوانه‌زنی شاخص بیه بذر با تیمار هیدروکسید سدیم افزایش می‌یابد. بنابراین تیمار هیدروکسید سدیم در شکستن خواب، حذف پوسته بذور زنبق و فعالیت مسیر متابولیسم تنفس بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

کپسول بذرها را افزایش دهد و در نهایت تبادل مواد بین بذر و خارج از بذر را تسهیل کند و سرانجام منجر به تحریک جوانه‌زنی و افزایش درصد جوانه‌زنی گردد (Zhang *et al.*, 2010). به نظر می‌رسد در این مطالعه نیز خیساندن بذرها زنی در محلول هیدروکسید سدیم منجر به حل شدن دیواره سلولی سخت پوست بذر زنبق نمکزار گردیده و بدین جهت سبب تسهیل جوانه‌زنی شده است. بذور دو نوع بذور درختچه قره داغ^۱ و نوعی دیگر از گونه قره داغ^۲ ابتدا با محلول هیدروکسید سدیم (۰/۵ مول بر لیتر) و سپس با اسید سولفوریک (۷۰ درصد) تیمار شدند که سرعت جوانه‌زنی بذرها تحت تأثیر قرار گرفت و افزایش پیدا کرد (Wang *et al.*, 2013). لازمه جوانه‌زنی در بذرها دارای پوسته سخت (خواب مکانیکی و فیزیولوژیکی) تبادل آب و اکسیژن می‌باشد. بنابراین در بذرها دارای پوسته سخت جهت تبادل آب و اکسیژن نیاز هست که پوسته سخت نفوذپذیر گردد که اسید سولفوریک با حل کردن دیواره سلولی پوسته سخت بذر به آب و اکسیژن اجازه تبادل می‌دهد و به این جهت باعث افزایش جوانه‌زنی می‌گردد (Baskin and Baskin, 2014). در این پژوهش تیمارهای خراش دهی بیشترین تأثیر را روی زمان جوانه‌زنی داشت که به طوری که تیمار هیدروکسید سدیم در غلظت ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه نسبت به شاهد و تیمارهای چینه سرمایی تأثیر بسزایی نشان داد (شکل ۳). مطابق نتایج حاصل احتمالاً تیمار خراش دهی به ویژه هیدروکسید سدیم به دلیل حذف پوشش‌های بذری سخت، کاهش موانع مکانیکی، بهبود تبادل گازی آبی، سرعت بخشیدن به بلوغ فیزیولوژیکی بذر به‌طور مؤثری بر میانگین زمان جوانه‌زنی بذر زنبق اثر گذاشت. با کاربرد هیدروکسیدسدیم روی بذر زیتون توسط خراش دهی شیمیایی با هیدروکسیدسدیم (۰/۱ نرمال به مدت ۱۲ ساعت) ثابت گردید که درصد جوانه‌زنی به بیش از ۴۱ درصد افزایش یافت. نتایج نشان داد مؤثرترین تیمار در بذر زیتون^۳، تیمار هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال بود و این تیمار

1- *Nitraria tangutorum* Bobr2- *Nitraria sibirica* Pall

3- Frangivento

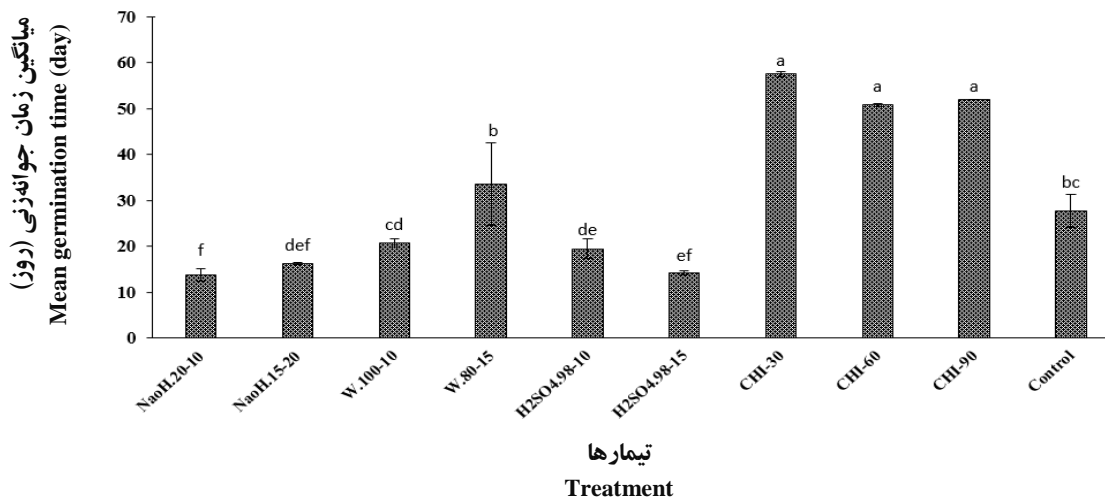
4- *Zoysia japonica*



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف خراش دهی و چینه سرمایی بر سرعت جوانه‌زنی بذر زنبق نمکزار؛

NaOH20-10: هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه، NaOH15-20: هیدروکسید سدیم ۱۵ مولار به مدت ۲۰ دقیقه، W100-10: آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه، W80-15: آب ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه، H₂SO₄98-10: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه، H₂SO₄98-15: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، CHI-30: چینه سرمایی به مدت ۳۰ روز، CHI-60: چینه سرمایی به مدت ۶۰ روز، CHI-90: چینه سرمایی به مدت ۹۰ روز، CONTROL: شاهد بدون تیمار. (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

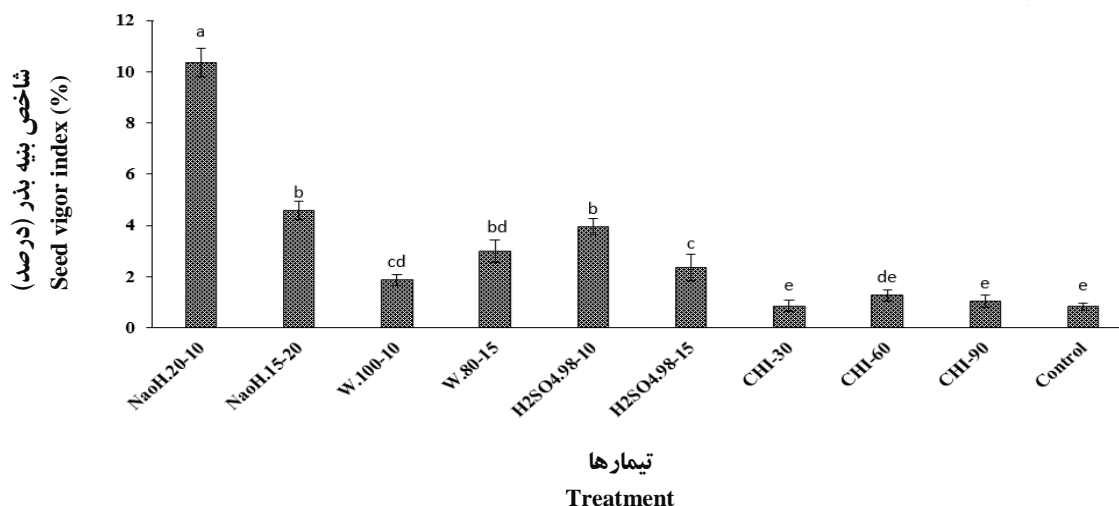
Figure 2. Effect of different treatments scarification and stratification on seed germination rate of *Iris spuria* subsp. *Musulmanica*; NaoH20-10: in hydroxide sodium 20M for 10 minutes, NaoH15-20: in hydroxide sodium 15M for 20 minutes, W100-10: in water 100°C for 10 minutes, W80-15: in water 80°C for 15 minutes, H₂SO₄98-10: in sulfuric acid 98% for 10 minutes, H₂SO₄98-15: in sulfuric acid 98% for 15 minutes, CHI-30: stratification for 30 days, CHI-60: stratification for 60 days, CHI-90: stratification for 90 days, Control: without treatment. (Columns with at least a same letter indicated no significant difference)



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف خراش دهی و چینه سرمایی بر میانگین زمان جوانه‌زنی بذر زنبق نمکزار؛

NaOH20-10: هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه، NaOH15-20: هیدروکسید سدیم ۱۵ مولار به مدت ۲۰ دقیقه، W100-10: آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه، W80-15: آب ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه، H₂SO₄98-10: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه، H₂SO₄98-15: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، CHI-30: چینه سرمایی به مدت ۳۰ روز، CHI-60: چینه سرمایی به مدت ۶۰ روز، CHI-90: چینه سرمایی به مدت ۹۰ روز، CONTROL: شاهد بدون تیمار. (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

Figure 3. Effect of different treatments scarification and stratification on seed mean germination time of *Iris spuria* subsp. *Musulmanica*; NaoH20-10: in hydroxide sodium 20M for 10 minutes, NaoH15-20: in hydroxide sodium 15M for 20 minutes, W100-10: in water 100°C for 10 minutes, W80-15: in water 80°C for 15 minutes, H₂SO₄98-10: in sulfuric acid 98% for 10 minutes, H₂SO₄98-15: in sulfuric acid 98% for 15 minutes, CHI-30: stratification for 30 days, CHI-60: stratification for 60 days, CHI-90: stratification for 90 days, Control: without treatment. (Columns with at least a same letter indicated no significant difference)



شکل ۴- اثر تیمارهای مختلف خراش دهی و چینه سرمایی بر شاخص بنیه بذر زنبق نمکزار؛

NaOH20-10: هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه، NaOH15-20: هیدروکسید سدیم ۱۵ مولار به مدت ۲۰ دقیقه، W100-10: آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه، W80-15: آب ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه، H₂SO₄98-10: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه، H₂SO₄98-15: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، CHI-30: چینه سرمایی به مدت ۳۰ روز، CHI-60: چینه سرمایی به مدت ۶۰ روز، CHI-90: چینه سرمایی به مدت ۹۰ روز، CONTROL: شاهد بدون تیمار. (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند).

Figure 4. Effect of different treatments scarification and stratification on seed vigor index of *Iris spuria* subsp. *Musulmanica*;

NaOH20-10: in hydroxide sodium 20M for 10 minutes, NaOH20-15: in hydroxide sodium 15M for 20 minutes, W100-10: in water 100°C for 10 minutes, W80-15: in water 80°C for 15 minutes, H₂SO₄98-10: in sulfuric acid 98% for 10 minutes, H₂SO₄98-15: in sulfuric acid 98% for 15 minutes, CHI-30: stratification for 30 days, CHI-60: stratification for 60 days, CHI-90: stratification for 90 days, Control: without treatment. (Columns with at least a same letter indicated no significant difference)

حاکمی از تأثیر تیمارهای مختلف بر صفات اندازه‌گیری شده بود. به طوری که تیمار هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه تأثیر خوبی در پارامترهای وزن تر و خشک ساقه چه و ریشه چه گذاشته ولی از نظر آماری با تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد اختلاف معنی داری نداشتند و در مقایسه با شاهد تأثیر مثبتی روی این صفات داشتند (جدول ۳). طول ساقه چه در غلظت ۲۰ مولار هیدروکسید سدیم به مدت ۱۰ دقیقه ارتفاع بیشتری از تیمار اسید سولفوریک، چینه سرمایی و شاهد داشت که از اختلاف معنی داری نسبت به تیمارهای دیگر برخوردار بود.

بیشترین ارتفاع مربوط به تیمار هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه با ارتفاع ۱۲ سانتی متر بود و کمترین ارتفاع ساقه چه در تیمار شاهد با ارتفاع سه و نیم سانتی متر به دست آمد (جدول ۳).

Wei (2010) با خیساندن بذر چمن زوشیا گراس

در محلول هیدروکسید سدیم، شاخص بنیه بذر به طور قابل توجهی بهبود یافت.

در پژوهشی دیگر نیز با کاربرد محلول هیدروکسید سدیم (۰/۵ مول بر لیتر) و اسید سولفوریک (۷۰ درصد) روی بذر دو گونه درختچه قره‌داغ، شاخص بنیه بذر و درصد جوانه‌زنی افزایش یافت (Wang *et al.*, 2013). مقایسه میانگین‌ها در مورد میانگین جوانه‌زنی روزانه نشان داد بالاترین جوانه‌زنی روزانه در تیمار هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه به دست آمد که اختلاف معنی داری نسبت به شاهد و تیمار چینه سرمایی داشت (شکل ۳). Wang *et al.* (2013) با پیش تیمار بذرهای ابتدا با هیدروکسید سدیم ۰/۵ مول بر لیتر و اسید سولفوریک ۷۰ درصد، زمان جوانه‌زنی اولیه و میانگین جوانه‌زنی روزانه بذر را کاهش دادند. مقایسه میانگین‌ها

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر زنبق نمکزار

Table 3. Mean comparisons of different treatments on seed germination indices of Iris

وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Root dry weight (gr)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Shoot dry weight (gr)	وزن تر ریشه‌چه (گرم) Root fresh weight (gr)	وزن تر ساقه‌چه (گرم) Shoot fresh weight (gr)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Root length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Shoot length (cm)	میانگین جوانه‌زنی روزانه (روز) Mean Germination Daily (day)	تیمارها Treatments
0.332 ^a ±0.01	0.2 ^a ±0.006	0.61 ^a ±0.01	0.39 ^a ±0.01	5 ^a ±0.40	12 ^a ±0.40	0.0095 ^a ±0.0005	هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار (۱۰ دقیقه) NaOH 20 M (10 minutes)
0.282 ^a ±0.008	0.17 ^a ±0.008	0.51 ^a ±0.008	0.33 ^a ±0.009	2.75 ^{bc} ±0.46	8.75 ^{bc} ±0.47	0.0063 ^b ±0.0003	هیدروکسید سدیم ۱۵ مولار (۲۰ دقیقه) NaOH 20 M (10 minutes)
0.050 ^{bc} ±0.004	0.036 ^{cd} ±0.003	0.07 ^c ±0.002	0.052 ^c ±0.002	2 ^{bc} ±0.40	5.75 ^d ±0.47	0.0038 ^{cd} ±0.0003	آب ۱۰۰ درجه (۱۰ دقیقه) Water 100 °C (10 minutes)
0.053 ^b ±0.003	0.04 ^{bc} ±0.003	0.29 ^a ±0.20	0.079 ^b ±0.001	2.75 ^{bc} ±0.47	6.5 ^d ±0.64	0.005 ^{bc} ±0.0004	آب ۸۰ درجه (۱۵ دقیقه) Water 80 °C (15 minutes)
0.270 ^a ±0.01	0.13 ^a ±0.01	0.48 ^a ±0.01	0.25 ^a ±0.01	3.25 ^{ab} ±0.62	9.5 ^b ±0.64	0.0048 ^{bc} ±0.0005	اسید سولفوریک (۹۸ درصد) ۱۰ دقیقه sulfuric acid 98% (10 minutes)
0.147 ^a ±0.02	0.09 ^{ab} ±0.004	0.27 ^b ±0.02	0.18 ^a ±0.01	2.5 ^{bc} ±0.64	8.75 ^{bc} ±1.37	0.0033 ^d ±0.0005	اسید سولفوریک (۹۸ درصد) ۱۵ دقیقه sulfuric acid 98% (15 minutes)
0.028 ^d ±0.002	0.02 ^e ±0.001	0.05 ^d ±0.001	0.040 ^d ±0.0006	2.5 ^{bc} ±0.64	6.75 ^{cd} ±0.85	0.0013 ^g ±0.0003	چینه سرمایی ۳۰ روز Stratification (30 day)
0.043 ^{bc} ±0.003	0.029 ^{de} ±0.0006	0.07 ^c ±0.0006	0.059 ^c ±0.0009	2.5 ^{bc} ±0.28	6.5 ^d ±0.64	0.002 ^{ef} ±0.0003	چینه سرمایی ۶۰ روز Stratification (60 day)
0.040 ^c ±0.001	0.026 ^e ±0.001	0.06 ^c ±0.001	0.054 ^c ±0.002	2.5 ^{bc} ±0.64	6.75 ^{cd} ±0.47	0.0015 ^{fg} ±0.0003	چینه سرمایی ۹۰ روز Stratification (90 day)
0.022 ^e ±0.001	0.034 ^{cd} ±0.01	0.04 ^d ±0.002	0.029 ^e ±0.002	1.5 ^c ±0.28	3.5 ^e ±0.64	0.0028 ^{de} ±0.0005	شاهد Control

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشد.

Similar letter in each column indicated that there were not significant differences among them based on LSD test in %5 level.

نتیجه‌گیری

زنبق نمکزار یکی از گیاهان ریزوم دار، که در معرض خطر انقراض بوده و با توجه به رویشگاه‌های کوچک در ایران می‌بایست یک روش تکثیر پر بازده برای آن بهینه کرد. تکثیر بذری یک روش پر بازده جهت احیای رویشگاه‌های زنبق نمکزار بوده اما در طبیعت بذر این گونه دارای خواب مورفوفیزیولوژیک بوده که می‌بایست رفع گردد. نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه، بیشترین تأثیر را بر روی جوانه‌زنی و هم‌چنین پارامترهای دیگر نشان داد. بنابراین می‌توان با این ترکیب، جوانه‌زنی بذر را بهبود و به دنبال آن رویشگاه‌های طبیعی این گونه ارزشمند را حفظ و احیا کرد.

نتایج نشان داد در بین غلظت‌های مختلف هیدروکسید سدیم که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت طول ریشه‌چه در غلظت ۲۰ مولار هیدروکسید سدیم بیشترین تأثیر را داشت که در مقایسه با تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد، در بین تیمارها کمترین طول ریشه‌چه مربوط به تیمار آب گرم ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و شاهد بود که به ترتیب دو و یک و نیم سانتی‌متر بودند (جدول ۳). در گزارشی با کاربرد محلول خراش دهی شیمیایی (اسید سولفوریک ۹۷ درصد به مدت ۶ ساعت) روی بذور زیتون سرعت جوانه‌زنی بذر و شاخص‌های رشد دانهدان زیتون (طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه) بهبود یافت. راندمان بالاتر تیمار خراش دهی نسبت به بقیه تیمارها ممکن است به علت سست کردن لایه اندوکارپ سخت بذور باشد (Rostami and Shasavar, 2009).

References

- Bandino, G., Sedda, P. and Mulas, M. (1997). Germination of olive seeds as affected by chemical scarification, hot water dip, and gibberellic acid treatments. *Acta horticulturae* 474, 35-38.
- Baskin C. C. and Baskin J. M. (2014). *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination* (2nd ed.). San Diego: Elsevier/Academic Publication.
- Baskin, J. M. and Baskin, C. C. (1984). Germination Physiology of an eastern deciduous forest herb *Stylophorum diphyllum*. *The American Midland Naturalist*, 11(2), 390-399.
- Baskin, J. M. and Baskin, C. C. (2003). New approaches to the study of the evolution of physical and physiological dormancy, the two most common classes of seed dormancy on earth. In: *The biology of seeds research advances* (pp. 371-380). Wallingford, United Kingdom: CAB International.
- Bench-Arnold, R. L. and Sanchez, R. A. (2004). *Hand book of seed physiology application to agriculture*. New York: Food Products Publication, Inc.
- Blumenthal, A., Lerner, H. R., Werker, E. and Alexandra, P. M. (1986). Germination preventing mechanisms in iris seeds. *Annals of Botany* 58(4), 551-561.
- Copeland, L. O. and McDonald, M. B. (1995). *Principles of seed science and technology*. (3rd ed.). New York, USA: Chapman and Hall.
- Farahmand, H. and Nazari, F. (2015). Environmental and anthropogenic pressures on geophytes of Iran and the possible protection strategies: A review. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 2(2), 111-132.

- Foley, M. E. (2001). Seed dormancy: An update on terminology, physiological, genetics, and quantitative trait loci regulating germ inactivity. *Weed Science*, 49(3), 305-317.
- He, X. Q., Hu, X. W. and Wang, Y. R. (2010). Study on seed dormancy mechanism and breaking technique of *Leymus chinensis*. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 30(1), 120-125.
- Hu, X. W., Wu, Y. P., Ding, X. Y., Zhang, R., Wang, Y. R., Baskin, J. M. and Baskin, C. C. (2014). Seed dormancy seedling establishment and dynamics of the soil seed bank of *Stipa bungeana* (Poaceae) on the loess plateau of Northwestern China. *PLOS ONE*, 9(11), e112579.
- Jangjoo, M. B. and Tavakoli, M. (2009). Study of Seed germination 10 plant of species desert and grassland. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 15(2), 215-226. [In Farsi]
- Karam, N. S. and Al-Salem, M. M. (2001). Breaking dormancy in *Arbutus andrachne* L. seeds by stratification and gibberelic acid. *Seed Science and Technology*, 29(1), 51-56.
- Khoshkhoy, M. (2010). Increasing plant (plant propagation): Principles and methods (1-2 ed.). Shiraz: Shiraz University Publications. [In Farsi]
- Kulkarni, M. G. Street, R. A. and Staden, J. V. (2007). Germination and seedling growth requirements for propagation of *Dioscorea dregeana* (Kunth) Dur. and Schinz-A tuberous medicinal plant. *South African Journal of Botany*, 73(1), 131-137.
- Lee, E. and Jeachul, K. (2002). Improvement of seed germination in native *Iris sanguinea* Donn ex Horn. (In Korean). *Korean Journal Horticultural Science Technology*, 20(4), 341-351.
- Lee, Y. L., Lu, C. F., Chung, C. and Lee, N. (2007). Developmental changes in endogenous Abscisic acid concentrations and A symbiotic seed germination of a terrestrial orchid, *Calanthe tricarinata* Lindl. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 132(2), 246-252.
- Lining, F., Qingfeng, Li., Shujun, Li. and Jun, Xu. (1998). Some Methods for Stimulating Germination of carex seeds. *Pratacultural Science*, 4(5), 561-568.
- Liu, G., Li, Y., Hedgepeth, M., Wan, Y. and Roberts, R. E. (2009). Seed germination enhancement for bald cypress (*Taxodium distichum* L. Rich.). *Journal of Horticulture and Forestry*, 1(2), 22-26.
- Okeyo, M. M., Ochoudho, J. O., Muasya, R. M. and. Omondi, W. O. (2011). Investigation on the germination of *Zanthoxylum gillettii* (African Satinwood) seed. In A. Bationo, B. Waswa, J. Okeyo, F. Maina, J., Kihara (Eds.), *Innovations as Key to the Green Revolution in Africa* (pp: 683-691). Dordrecht: Springer.
- Panwar, P. and Bhardwaj, S. D. (2005). *Handbook of practical forestry: A Practical Guide for Tropical Forest Managers on Implementing New Standards*. London: Routledge.
- Rostami, A. A. and Shasavar, A. (2009). Effects of seed scarification on seed germination and early growth of olive seedlings. *Journal of Biological Sciences*, 9(8), 825-828.

- Sheikh, A. H. and Abdul, M. M. D. (2007). Seed morphology and germination studies of *Dalbergia sissoo* Roxb. at nursery stage in Bangladesh. *Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(1), 35-39.
- Sun, Y. C., Zhang, Y. J., Wang, K. and Qiu. X. J. (2006). NaOH scarification and stratification improve germination of *Iris lactea* var. *Chinensis* seed. *Horticultural Sciences*, 41(3), 773-774.
- Wang, F., Zhu, Li., Zhao, M., Kang, J. and Danhui, B. (2013). Effect of different treatments on seed germination of *Carex brunnescens*. *Journal of Chinese Agricultural Science Bulletin*, 29(1), 36-39.
- Wei, W. (2010). Effects off NaOH treatment on germination and physiological characteristic of *Zoysia japonica* Seeds. *Seed Journal*, 1(3), 5-23.
- Wendelbo, P. (1977). Tulips and irises of Iran and their relatives. Tehran: Botanical institute of Iran, Ariamehr Botanical Garden.
- Xu, B. M., Zang, J. Z. and Long, Y. Y. (1990). A preliminary discussion on the laboratory germination of eight species seeds of wild flowers (in Chinese). *Seed Journal*, 6, 1-5.
- Zarska-Maciejewskanal, B. and Lewak, T. (1976). The role of lipases in the removal of dormancy in apple seeds. *Planta*, 132(2), 177-181.
- Zhang, G., Yanfang, L. I. and Tianming, H. U. (2010). Effects of sodium hydroxide and cold stratifying treatments on germination of *Kobresia* seeds. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 12, 19-32.

Evaluation of Different Treatments to Improve Germination of *Iris Spuria* Subsp. *Musulmanica*

M. Salehi¹, M. Shoor^{2*}, A. Tehranifar³ and L. Samiei⁴

- 1- Ph.D. Student of Horticultural Science and Landscape, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
- 2- ***Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Horticultural Science and Landscape, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran (shoor@um.ac.ir)
- 3- Professor, Department of Horticultural Science and Landscape, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
- 4- Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Landscape, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 14 February, 2017

Accepted: 11 October, 2017

Abstract

Background and Objectives

Iris spuria subsp. *Musulmanica* is a rhizomatous herb growing as wild in Iran, Turkey and, Caucasia. This species is important from ornamental and medicinal perspective and could be used as flowering pot plant, cut flower and landscape plant. A few of *Iris* seeds germinate under natural conditions. Therefore, an experiment was designed to improve germination of *Iris* seeds using different treatments that could be accessible for floriculture purpose.

Materials and Methods

This experiment was carried out based on completely randomized design with 10 treatments and 4 replications (each replication contains 25 seeds). Treatments were control without treatment, priming in hydroxide sodium 20M for 10 minutes, priming in sodium hydroxide 15M for 20 minutes, W100-10: in water 100°C for 10 minutes, W80-15: in water 80°C for 15 minutes, priming in sulfuric acid 98% for 10 minutes, priming in sulfuric acid 98% for 15 minutes, stratification for 30 days, stratification for 60 days, and stratification for 90 days. For all treatments, germination variables including germination, germination rate, mean germination time, seed vigor index, mean germination daily, shoot length, root length, shoot fresh weight, root fresh weight, shoot dry weight, and root dry weight were measured.

Results

Treatment effect on germination variables was significant ($p < 0.05$). The results improvement of that treating seeds with 20 mM of hydroxide sodium solution for 10 minutes led to improve the seed germination parameters like germination percentage, germination rate, seed vigor index, shoot and root length, fresh and dry weight of root and shoot compared to control. In three levels of stratification treatments, germination percentages were less than control treatment. Also, the results showed that treating seeds with sulfuric acid for 10 minutes improved as partially seed germination and other germination variables in comparison with control treatment.

Discussion

Previous studies revealed that the seed coating played an important role in seed dormancy of *Iris* species. In this study, scarification treatment with hydroxide sodium resulted in increased germination which may correspond to the reduced seed mechanical inhibitory and the improvement in gas and water exchange. Moreover, sodium hydroxide solution facilitated the seed germination via the elimination of seed coat and increasing the seed capsule Inter-cellular space which finally promoted the exchange of materials between seed and its surrounded environment. Like too many *Iris* species, a non-deep morphophysiological mechanism may play the most important role in dormancy of *I. spuria* subsp. *Musulmanica*.

Keywords: *Non-deep morphophysiological dormancy, Scarification, Sodium hydroxide, Stratification, Sulfuric acid*