نقش سولفات روی و نیترات پتاسیم در بهبود پارامترهای جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa*)

The Role of Zinc Sulfate and Potassium Nitrate on Seed Germination Parameters Improvement of Black Cumin (*Nigella sativa*) Medicinal Plant

سمیه ملک‌زاده[۱]، سیف‌اله فلاح[۲*] و آرمان آذری[۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۰۳

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر روش‌های پرایمینگ بر پارامترهای جوانه‌زنی بذر گیاه سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، شانزده تیمار آزمایشی شامل شاهد (عدم پرایمینگ)، سه سطح هیدروپرایمینگ با آب مقطر (۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت)، سه زمان اسموپرایمینگ با پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ (پتانسیل‌های اسمزی ۴-، ۸- و۱۲- بار)، سه سطح هورمون پرایمینگ (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیبک) و شش سطح هالوپرایمینگ با محلول‌های نیترات‌پتاسیم (۲، ۳ و ۴ درصد) و سولفات روی (۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد)، در آزمایشی به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار به اجرا در آمد. نتایج نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب در تیمار نیترات پتاسیم ۲ درصد و سولفات روی ۰/۵ درصد مشاهده گردید. پرایمینگ بذر سیاهدانه نه تنها صفاتی از قبیل درصد جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را نسبت به تیمار شاهد افزایش نداد بلکه در برخی از تیمارها باعث کاهش معنی‌دار این صفات شدند. استفاده از هورمون اسید جیبریک، پلی‌اتیلن‌گلایکول و هیدروپرایمینگ تأثیری بر بهبود پارامترهای جوانه‌زنی سیاهدانه نداشت. تیمار نیترات پتاسیم ۲ درصد و سولفات روی ۰/۵ درصد بر افزایش سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر سیاهدانه مؤثر بود. به‌طورکلی نتیجه‌گیری شد که برای ارتقاء جوانه‌زنی بذر سیاهدانه در شرایط زراعی می‌توان پرایمینگ بذر با سولفات روی ۰/۵ درصد و یا نیترات پتاسیم ۲ درصد را پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: اسموپرایمنگ، شاخص بنیه، هالوپرایمینگ، هورمون پرایمینگ، هیدروپرایمینگ

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۳. استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

*: نویسنده مسئول Email: falah1357@yahoo.com

مقدمه

امروزه کشت گیاهان دارویی به دلیل اثرات سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی در بیماران و همچنین نیاز مواد اولیه کارخانجات داروسازی مورد توجه قرار گرفته است. از طرفی، شرایط اکولوژیک مختلف در کشور پتانسیل خوبی برای تولید دامنه وسیعی از این گیاهان را فراهم می‌نماید. ازجمله گیاهان دارویی سازگار با شرایط اکولوژیک کشور می‌توان به سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) اشاره نمود که گیاهی یک‌ساله و علفی از خانواده‌ی آلاله می‌باشد (*مهتا*[1] و همکاران، 2009). میزان روغن، پروتئین و اسانس دانه این محصول به‌ترتیب ۴۰-۳۰، ۲۰ و ۵-۱/۵درصد است (*آنتونو*[2] و همکاران، 2002). علاوه بر این، طیف گسترده‌ای از خواص پزشکی ازجمله اثرات ضدقارچی، ضدباکتریایی (*مهتا* و همکاران، 2009) و درمان سرطان، فشار خون، بیماری‌های قلبی-عروقی را دارا می‌باشد (خرم دل و همکاران، ۱۳۸۹).

جوانه‌زنی سریع، سبزشدن یکنواخت و استقرار مناسب ازجمله عوامل بسیار مهم در تولید گیاهان به شمار می‌رود و در واقع جوانه‌زنی اولین و حساس‌ترین مرحله رشد و نمو گیاه می‌باشد (*فرناندز*[3] و همکاران، 2008؛ *سونگ*[4] و همکاران، 2008) در این راستا، کاربرد تکنیک‌های ارتقاءدهنده قدرت و استقرار گیاهچه‌ها که تحت عنوان پیش جوانه‌زنی یا پرایمینگ بذر شناخته شده‌اند. پرایمینگ بذر یک تیمار پیش از کاشت است که کارآیی جوانه‌زنی را به وسیله افزایش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بهبود می‌بخشد. همچنین پرایمینگ بذر باعث بهبود رشد در مراحل بعد از جوانه‌زنی می‌شود. در سال‌های اخیری مدارکی از موفقیت پرایمینگ در شرایط تنش جمع‌آوری شده است (چن[5] و همکاران، 2010) این تکنیک برای افزایش درصد و یکنواختی جوانه‌زنی بذر و بهبود رشد گیاهچه‌ها و شاخص بنیه بذر مؤثر خواهد بود (*انصاری و شریف‌زاده*، 2012).

گزارش شده است که تکنیک پرایمینگ، اجازه رونویسی زود هنگام DNA، افزایش RNA و پروتئین سنتتاز را به بذور داده و رشد رویان را نیز افزایش می‌دهد. همچنین با ترمیم بخش‌های آسیب دیده بذور، ترشحات متابولیت‌ها را کاهش می‌دهد. به همین دلایل تیمارهای پرایمینگ هم در شرایط طبیعی و هم در شرایط تنش‌زا مورد استفاده قرار می‌گیرند (*بصرا*[6] و همکاران، 2004). در این ارتباط گزارش شده است که تکنیک پرایمینگ باعث افزایش دامنه جوانه‌زنی در شرایط محیطی تنش‌زا از قبیل شوری و خشکی می‌شود (*اشرف و فولاد*[7]، 2005؛ *دمیر*[8] و همکاران، 2006).

پرایمینگ بذر گیاه دارویی سیاهدانه با نیترات پتاسیم و فسفات دی‌هیدروژن‌پتاسیم سبب بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در شرایط تنش شوری گردید (احمدی و شافع، ۱۳۹۰). پرایمینگ بذور سیاهدانه تحت شرایط تنش شوری با نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد به‌مدت ۷۲ ساعت و جیبرلیک اسید با غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام به‌مدت ۴۸ ساعت باعث حصول بالاترین ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور گیاه سیاهدانه شد، در حالی که هیدروپرایمینگ به‌مدت ۲۴ ساعت کاهش میزان جوانه‌زنی را به همراه داشت (امیرخیز و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین گزارش شده است که اعمال تیمارهای مانند اسید جیبرلیک، نیترات پتاسیم، تناوب دمایی و نوری اثر بسیار معنی‌داری بر شکست خواب و افزایش جوانه‌زنی بذر بومادران (*Achillea millefolium*) دارند (شریعتی و همکاران، ۱۳۸۱). در واقع محلول‌های اسمزی از طریق ایجاد تنش آبی موجب تکمیل فرایند جوانه‌زنی بذر شده (ظهور ریشه‌چه) اما وارد مرحله ابتدایی نمی‌شوند.

از آنجا که گیاه سیاهدانه حساس به شوری و خشکی است (قربانلی و همکاران، ۱۳۸۹)، در خاک‌های زراعی کشور به دلیل شوری و همچنین خشکی لایه سطحی خاک که ناشی از پتانسیل تبخیر و تعرق زیاد است در زمان کاشت (خرداد ماه) ممکن است جوانه‌زنی یکنواخت و استقرار مطلوبی نداشته باشد. از طرفی اطلاعاتی در مورد اثر تیمارهای پرایمینگ به خصوص هالوپرایمینگ با سولفات روی بر ارتقاء جوانه‌زنی این محصول در دسترس نیست. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بهبود پارامترهای جوانه‌زنی این گیاه دارویی به کمک تکنیک‌های پرایمینگ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه زراعت دانشگاه شهرکرد انجام شد. شانزده تیمار آزمایشی شامل شاهد (عدم پرایمینگ)، سه سطح هیدروپرایمینگ با آب مقطر (۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت)، سه سطح اسموپرایمینگ با پلی‌اتیلن‌گلایکول (محلول‌هایی با پتانسیل اسمزی ۴-، ۸- و ۱۲- بار)، سه سطح هورمون پرایمینگ با

1. Mahta
2. Antuono
3. Fernandz
4. Song
5. Chen
6. Basra
7. Ashraf and Foolad
8. Demir

جیبرلیبک اسید (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام) و سه سطح هالوپرایمینگ با محلول‌های نیترات‌پتاسیم (۲، ۳ و ۴ درصد) و سه سطح سولفات روی (۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد) بودند.

به‌منظور تهیه پتانسیل‌های مورد نظر، مقادیر PEG 6000 با استفاده از معادله *(میچل و کافمن*[1]، 1973) محاسبه شد:

$$\Psi_s = -C\,(1.18 \times 10^{-2}) - C2\,(1.18 \times 10^{-4}) + CT\,(2.67 \times 10^{-4}) + C\,2T\,(8.39 \times 10^{-7})$$

Ψ_s = پتانسیل اسمزی (بار)

C = غلظت (گرم بر لیتر)

T = دما (درجه سانتی‌گراد)

محلول‌های مورد نظر در آب مقطر تهیه شدند. در ابتدا ضدعفونی سطحی بذور به اجرا درآمد و برای این منظور، با آب معمولی و آب مقطر بذور را به‌مدت ۱۰ ثانیه در اتانول ۷۰ درصد قرار داده و پس از شست و شو با آب مقطر به‌مدت ۱۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت‌سدیم ۲ درصد قرار گرفتند و در نهایت چندین بار با آب مقطر شست و شو داده شدند. به‌منظور انجام پرایمینگ، بذور ضدعفونی شده را سپس در پتری-دیش‌های ۹ سانتی‌متری ریخته و به هر پتری‌دیش ۸ میلی‌لیتر از محلول‌های موردنظر تهیه شده، اضافه شد و در نهایت پتری-دیش‌ها در شرایط تاریکی و در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور قرار گرفتند پس از سپری شدن زمان‌های مورد نظر پرایمینگ، بذور پرایم شده را چندین مرتبه با آب مقطر شست و شو داده و سپس به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و در سایه قرار داده شدند.

سپس از هر تیمار ۵۰ عدد بذر در پتری‌دیش و روی کاغذ صافی واتمن قرار داده شد و بعد از اضافه کردن مقدار یکسان (۸ میلی‌لیتر) آب مقطر و کشیدن پارافیلم دور پتری‌ها به‌منظور کاهش میزان تبخیر آب در ژرمیناتور با دما ۲۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۶روز قرار داده شدند. شمارش بذرها از روز دوم به‌صورت روزانه و در ساعت معین انجام شد که مبنای جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر بود *(ایستا*[2]، 2009) در طول اجرای آزمایش بر حسب نیاز ۵-۳ میلی‌لیتر آب مقطر به هر پتری‌دیش اضافه شد. پس از ۱۶ روز پارامترهای مورد بررسی به‌صورت زیر اندازه‌گیری شدند:

بعد از حذف گیاهچه‌های غیرنرمال از هر پتری‌دیش ۲۵ گیاهچه به‌طور تصادفی انتخاب شد و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه آن‌ها با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد، سپس وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با استفاده از ترازوی ۴ صفر پس از خشک شدن نمونه‌ها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد (*یان جینگ*[3] و همکاران، 2009).

درصد جوانه‌زنی از رابطه ۱ محاسبه شد *(الکیک*[4] و همکاران، 2012):

$$GP = (\text{Number of germinated seeds} / \text{Total number of seeds}) \times 100 \quad (۱)$$

که در آن GP = درصد جوانه‌زنی می‌باشد.

شاخص یا سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۲ محاسبه شد (*کلسا و آبیبی*[5]، 2012):

$$GR = \Sigma\,(Gt/\,Dt) \quad (۲)$$

GR = شاخص یا سرعت جوانه‌زنی؛ Gt = تعداد بذور جوانه‌زده در روز tام؛ Dt= زمان پس از کاشت مرتبط با Gt بر حسب روز.

شاخص ویگور نیز از روابط ۳ محاسبه شدند (*کلسا و آبیبی*، 2012):

$$\text{Vigor Index} = \text{Standard germination (\%)} \times \text{Seedling root length (cm)} \quad (۳)$$

VI = شاخص ویگور؛ SG = درصد جوانه‌زنی استاندارد؛ SRL = طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)

به‌منظور محاسبه ضریب آلومتری (Coefficient of Allometry) (CA) از رابطه (۴) ارائه شده توسط *(اسکات*[6] و همکاران، 1984) استفاده شد.

$$CA=Ls/Lr \quad (۴)$$

Lr طول ریشه‌چه و Ls طول ساقه‌چه می‌باشند.

داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

1. Michel and Kaufman
2. ISTA
3. Ya jin
4. Lkic
5. Kalsa and Abebie
6. Skat

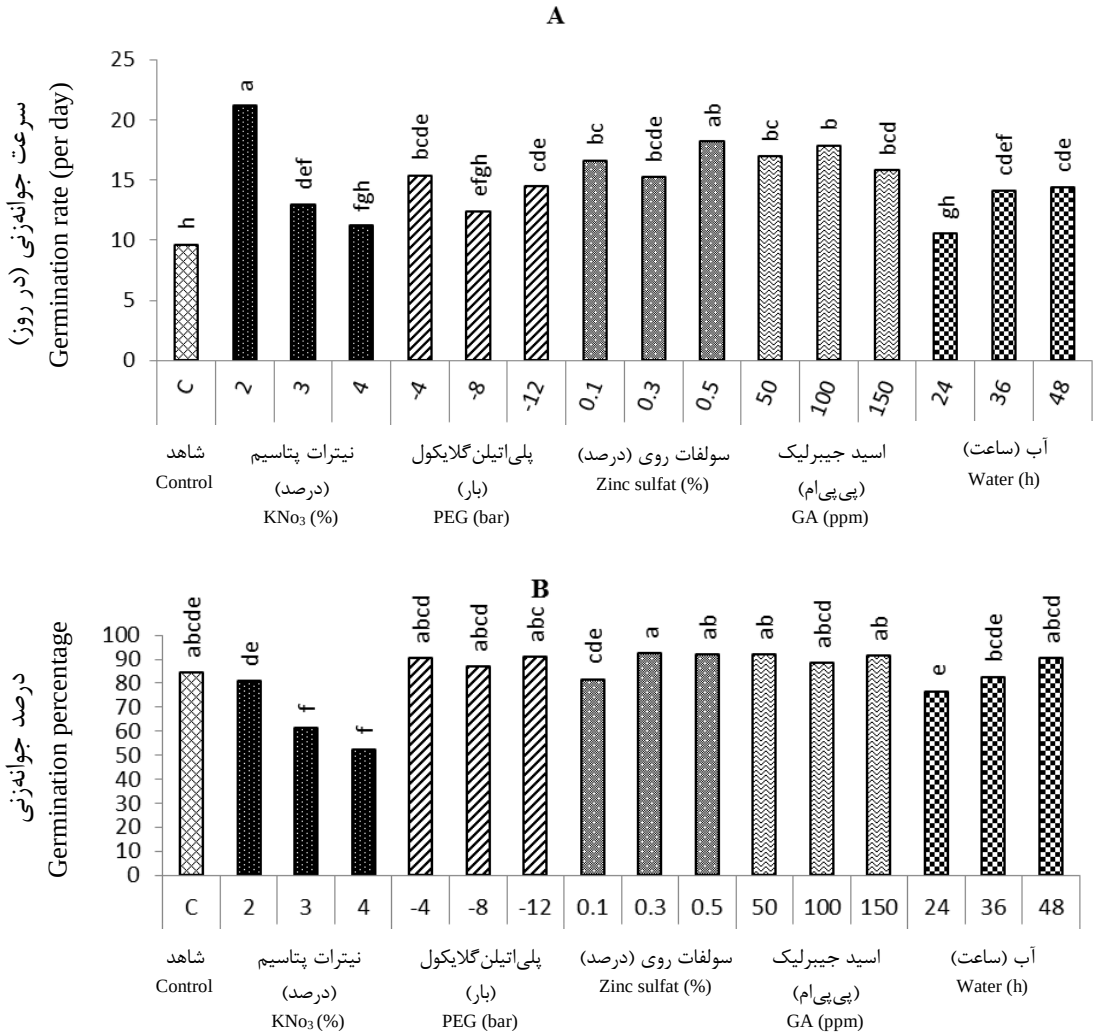
جدول ۱: تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه سیاهدانه

Table 1: Analysis of variance of priming effects on germination rate and percentage, radicle length and shoot length of black cumin

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares			
		طول ساقه‌چه shoot length	طول ریشه‌چه Radicle length	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate
پرایمینگ Priming	15	0.35*	1.73*	529.9**	36.84**
خطا Error	48	0.18	0.72	48.9	4.43
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		14.6	16.2	8.8	14.2

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

* and **: significant at 5 and 1 % probability level, respectively



شکل ۱: اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر سرعت جوانه‌زنی (A) و درصد جوانه‌زنی (B) بذور گیاه سیاهدانه. ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Fig. 1: Effect of different priming treatments on germination percentage and rate (A and B) of black cumin seeds. Columns with similar letters are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSD Test.

نتایج و بحث

سرعت و درصد جوانه‌زنی

اثر پرایمینگ بذر بر سرعت و درصد جوانه‌زنی سیاهدانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار نیترات پتاسیم ۲ درصد حاصل شد و برتری آن نسبت به شاهد ۵۴/۵ درصد بود. این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار سولفات روی ۰/۵ درصد نداشت (شکل 1A). همان‌طورکه در شکل 1A نیز مشاهده می‌شود میزان غلظت برای پلی‌اتیلن گلایکول، سولفات روی و هورمون اسید جیبرلیک تفاوت معنی‌داری در سرعت جوانه‌زنی بذر سیاهدانه ایجاد نکرد ولی نوع پرایمینگ‌های ذکر شده برتری معنی‌داری در مقایسه با شاهد داشتند. از آنجا که نیترات در سنتز آنزیم و رونویسی DNA و RNA نقش اساسی ایفا می‌کند و پتاسیم قابلیت نفوذ دیواره سلولی را افزایش می‌دهد (*پرک و رید*[1]، 1993)، افزایش بسیار معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی تحت تیمار نیترات پتاسیم قابل انتظار است. علاوه براین علت تسریع جوانه‌زنی در بذور پرایم شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده آلفا آمیلاز، افزایش انرژی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز DNA و RNA، افزایش تعداد میتوکندری‌ها و ارتقای عملکرد آنها باشد (*افضل*[2] و همکاران، 2002).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

اثر پرایمینگ بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). کمترین طول ریشه‌چه در تیمار ۳۶ ساعت هیدروپرایمینگ، غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید و ۰/۱ درصد سولفات روی مشاهده گردید که افت معنی‌داری نسبت به شاهد داشتند. با افزایش غلظت تیمارهای نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید طول ریشه‌چه کاهش و با افزایش غلظت سولفات روی به طول ریشه‌چه افزوده شد اما تغییرات غلظت برای پلی‌اتیلن‌گلایکول اختلاف معنی‌داری در طول ریشه‌چه ایجاد نکرد (شکل A۲). عنصر روی کوفاکتور، آنزیم‌های سنتزکننده DNA و RNA و آنزیم سرین کربوکسی پپتیداز می‌باشد که این آنزیم باعث جابه‌جایی پروتئین‌های ذخیره‌ای در بذر می‌شود (*واریرا*[3]، 2010) شاید بتوان برتری بذور پرایم شده با سولفات روی را به نقش عنصر روی در سنتز این آنزیم‌ها مرتبط دانست.

طول ساقه‌چه در تیمار ۰/۵ درصد سولفات روی به‌طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود و در سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (شکل 2B). علاوه براین طول ساقه‌چه برای غلظت‌های مختلف پلی‌اتیلن‌گلایکول، سولفات روی و جیبرلیک اسید پاسخ معنی‌داری نشان نداد ولی روند تغییرات این صفت تحت تیمارهای نیترات پتاسیم و هیدروپرایمینگ کاملاً متفاوت بود. برای هیدروپرایمنگ و همچنین سولفات روی تغییرات طول ساقه‌چه نسبت به تغییرات طول ریشه‌چه حالت معکوس داشت. این روند ممکن است به دلیل صرف انرژی بذر برای رشد ریشه‌چه و در نتیجه کاهش حمایت از رشد طولی ساقه‌چه باشد.

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

وزن خشک ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد و وزن خشک ساقه‌چه در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر پرایمینگ قرار گرفت (جدول ۱). وزن خشک ریشه‌چه در برخی از تیمارها مشابه شاهد ولی در برخی غلظت‌ها و حتی زمان هیدروپرایمیگ به شدت کاهش یافت. علاوه‌بر این به استثنای سولفات روی برای دیگر انواع پرایمینگ تغییرات معنی‌داری بین سطوح پرایمینگ مشاهده شد (شکل 3A). در این میان کمترین طول ریشه‌چه به ۳۶ ساعت هیدروپرایم و سپس به غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید اختصاص داشت. همچنین در این تیمارها افت معنی‌دار طول ریشه‌چه نیز مشاهده گردید به نظر میرسد غلظت کم هورمون و زمان کمتر هیدروپرایمینگ برای رسیدن به بهترین نتیجه کافی بوده و افزایش غلظت موجب افزایش بیش از حد آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز شده و موجب هدر رفت ذخایر غذایی بذر می‌شود.

بیشترین وزن خشک ساقه‌چه در تیمار شاهد مشاهده شد ولی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمارهای نیترات پتاسیم و ۱۰۰پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید نداشت (شکل 3B). وزن خشک ساقه‌چه تحت سطوح مختلف هیدروپرایمینگ و همچنین پلی‌اتیلن‌گلایکول بدون اختلاف معنی‌دار در رتبه دوم قرار داشتند. کمترین وزن خشک ساقه‌چه در تیمار ۰/۱ درصد سولفات روی مشاهده گردید اما تفاوت معنی‌داری با غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید نداشت (شکل 3B).

1. Preece
2. Afzal
3. Varier

جدول ۲: تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، ضریب آلومتری و شاخص ویگور سیاهدانه
Table 2: Analysis of variance of priming effects on radicle dry weight, shoot dry weight, allometry coefficient, vigor index of black cumin

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares			
		وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	شاخص ویگور Vigor index	ضریب آلومتری Allometry coefficient
پرایمینگ Priming	15	0.007**	0.014*	25314**	0.0255**
خطا Error	48	0.001	0.005	3493	0.0036
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		17.1	13.2	13.45	11.4

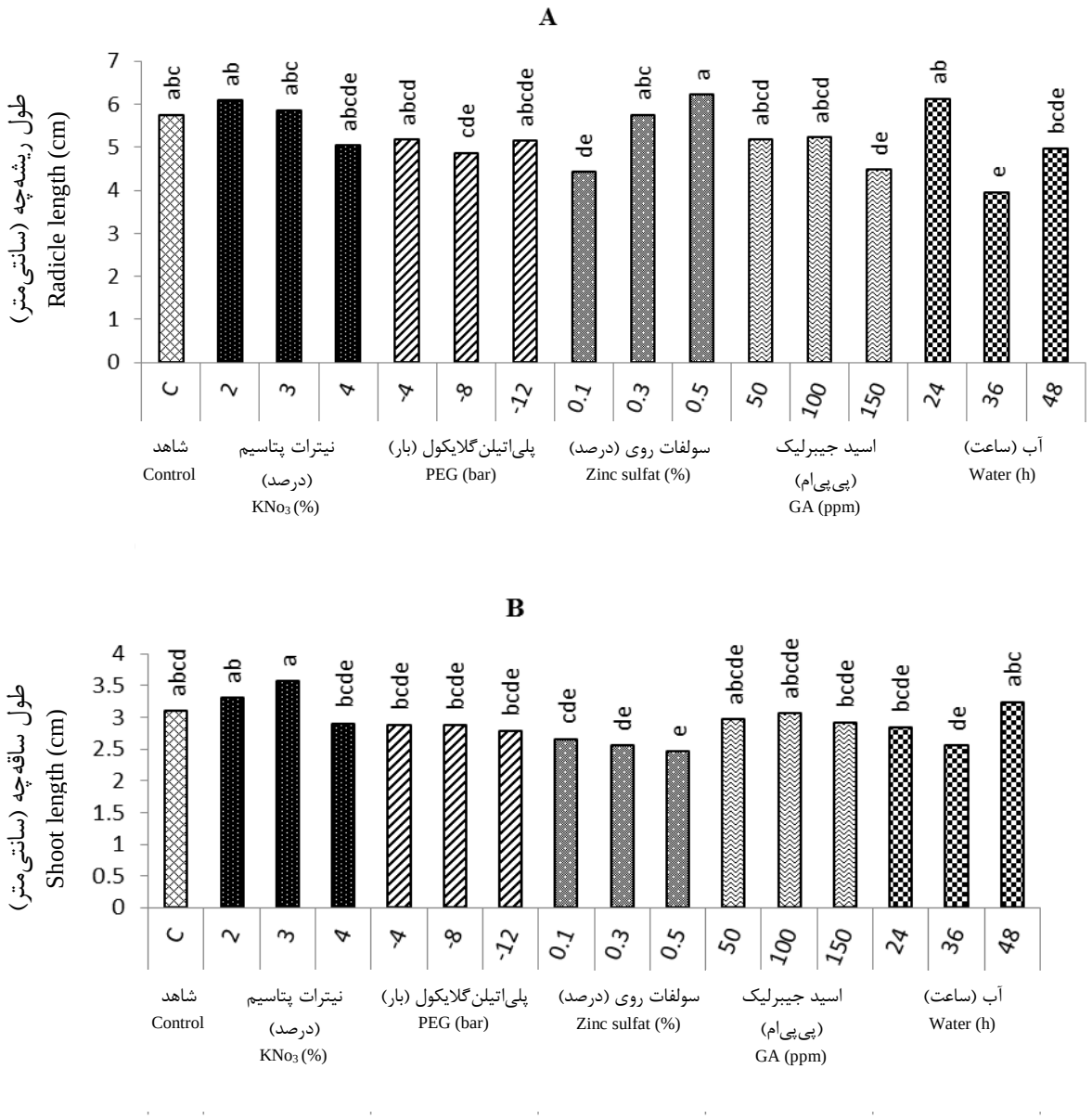
* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد
* and **: significant at 5 and 1 % probability level, respectively

ضریب آلومتری

همان‌طورکه در جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده می‌شود پاسخ ضریب آلومتری به پرایمینگ بذر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. در بین تیمارهای مختلف پرایمینگ مشاهده شد که ضریب آلومتری در تیمار ۸- بار پلی‌اتیلن‌گلایکول و ۳۶ ساعت هیدروپرایمینگ بیشتر از تیمار شاهد و در تیمار ۴۸ ساعت هیدروپرایمینگ و همچنین تیمار ۰/۳ و ۰/۲ درصد سولفات روی این ضریب به‌طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود. دلیل افزایش این صفت در تیمارهای ذکر شده به دلیل کاهش طول ریشه‌چه در این تیمارها می‌باشد همچنین تیمار ۸- بار پلی‌اتیلن‌گلایکول در گیاه زنیان نیز بیشترین ضریب آلومتری را نشان داد (ملک‌زاده، ۱۳۹۳) سایر تیمارها نیز اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند (شکل ۴). در تیمارهای نیترات پتاسیم و یا جیبرلیک اسید تفاوت معنی‌داری برای ضریب آلومتری مشاهده نشد ولی برای سولفات روی روندی معکوس با غلظت و برای پلی‌اتیلن‌گلایکول و همچنین زمان هیدروپرایمینگ روندی درجه دو مشاهده گردید.

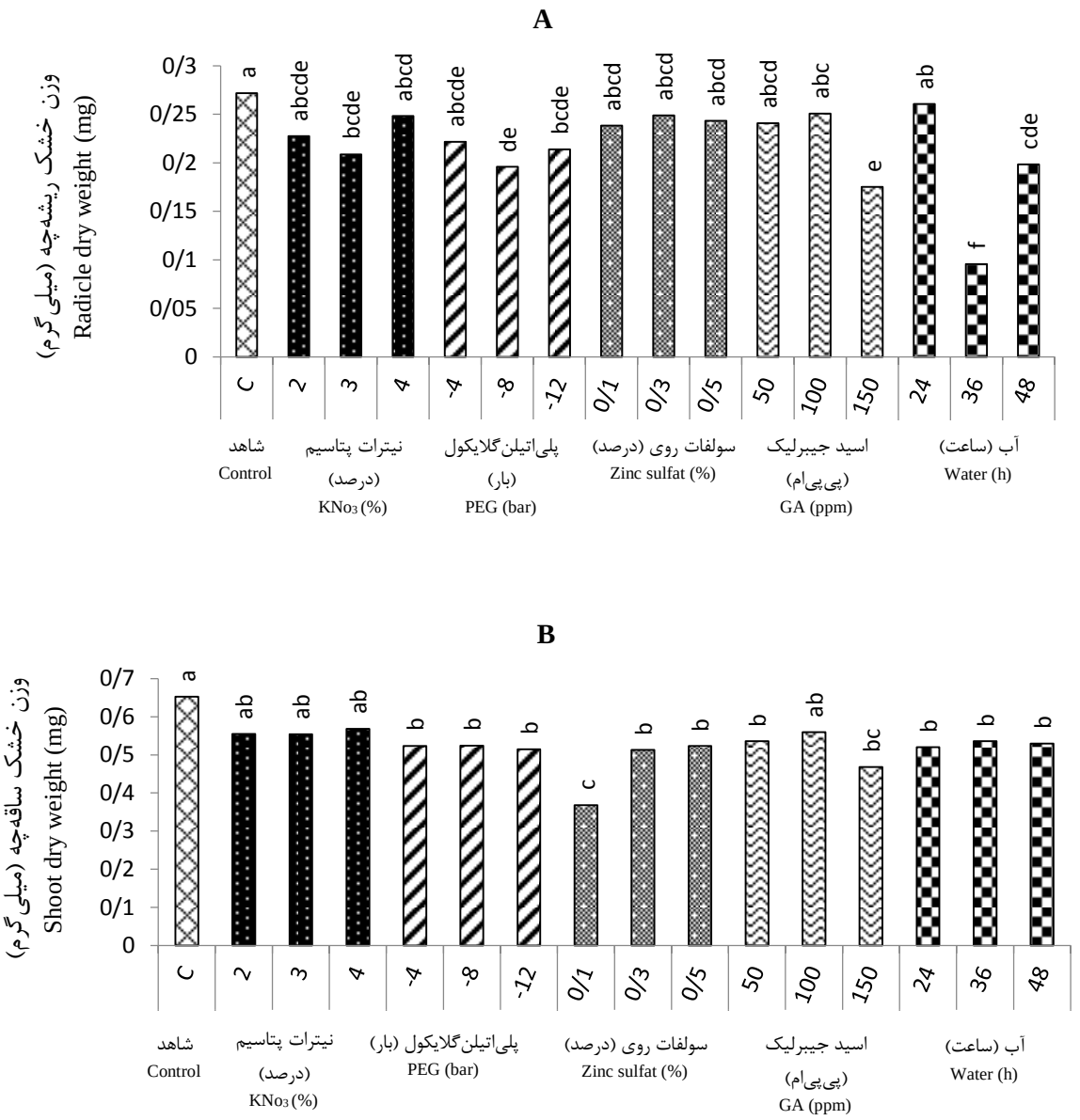
شاخص ویگور

شاخص‌های ویگور را می‌توان به‌عنوان صفاتی در نظر گرفت که با توجه به نحوه محاسبه آن‌ها دارای ارزش بیشتری در مطالعات جوانه‌زنی هستند و بیش از دیگر صفات بیانگر شرایط توده بذری می‌باشند. اثر پرایمینگ روی شاخص ویگور معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین شاخص ویگور به ترتیب در تیمار ۰/۵ درصد سولفات روی مشاهده شد و تفاوت معنی‌داری با تیمار ۲ درصد نیترات پتاسیم و ۴۸ ساعت هیدروپرایمینگ نشان نداد. همچنین کمترین شاخص ویگور در تیمار ۴ درصد نیترات پتاسیم مشاهده گردید (شکل ۵). افزایش و کاهش شاخص ویگور در این آزمایش بیش از آنکه متأثر از طول ریشه‌چه باشد عمدتاً بدلیل افزایش یا کاهش درصد جوانه‌زنی در تیمار متناظر بوده است (شکل 1B). اگرچه شاخص ویگور برای تیمار ۴۸ ساعت هیدروپرایمیگ و همچنین تیمار ۲ درصد نیترات پتاسیم نیز نسبتاً بالا بوده است اما نیترات پتاسیم ۲ درصد را می‌توان به‌عنوان رتبه بعد از سولفات روی ۰/۵ درصد معرفی نمود زیرا در تیمار ۴۸ ساعت هیدروپرایمینگ دیگر پارامترهای جوانه‌زنی به‌خصوص درصد جوانه‌زنی وضعیت مطلوبی ندارند. در گیاه زنیان نتایج عکس این پژوهش گزارش شده به‌طوری‌که کمترین شاخص ویگور زنیان مربوط به تیمار ۴۸ ساعت هیدروپرایمینگ بوده است (ملک زاده، ۱۳۹۳).



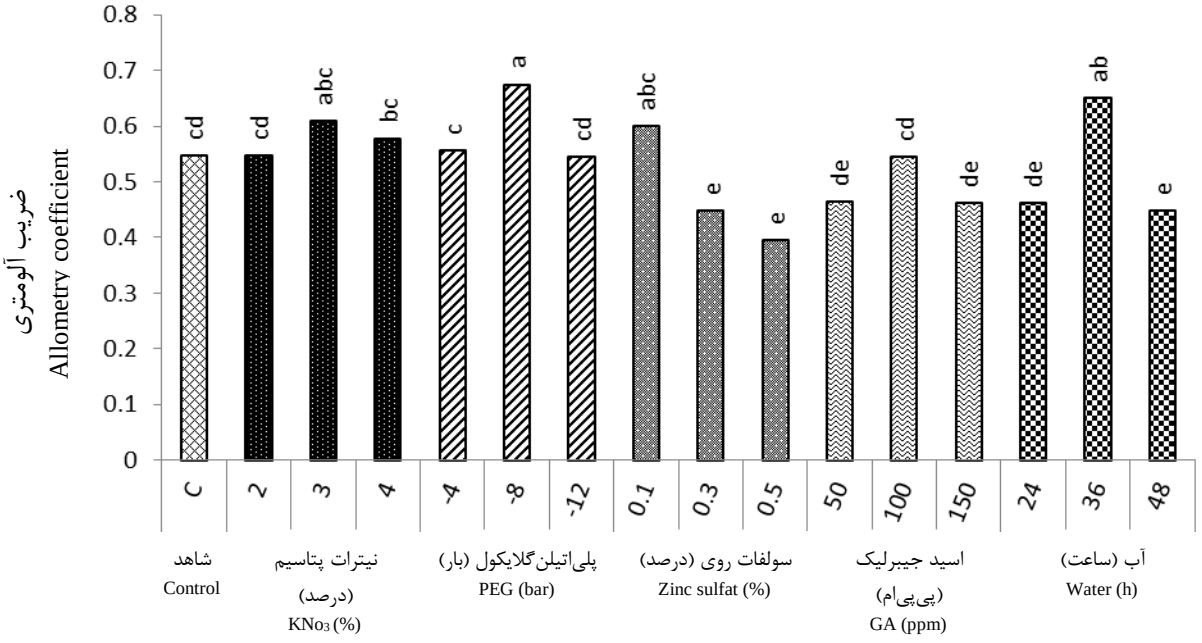
شکل ۲: اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر طول ریشه‌چه (A) و ساقه‌چه (B) بذور گیاه سیاهدانه. ستون‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Fig. 2: Effect of different priming treatments on radicle length (A) and shoot length (B) of black cumin seeds. Columns with similar letters are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSD Test



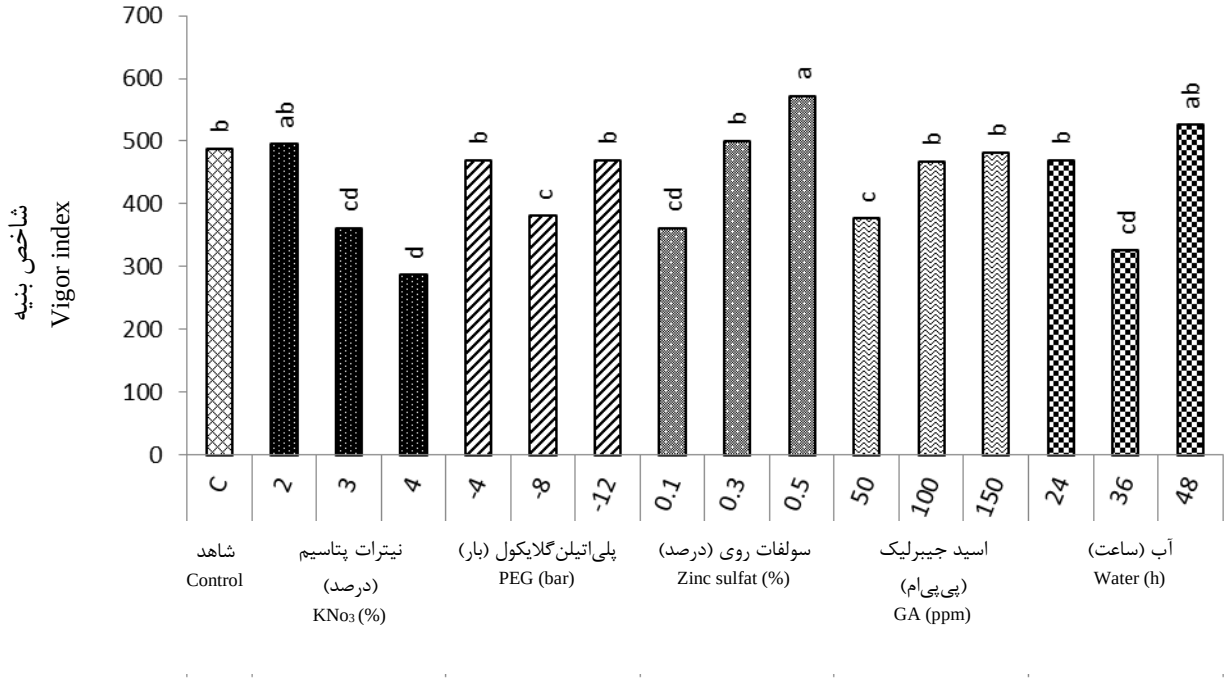
شکل ۳: اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر وزن خشک ریشه‌چه (A) و ساقه‌چه (B) بذور گیاه سیاهدانه. ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Fig. 3: Effect of different priming treatments on radicle dry weight (A) and shoot dry weight (B) of black cumin seeds. Columns with similar letters are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSD Test



شکل ۴: اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر ضریب آلومتری بذور گیاه سیاهدانه. ستون‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Fig. 4: Effect of different priming treatments on allometry coefficient of black cumin seeds. Columns with similar letters are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSD Test



شکل ۵: اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر شاخص ویگور بذور گیاه سیاهدانه. ستون‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Fig. 5: Effect of different priming treatments on vigor index of black cumin seeds. Columns with similar letters are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSD Test

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از هورمون اسید جیبریک، پلی‌اتیلن‌گلایکول و هیدروپرایمینگ تأثیری بر بهبود پارامترهای جوانه‌زنی سیاهدانه ندارد و فقط تیمار ۲ درصد نیترات پتاسیم و ۰/۵ درصد سولفات روی بر افزایش سرعت جوانه‌زنی و ویگور بذر سیاهدانه مؤثر بود. از این‌رو نخست سولفات روی ۰/۵ درصد و در غیر این‌صورت نیترات پتاسیم ۲ درصد را می‌توان برای ارتقاء جوانه‌زنی بذر سیاهدانه در شرایط زراعی پیشنهاد نمود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مساعدت‌های دانشگاه شهرکرد در اجرای این پژوهش قدردانی می‌گردد.

منابع

امیرخیز، ک.، امیدی، ح.، حشمتی، س. و جعفرزاده، ل. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر تسریع‌کننده‌ها بر بنیه بذر و خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa*). پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰ (۲): ۳۱۰-۲۹۹.

خرم‌دل، س.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و قربانی، ر. ۱۳۸۹. اثر کودهای بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). پژوهش‌های زراعی ایران، ۸ (۵): ۷۶۶-۷۵۸.

شافع، م.، و احمدی، ک. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر هورمون پرایمینگ بر بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه دارویی سیاهدانه تحت تنش شوری. دومین همایش ملی علوم و تکنولوژی بذر. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، ۴ الی ۵ آبان ۱۳۹۰.

شریعتی، م.، طهماسب، آ. و مدرس هاشمی، م. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر شکستن خواب بذر در گیاه بومادران. پژوهش و سازندگی، ۵۶ و ۵۷: ۸-۲.

قربانلی، م.، ادیب هاشمی، ن. و پیوندی، م. ۱۳۸۹. بررسی اثر شوری و آسکوربیک اسید روی پاسخ‌های فیزیولوژی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶ (۳): ۳۸۸-۳۷۰.

ملک‌زاده، س. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر تیمارهای پرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی زنیان تحت تنش‌های رطوبتی مختلف. پایان‌نامه ارشد علوم و تکنولوژی بذر. دانشگاه شهرکرد. ۸۴-۸۳.

Afzal, I., Basra, S. M. A., Ahmad, R. and Igbal, A. 2002. Effect of different seed vigor enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). Pakestan Journal Agricultural Science, 39: 109-112.

Ashraf, M. and Foolad, M. R. 2005. Pre sowing seed treatment- a Shotgun approach to improve germination plant growth and crop yield under saline and none-saline conditions. Advances in Agronomy, 88: 223-265.

Ansari, O. and Sharifzadeh, F. 2012. Osmo and hydro priming mediated germination improvment under cold stress conditions in mountain rye (*Secale montanum*). Cercetări Agronomice în Moldova, 3 (151): 53-62.

Basra, S. M. A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A. and Ahmad, R. 2004. Physiological and biochemical aspect of pre-sowing heat stress on cotton seed. Seed Science and Technology, 32: 765-774.

Chen, K., Arora, R. and Arora, U. 2010. Osmopriming of Spinach (*Spinacia oleracea* L. CV. Bloomsdale) seeds and germination performance under temperature and water stress. Seed Science and Technology, 38: 36-48.

Demir, R. K. M., Gamze, O., Atak, M., Cikili, Y. and Kolsarici, O. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Europian Journal of Agronomy, 24: 291-295.

El-Araby, M. M. and Hegazi, A. Z. 2004. Responses of tomato seeds to hydro- and osomopriming, and possible relations of some antioxidant enzymes and endogenous polyamine fractions. Egyption Journal of Biology, 6: 81-93.

Faroog, M., Basra, S. M. A., Rehman, H., Ahmad, N. and Saleem, B. A. 2007. Osmopriming improves the germination and early seedling growth of Melons (*Cucumis melo* L.). Pakestan Journal of Agricultural Science, 44 (3): 529-536.

Fernandez, C., Voiriot, S., Mevy, J., Vila, B., Ormen, O. E., Dupouyet, S. and Bousquet-Melou, A. 2008. Regeneration failure of Pinus halepensis mill, the role of autotoxicity and some abiotic environmental parameters. Forest Ecology and Management, 93: 165-184.

Harris, D., Pathan, A. K., Gothehkar, P., Soshi, A., Chivaasa, W. and Nyamudezep, P. 2001. On farm seed priming using participatory methods to revive and refine a key technology. Agricultural Systems, 69: 151-164.

Ikic, I., Maric Evic, M., Tomasovic, S., Gunjaca, J., Atovic, Z. S. and Arcevic, H. S. 2012. The effect of germination temperature on seed dormancy in Croatian-grown winter wheats. Euphytica, 188: 25-34.

ISTA (International Seed Testing Association), 2009. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

Ya-jing, G., Jin, H., Xian-ju, W. and Chen-xia, S. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. Journal of Zhejiang University Science B, 10 (6): 427-433.

Kalsa, K. K. and Abebie, B. 2012. Influence of seed priming on seed germination and vigor traits of *Vicia villosa* ssp. dasycarpa (Ten.). African Journal of Agricultural Research, 7 (21): 3202-3208.

Lee, S. S., Kim, J. H., Hong, S. B., Yuu, S. H. and Park, E. H. 1998. Priming effect of rice seeds on seedling establishment under adverse soil conditions. Korean Journal of Crop Science, 43: 194-198.

Michel, B. E. and Kaufmann, M. R. 1973. The Osmotic potential of Polyethylene Glycol 6000. Plant Physiology, 51: 914-916.

Nematollahi, E., Bannayan, M., Souhani Darban, A. and Ghanbari, A. 2009. Hydropriming and osmopriming effects on cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds germination. World Academy of Science, Engineering and Technology, 57: 526-529.

Preece, J. E. and Read P. E. 1993. Mineral Nutrition in the Biology of Horticulture Ccrop. 2ed jhon wiley and Sons Publisher. 257-259.

Siebert, E. T. and Richardson, M. D. 2002. Effects of osmopriming on bermudagrass germination and establishment. Horticultural Studies, AAES Research Series, 506: 36-38.

Song, J., Fan, H., Zhao, Y., Jia, Y., Du X. and Wang, B. 2008. Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyte Suaeda salsa in an intertidal zone and on saline inland. Aquatic Botany, 88: 331-33.

Tzortzakis, N. G., 2009. Effect of pre-sowing treatment on seed germination and seedling vigor in endive and chicory. Hort Science, 36 (3): 117-125.

Varier, A., Vari, A. K. and Dadlani, M. 2010. The subcellular basis of seed priming. Current Science, 99: 450-456.

The Role of Zinc Sulfate and Potassium Nitrate on Seed Germination Parameters Improvement of Black Cumin (*Nigella sativa*) Medicinal Plant

Malekzade[1], S., Fallah[2*], S. and Azari[3] A.

Abstract

In order to investigate the effect of priming techniques on germination parameters of black cumin (*Nigella sativa* L.), sixteen seed priming treatments, including control (no priming), three hydropriming levels with distilled water (24, 36, and 48h), three osmopriming levels with PEG (solutions with osmotic potential of -4, -8 and -12 bar), three hormonepriming levels with GA_3 (50, 100 and 150 ppm) and three halopriming levels with KNO_3 solution (2, 3, and 4%) and three zinc sulfate levels (0.1, 0.3 and 0.5%), was conducted through a completely randomized design with four replications. The results showed that the maximom germination rate was observed with KNO_3 2% and $ZnSO_4$ 0.5%, respectively. Seed priming treatment nether improve germination percentage, radicle and shoot dry weight and radicle and shoot length than control, nor decrease significantly some of them. Polyethylene glycol, GA_3 and hydropriming didn't affect the germination improvement of black cumin, however KNO_3 2% and $ZnSO_4$ 0.5% treatments were effective on germination rate and seed vigor. In conclusion, seeds treatment with $ZnSO_4$ 0.5% and/or KNO_3 2% could be recommended to improve the black seed germination in field conditions.

Keywords: Osmopriming, Vigor index, Halopriming, Hormonepriming, Hydropriming

1 and 2. M.Sc. Student and Professor, Respectively, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

3. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Vali-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

*: Corresponding author Email: falah1357@yahoo.com