ارزیابی تیمارهای مختلف بر بهبود جوانه‌زنی بذر زنبق نمکزار

مسلم صالحی[۱]، محمود شور[۲]*، علی تهرانی‌فر[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 دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۹

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<۰/۰۵). 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 مورفوفیزیولوژیکی وجود دارد.

کلید واژه‌ها: اسید سولفوریک، چینه سرمایی، خراش‌دهی، خواب مورفوفیزیولوژیکی، هیدروکسید سدیم

مقدمه

سوخواره‌های بومی، بخشی از تنوع زیستی غنی گیاهان بومی ایران بوده و بیش از ۲۰۰ گونه از گیاهان پیازی متعلق به خانواده‌های سوسن‌سانان، زنبق سانان و نرگس‌سانان در ایران رشد می‌کنند. خشکسالی‌های متوالی، چرای بی‌رویه، برداشت غیرقانونی و جاده‌سازی برخی از عوامل تخریب رویشگاه گیاهان پیازی در ایران 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 پلاسم‌های با ارزش محسوب شود (Wendelbo, 1977). زنبق نمکزار[۱] یکی از

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 پابلندترین 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 به‌عنوان گیاه باغچه‌ای، گل شاخه 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). به‌طورکلی، از دیدگاه اکولوژیک، خواب بذر یک مکانیسم طبیعی زنده ماندن است که جهت تکثیر، پراکندگی بذرها و گسترش جمعیت گیاهان اهمیت دارد. از مهم‌ترین دلایل القاء خواب در بذرها 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). چینه سرمایی روشی اجرایی برای بذرهای خفته است که طی آن بذرهای آبگیری 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 می گردد. 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 لیپاز و پراکسیداز در بذرهای سرما دیده می‌شود (Zarska-Maciejewskanal and Lewak, 1976). Sun *et al.* (2006) گزارش کردند که تیمار بذر با محلول هیدروکسید سدیم[1] به مدت ۲۰ ساعت به‌طور مؤثری باعث حذف پوشش بذری و بهبود جوانه‌زنی نوعی بذر زنبق[2] 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)[3] 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 درنهایت 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 چینه سرمایی 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 gilletii*

در شهرستان بجنورد (طول جغرافیایی ´۲۹ °۵۷ شرقی و عرض جغرافیایی ´۳۱ °۳۷ شمالی؛ ارتفاع از سطح دریا ۸۹۸ متر) جمع‌آوری گردید. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و چهار تکرار (هر تکرار شامل ۲۵ عدد بذر) اجرا گردید. تیمارها شامل خراش‌دهی و چینه سرمایی بودند. چینه سرمایی[1] با دمای چهار درجه سانتی‌گراد (در ماسه مرطوب) در چهار سطح (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ روز) اعمال گردید. در تیمار خراش‌دهی از اسید سولفوریک (H_2SO_4)، هیدروکسیدسدیم (NaOH) و آب‌گرم به‌عنوان عوامل مختلف خراش‌دهی استفاده شد. تیمارهای خراش‌دهی به قرار زیر می‌باشد:

- 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 سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه؛ آب گرم
- ۸۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه

قبل از اعمال تیمارها بذور به مدت ۲۴ ساعت در زیر آب جاری شستشو و سپس در یخچال با دمای چهار درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از اعمال تیمارهای خراش‌دهی، بذرهای مربوط به همه تیمارهای شکست خواب به همراه یک شاهد (بدون تیمار) جهت ارزیابی متغیرهای جوانه‌زنی به داخل پتری‌دیش منتقل شدند. داخل پتری‌دیش‌ها حاوی دو عدد کاغذ صافی واتمن یک میلی‌متری، تعداد ۲۵ بذر قرار داده شد. سپس پتری‌دیش‌ها در داخل انکوباتور با رژیم دمایی °C ۲۵/۱۵ (شب/روز) قرار داده شدند. تعداد بذور جوانه‌زده به صورت روزانه ثبت شد. نحوه محاسبه متغیرهای مختلف جوانه‌زنی در (جدول ۱) آورده شده است. هم‌چنین صفات وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از رویه مدل‌های خطی تعمیم‌یافته در محیط نرم‌افزار SAS ۹/۲ انجام شد. پیش از آنالیز واریانس، توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk ارزیابی گردید. تبدیل‌های ریشه مربعات دوم لگاریتمی بر پایه اعداد طبیعی و یا معکوس داده استفاده گردید. مقایسه میانگین داده با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ انجام گرفت.

جدول ۱- متغیرهای جوانه‌زنی و نحوه محاسبه آن‌ها

Table 1. Germination variables and the method of their calculation

صفات جوانه‌زنی Germination traits	روابط محاسباتی Computational relations
درصد جوانه‌زنی Germination percent	Germination=n/N ×100 (Panwar and Bhardwaj, 2005)
میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean Germination Daily	Mean daily germination (MDG) = ΣGR/T (Kulkarni, 2007)
سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	Germination speed= Σ(ni/ti) (Panwar and Bhardwaj, 2005)
میانگین زمان جوانه‌زنی Mean Germination Time	Mean time to germination= Σ (ni.ti) / Σ n (Kulkarni, 2007)
شاخص بنیه بذر Seed Vigor Index	SVI= GR × Mean (Sl+Rl)/ 100 (Sheikh and Abdul, 2007)

n: تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در طی دوره — Total number of seeds germinated
ti: تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی — Number of days after starting germination
ni: تعداد بذرهای جوانه‌زده در فاصله زمانی مشخص — Number of germinated seeds
N: تعداد بذرهای کاشته‌شده — Number of seeds planted
SI: طول ساقه‌چه — Shoot length
RI: طول ریشه‌چه — Root length
GR: درصد جوانه‌زنی — Germination percent
T: طول کل دوره جوانه‌زنی — Total period of germination

1- Strafication

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 هیدروکسیدسدیم ۲۰ مولار به مدت ده دقیقه به دست آمد که اختلاف معنی‌داری 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 هیدروکسیدسدیم برای ۲۰ ساعت به‌طور مؤثری پوشش بذری نوعی زنبق[1] را حذف کرد و درصد جوانه‌زنی بذر را بهبود بخشید. در مطالعه‌ای با خراش‌دهی بذرهای 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.

Xu *et al.* (1990) و Lee and Jeachul (2002) نیز ثابت کردند که حذف پوسته بذر و شکافتن اندوسپرم در ناحیه میکروپیل در بذور گونه‌ایی زنبق وحشی و زنبق سنگونیا[2] 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 خراش‌دهی 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[3] به‌طورکلی پایین (صفر تا ۳ درصد) است که با تیمار خراش‌دهی با اسید حداکثر درصد جوانه‌زنی در آن حاصل می‌گردد (Jangjoo and Tavakoli, 2009).

Lee *et al.* (2007) با پیش تیمار بذرهای ارکیده[4] در هیدروکسید سدیم ۱ نرمال، تغییر اسیدیته بذر به سمت قلیایی شدن را مشاهده کردند، که به سبب آن سطح اسید آبسیزیک در بذرها کاهش پیدا کرد، و به‌طورکلی موجب افزایش جوانه‌زنی بذرهای ارکیده گردید. آشکار شد که همبستگی منفی بین غلظت اسید آبسیزیک بذر و میزان جوانه‌زنی آن وجود دارد، بنابراین غلظت‌های بالای اسید آبسیزیک همبستگی زیادی با جوانه‌زنی پایین بذر دارد. در نتیجه پیش‌تیمار بذرها با هیدروکسیدسدیم می‌تواند جوانه‌زنی آن‌ها را از طریق افزایش نفوذپذیری پوسته و نیز کاهش سطح اسید آبسیزیک افزایش دهد (Lee *et al.*, 2007). تیمار خراش‌دهی بذر نوعی چمن[5] با هیدروکسید سدیم ۱۰ درصد و سپس تیمار بذر با جیبرلین (غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر)، منجر به شکستن خواب و تحریک جوانه‌زنی شد که به‌ترتیب درصد جوانه‌زنی را به میزان ۱۳/۷۵ درصد و ۱۲/۵۰ درصد افزایش دادند (Wang *et al*, 2013). هم‌چنین با پیش تیمار بذرهای نوعی چمن[6] با محلول هیدروکسیدسدیم 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 آبشویی کافی بازدارنده‌های جوانه‌زنی منجر به افزایش نفوذپذیری بافت پوششی رویان بعد از تیمار با هیدروکسیدسدیم گردید (Hu *et al.*, 2014).

1- *Iris lactea*
2- *Iris sanguinea*
3- *Iris songarica*
4- *Calanthe tricarinata*
5- *Carex brunnescens*
6- *Stipa bungeana*

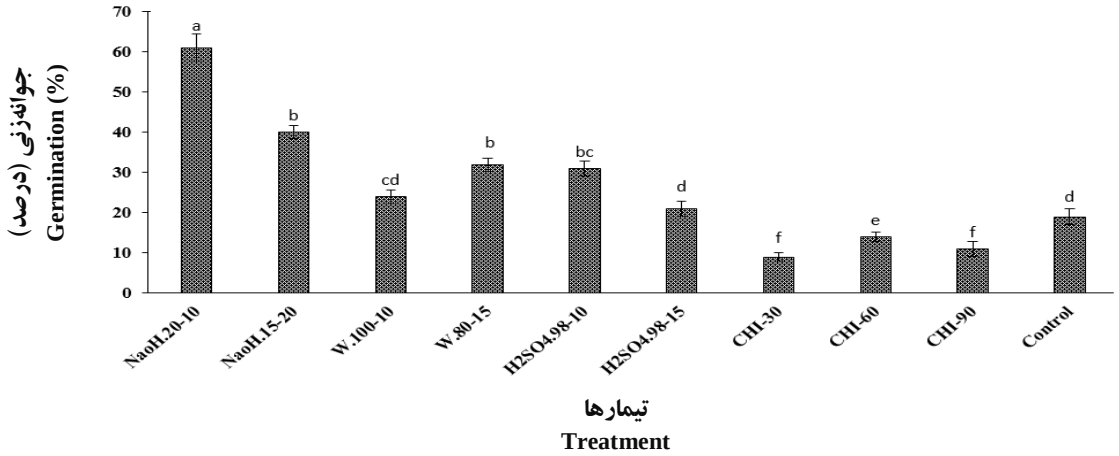
جدول ۲- تجزیه واریانس متغیرهای جوانه‌زنی گیاه زنبق نمکزار

Table 2. Analysis of variance of germination variables in *Iris* plant

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

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

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



شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف خراش‌دهی 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، $H_2SO_4$98-10: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه، $H_2SO_4$98-15: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، CHI-30: چینه سرمایی به مدت ۳۰ روز، CHI-60: چینه سرمایی به مدت ٦۰ روز، CHI-90: چینه سرمایی به مدت ۹۰ روز، CONROL: شاهد بدون تیمار. (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند).

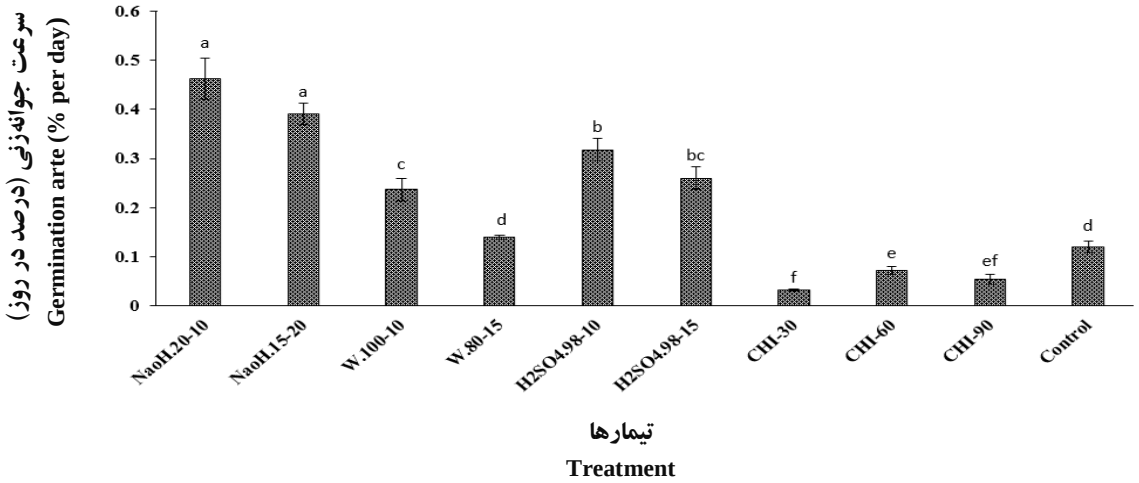
Figure 1. Effect of different treatments scarification and stratification on seed germination percentage of *Iris spuria* subsp. Musulmanica; NaoH20-10: in hydroxide sodium 20M for 10 minutes, NaoH15-20: in hydroxide sodium 15M for 20 minutes, W100-10: in water 100 °C for 10 minutes, W80-15: in water 80°C for 15 minutes, $H_2SO_4$98-10: in sulfuric acid 98% for 10 minutes, $H_2SO_4$98-15: 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)

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 واریته‌های مختلف در نوعی چمن[1] 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[2] و نوعی دیگر از گونه جگن[3] 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[4] (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 گیاه‌دار تالاب و چمن زوشیاگراس[5] در محلول هیدروکسید سدیم (۳۰ درصد به مدت ۶۰ دقیقه) منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید (He *et al.*, 2010؛ Wei, 2010). محلول هیدروکسید سدیم می‌تواند لایه کوتینی بذرهای دارای پوسته سخت را حذف کند و فضای بین سلولی

1- *Kobresia*
2- *Carex heterostachya*
3- *Carex stenophylloides*
4- *Taxudium distichum*
5- *Zoysia japonica*

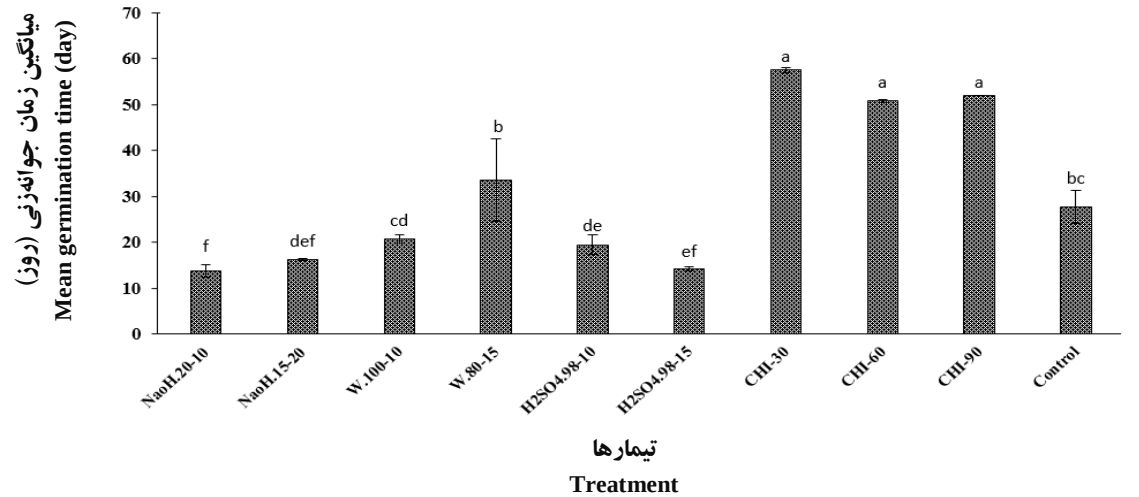
کپسول بذرها را افزایش دهد و درنهایت تبادل مواد بین بذر و خارج از بذر را تسهیل کند و سرانجام منجر به تحریک جوانه‌زنی و افزایش درصد جوانه‌زنی گردد (Zhang *et al.*, 2010). به نظر می‌رسد در این مطالعه نیز خیساندن بذرهای زنبق در محلول هیدروکسید سدیم منجر به حل شدن دیواره سلولی سخت پوست بذر زنبق نمکزار گردیده و بدین جهت سبب تسهیل جوانه‌زنی شده است. بذور دو نوع بذور درختچه قره داغ[1] و نوعی دیگر از گونه قره داغ[2] 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 بذرهای دارای پوسته سخت (خواب مکانیکی و فیزیولوژیکی) تبادل آب و اکسیژن می‌باشد. بنابراین در بذرهای 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 خراش‌دهی بیشترین تأثیر را روی زمان جوانه‌زنی داشت که به‌طوری‌که 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 خراش‌دهی 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 خراش‌دهی 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[3]، تیمار هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال بود و این تیمار 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 جوانه زنی 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 جوانه زنی گردید (Zhang *et al.*, 2010). تیمارهای مختلف شامل آب جوش، سرمادهی و خراش دهی اثرات متفاوتی بر روی جوانه‌زنی بذرهای زنبق نمکزار داشتند که در مورد بسیاری از بذرهای 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 بذر را افزایش و میانگین زمان جوانه‌زنی را کاهش دهد. Wei (2010) طی پژوهشی که بر روی بذر چمن زوشیاگراس[4] انجام شد با خیساندن بذرها در محلول هیدروکسید سدیم به مدت ۶۰ دقیقه میانگین زمان جوانه‌زنی کاهش یافت. شاخص بنیه بذر در تمام تیمارهای خراش‌دهی در مقایسه با تیمار چینه سرمایی و شاهد بیشترین تأثیر را داشت به‌طوری‌که شاخص بنیه 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 آنزیم های 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 بنیه 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.

1- *Nitraria tangutorum Bobr*
2- *Nitraria sibirica Pall*
3- Frangivento
4- Zoysia japonica



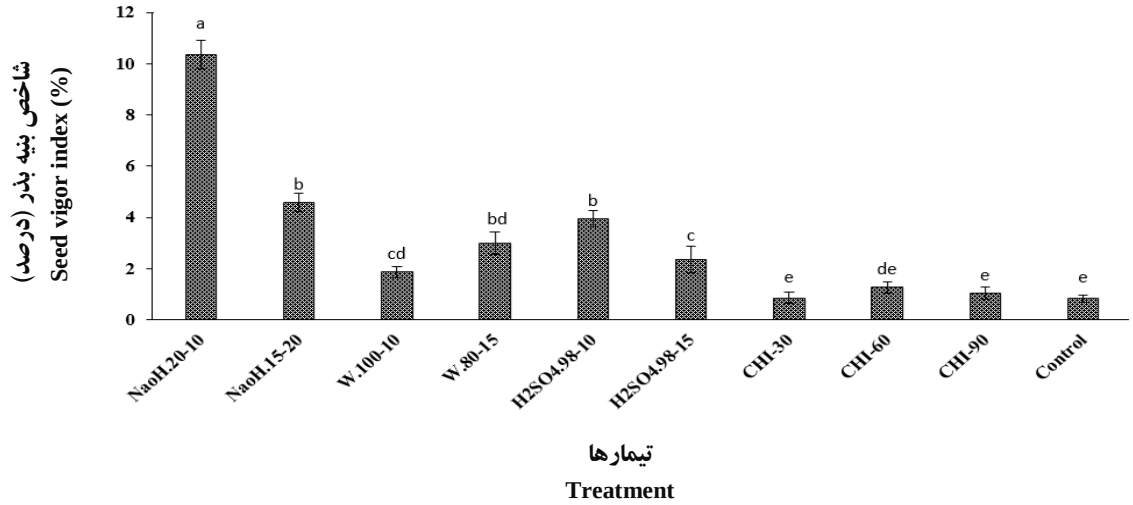
شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف خراش‌دهی و چینه سرمایی بر سرعت جوانه‌زنی بذر زنبق نمکزار؛
NaoH20-10: هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه، NaoH15-20: هیدروکسید سدیم ۱۵ مولار به مدت ۲۰ دقیقه، W100-10: آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه، W80-15: آب ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه، $H_2SO_4$98-10: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه، $H_2SO_4$98-15: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه ، CHI-30: چینه سرمایی به مدت ۳۰ روز، CHI-60: چینه سرمایی به مدت ٦٠ روز، CHI-90: چینه سرمایی به مدت ۹۰ روز، CONROL: 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, $H_2SO_4$98-10: in sulfuric acid 98% for 10 minutes, $H_2SO_4$98-15: 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 خراش‌دهی 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، $H_2SO_4$98-10: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه، $H_2SO_4$98-15: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، CHI-30: چینه سرمایی به مدت ۳۰ روز، CHI-60: چینه سرمایی به مدت ٦٠ روز، CHI-90: چینه سرمایی به مدت ۹۰ روز، CONROL: 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, $H_2SO_4$98-10: in sulfuric acid 98% for 10 minutes, $H_2SO_4$98-15: 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 ٤- اثر تیمارهای مختلف خراش‌دهی 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 سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه، W80-15: آب ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه، $H_2SO_4$98-10: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه، $H_2SO_4$98-15: اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه ، CHI-30: چینه سرمایی به مدت ۳۰ روز، CHI-60: چینه سرمایی به مدت ٦۰ روز، CHI-90: چینه سرمایی به مدت ۹۰ روز، CONROL: شاهد بدون تیمار. (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری 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, $H_2SO_4$98-10: in sulfuric acid 98% for 10 minutes, $H_2SO_4$98-15: 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)

Wei (2010) با خیساندن بذر چمن زوشیا گراس در محلول هیدروکسید سدیم، شاخص بنیه بذر به‌طور 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 معنی‌داری نسبت به شاهد و تیمار چینه سرمایی داشت (شکل ۳). Wang *et al.* (2013) با پیش تیمار بذرها ابتدا با هیدروکسیدسدیم ۰/۵ مول بر لیتر و اسید سولفوریک ۷۰ درصد، زمان جوانه‌زنی اولیه و میانگین جوانه‌زنی روزانه بذر را کاهش دادند. مقایسه میانگین‌ها حاکی از تأثیر تیمارهای مختلف بر صفات اندازه‌گیری شده بود. به‌طوری‌که تیمار هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار به مدت ۱۰ دقیقه تأثیر خوبی در پارامترهای وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه گذاشته ولی از نظر آماری با تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد اختلاف معنی‌داری نداشتند و در مقایسه با شاهد تأثیر مثبتی روی این صفات داشتند (جدول ۳). طول ساقه‌چه در غلظت ۲۰ مولار هیدروکسید سدیم به مدت ۱۰ دقیقه ارتفاع بیشتری از تیمار اسید سولفوریک، چینه سرمایی و شاهد داشت که از اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمارهای دیگر برخوردار بود.

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

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)	وزن‌تر ریشه‌چه (گرم) Root fresh weight (gr)	وزن‌تر ساقه‌چه (گرم) Shoot fresh weight (gr)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Root length (cm)	طول ساقه چه (سانتی‌متر) Shoot length (cm)	میانگین جوانه‌زنی روزانه (روز) Mean Germination Daily (day)	تیمارها Treatments
$0.332^{a}\pm0.01$	$0.2^{a}\pm0.006$	$0.61^{a}\pm0.01$	$0.39^{a}\pm0.01$	$5^{a}\pm0.40$	$12^{a}\pm0.40$	$0.0095^{a}\pm0.0005$	هیدروکسید سدیم ۲۰ مولار (۱۰ دقیقه) NaOH 20 M (10 minutes)
$0.282^{a}\pm0.008$	$0.17^{a}\pm0.008$	$0.51^{a}\pm0.008$	$0.33^{a}\pm0.009$	$2.75^{bc}\pm0.46$	$8.75^{bc}\pm0.47$	$0.0063^{b}\pm0.0003$	هیدروکسید سدیم ۱۵ مولار (۲۰ دقیقه) NaOH 20 M (10 minutes)
$0.050^{bc}\pm0.004$	$0.036^{cd}\pm0.003$	$0.07^{c}\pm0.002$	$0.052^{c}\pm0.002$	$2^{bc}\pm0.40$	$5.75^{d}\pm0.47$	$0.0038^{cd}\pm0.0003$	آب ۱۰۰ درجه (۱۰ دقیقه) Water 100 °C (10 minutes)
$0.053^{b}\pm0.003$	$0.04^{bc}\pm0.003$	$0.29^{a}\pm0.20$	$0.079^{b}\pm0.001$	$2.75^{bc}\pm0.47$	$6.5^{d}\pm0.64$	$0.005^{bc}\pm0.0004$	آب ۸۰ درجه (۱۵ دقیقه) Water 80 °C (15 minutes)
$0.270^{a}\pm0.01$	$0.13^{a}\pm0.01$	$0.48^{a}\pm0.01$	$0.25^{a}\pm0.01$	$3.25^{ab}\pm0.62$	$9.5^{b}\pm0.64$	$0.0048^{bc}\pm0.0005$	اسید سولفوریک (۹۸ درصد) ۱۰ دقیقه sulfuric acid 98% (10 minutes)
$0.147^{a}\pm0.02$	$0.09^{ab}\pm0.004$	$0.27^{b}\pm0.02$	$0.18^{a}\pm0.01$	$2.5^{bc}\pm0.64$	$8.75^{bc}\pm1.37$	$0.0033^{d}\pm0.0005$	اسید سولفوریک (۹۸ درصد) ۱۵ دقیقه sulfuric acid 98% (15 minutes)
$0.028^{d}\pm0.002$	$0.02^{e}\pm0.001$	$0.05^{d}\pm0.001$	$0.040^{d}\pm0.0006$	$2.5^{bc}\pm0.64$	$6.75^{cd}\pm0.85$	$0.0013^{g}\pm0.0003$	چینه سرمایی ۳۰ روز Stratification (30 day)
$0.043^{bc}\pm0.003$	$0.029^{de}\pm0.0006$	$0.07^{c}\pm0.0006$	$0.059^{c}\pm0.0009$	$2.5^{bc}\pm0.28$	$6.5^{d}\pm0.64$	$0.002^{ef}\pm0.0003$	چینه سرمایی ۶۰ روز Stratification (60 day)
$0.040^{c}\pm0.001$	$0.026^{e}\pm0.001$	$0.06^{c}\pm0.001$	$0.054^{c}\pm0.002$	$2.5^{bc}\pm0.64$	$6.75^{cd}\pm0.47$	$0.0015^{fg}\pm0.0003$	چینه سرمایی ۹۰ روز Stratification (90 day)
$0.022^{e}\pm0.001$	$0.034^{cd}\pm0.01$	$0.04^{d}\pm0.002$	$0.029^{e}\pm0.002$	$1.5^{c}\pm0.28$	$3.5^{e}\pm0.64$	$0.0028^{de}\pm0.0005$	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.

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 به‌ترتیب دو و یک و نیم سانتی‌متر بودند (جدول ۳). در گزارشی با کاربرد محلول خراش‌دهی شیمیایی (اسید سولفوریک ۹۷ درصد به مدت ۶ ساعت) روی بذور زیتون سرعت جوانه‌زنی بذر و شاخص‌های رشد دانهال زیتون (طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه) بهبود یافت. راندمان بالاتر تیمار خراش‌دهی نسبت به بقیه تیمارها ممکن است به علت سست کردن لایه اندوکارپ سخت بذور باشد (Rostami and Shasavar, 2009).

نتیجه‌گیری

زنبق نمکزار یکی از گیاهان ریزوم‌دار، 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 هیدروکسیدسدیم 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.

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 inability. 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 *Diosscorea 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 gilletii* (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 Z*oysia 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. Salehi[1], M. Shoor[2]*, A. Tehranifar[3] and L. Samiei[4]

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 Intercellular 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