Archive of SID

پژوهش‌های بذر ایران/ سال ششم/ شماره اول/ ۱۳۹۸ صفحات: ۴۹-۳۳

مقاله پژوهشی

اثر پرایمینگ بذر با سولفات روی و آهن بر بهینه‌سازی شکست خواب و شاخص‌های جوانه‌زنی موسیر (*Allium hirtifolium*)

الهه سادات حسین‌پور عسکریان [۱]، علی عباسی سورکی [۲،*]، عبدالرزاق دانش شهرکی [۲]

چکیده مبسوط

مقدمه: بذر گیاه موسیر علاوه بر خواب دارای استقرار ضعیفی در مرحله جوانه‌زنی می‌باشد. از جمله روش‌های بهبود کارایی و استقرار بذر می‌توان به انواع پرایمینگ با مواد مغذی اشاره کرد. وجود عناصر ریزمغذی یکی از عواملی است که ممکن است کارایی بذرها را تحت تاثیر قرار دهد. لذا این پژوهش با هدف بررسی اثر پرایمینگ با مواد مغذی بر بهینه‌سازی شکست خواب، جوانه‌زنی، ارتقا کارایی بذر و استقرار گیاه دارویی-مرتعی موسیر جهت برنامه‌های حفاظتی، احیا و اهلی سازی این گیاه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثر مواد مغذی بر جوانه‌زنی و بهبود استقرار موسیر، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۴ اجرا گردید. دو تیمار شکست خواب (اسید سولفوریک و اسید سولفوریک + اسید جیبرلیک) به عنوان فاکتور اول و نه سطح مواد مغذی شامل سولفات روی ۵، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار و سولفات آهن ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد درمقایسه با شاهد به عنوان فاکتور دوم روی بذرهای موسیر مورد مقایسه قرار گرفتند.

یافته‌ها: تجزیه واریانس نشان داد تیمارهای شکست خواب، پرایمینگ با مواد مغذی و اثرمتقابل آن‌ها درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، زمان رسیدن به ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه I بذرهای موسیر را در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر قرار دادند. کاربرد اسید سولفوریک در کنار سولفات آهن ۱ درصد سبب افزایش جوانه‌زنی نسبت به شاهد گردید. همینطور در صفات مختلف اسید جیبرلیک اثر آهن را تقویت کرد در حالی‌که درکنار روی سبب تفاوت چشم‌گیری نسبت به عدم کاربرد آن نگردید. سولفات روی ۵ میلی‌مولار نسبت به شاهد موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید که با افزایش غلظت روند کاهشی داشت. اسید جیبرلیک سبب تغییر محسوس سرعت جوانه‌زنی نگردید. زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی نیز تحت تاثیر غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد سولفات آهن و سطوح پایین سولفات روی کاهش یافت. استفاده از اسید جیبرلیک تاثیر معنی‌داری بر کاهش زمان جوانه‌زنی نسبت به شاهد نشان نداد و در غلظت‌های بالاتر T_{50} را بیشتر کرد. اگرچه صفات جوانه‌زنی کمتر تحت تاثیر اسید جیبرلیک قرار گرفت، اما طول گیاهچه و شاخص ویگور از آن تاثیر مثبتی پذیرفت و بالاترین طول گیاهچه در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد آهن همراه با اسید جیبرلیک به دست آمد.

نتیجه‌گیری: پرایمینگ بذر موسیر با مواد مغذی سبب بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاه گردید. غلظت‌های مختلف آهن و روی اثرات متفاوتی بر بذر موسیر نشان دادند که با روش‌های شکست خواب آن اثرمتقابل داشت. استفاده از اسید جیبرلیک اگرچه تاثیری بر افزایش سرعت جوانه‌زنی و کاهش زمان رسیدن به ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی نداشت اما طول گیاهچه و شاخص بنیه I را تقویت کرد که در مورد سولفات آهن این اثر مشهودتر بود.

واژه‌های کلیدی: مواد مغذی، استقرار، اسید جیبرلیک، شاخص بنیه، اسید سولفوریک

جنبه‌های نوآوری:

۱- افزودن سولفات آهن و سولفات روی به بذرهای موسیر که از اسید سولفوریک برای شکست خواب آنها استفاده شد سبب افزایش ۲۵/۵۴ درصدی جوانه‌زنی نسبت به شاهد گردید.

۲- اضافه شدن جیبرلین در تیمار شکست خواب اثر روی در جوانه‌زنی را مرتفع ساخت و توانست جایگزین روی گردد، اما برای سولفات آهن اندکی اثر افزایشی داشت.

۳- اگرچه اضافه شدن جیبرلین در تیمار شکست خواب صفات جوانه‌زنی را کمتر تحت تاثیر قرار داد، اما طول گیاهچه و شاخص ویگور از اسید جیبرلیک تاثیر مثبتی پذیرفت.

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

[۲] استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

[*] رایانامه نویسنده مسئول: abbasi@sku.ac.ir

DOR: 98.1000/2383-1251.1398.6.33.11.1.1575.41

DOI: 10.29252/yujs.6.1.33

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰۶)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گیاه موسیر با نام علمی *Allium hirtifolium* گیاهی چندساله از تیره Amaryllidaceae و جنس Allioideae است که از نظر پراکندگی جهانی، انحصاری ایران می‌باشد (مظفریان[1]، ۲۰۱۲) و به‌صورت خودرو در مراتع مرتفع و نقاط کوهستانی با اقلیم نیمه خشک سرد تا خیلی مرطوب معتدل با میانگین دمای سالانه ۹ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارش ۲۵۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر و ارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا در شیب‌های مختلف می‌روید (الهمرادی[2] و همکاران، ۲۰۱۳). خواص دارویی، خوراکی و صنعتی موسیر سبب شده تا به‌صورت بی‌رویه و شدید مورد بهره برداری قرار گیرد (ابراهیمی[3] و همکاران، ۲۰۰۹). در حال حاضر گیاه موسیر به علت برداشت بی‌رویه، تخریب مراتع و چرای بیش از حد در حال انقراض و جزو گیاهان غیرمجاز طبقه‌بندی می‌شود، بنابراین ازدیاد موسیر برای تامین روز افزون و حفظ بقای آن بسیار حائز اهمیت است (خیرخواه و دادخواه[4]، ۲۰۱۰؛ الهمرادی و همکاران، ۲۰۱۳). یکی از روش‌های ازدیاد گیاه تکثیر جنسی می‌باشد که نسبت به تکثیر غیرجنسی به واسطه تعدد نتاج، امکان انبار کردن بذر در شرایط مناسب و کشت آن در سال‌های بعد، ارزان و اقتصادی بودن، عدم انتقال بیماری‌های ویروسی و سازگار بودن بذر به شرایط متغیر محیطی می‌تواند راهکار مناسبی جهت ازدیاد، جلوگیری از انقراض و اهلی سازی گیاهان باشد (توکل افشاری[5] و همکاران، ۲۰۰۸). خواب، جوانه‌زنی ضعیف و استقرار نامطلوب از محدودیت‌های تکثیر گیاه موسیر به‌وسیله بذر به‌شمار می‌رود.

از جمله روش‌های بهبود کارایی و استقرار بذر می‌توان به انواع پرایمینگ با مواد مغذی اشاره کرد (توکل افشاری و همکاران، ۲۰۰۸؛ اکرم‌قادری[6] و همکاران، ۲۰۱۵). وجود عناصر ریزمغذی یکی از عواملی است که ممکن است کارایی بذرها را تحت تاثیر قرار دهد. این عناصر به‌عنوان کوفاکتور در سیستم‌های آنزیمی و واکنش‌ها عمل می‌کنند و در فرآیندهای فیزیولوژیکی کلیدی مانند فتوسنتز و تنفس نقش دارند (فاروق[7] و همکاران، ۲۰۱۲).

روش‌های مختلفی برای اضافه کردن مواد مغذی به بذر وجود دارد که از جمله می‌توان به کوددهی، اسپری کردن برگ و پرایمینگ کردن بذر با مواد مغذی اشاره کرد. این در حالی است که روش‌های کوددهی و اسپری کردن برگ با توجه به هزینه‌های زیاد، دستیابی به کودی با کیفیت بالای مواد مغذی و توزیع آن به طور مساوی در خاک، نیاز به نیروی انسانی و پاشش مکرر در مراحل مختلف رشدی مقرون به صرفه به نظر نمی‌رسد (جانسون[8] و همکاران، ۲۰۰۵). در این بین تیمار کردن بذرها با مواد مغذی از طریق پرایمینگ، از راه‌حل‌های مناسب و کم‌هزینه‌تر برای حل این مشکل است که منجر به بهبود استقرار، رشد، افزایش عملکرد و غلظت عناصر ریزمغذی در دانه می‌گردد.

رای دستیابی به رشد مطلوب در گیاهان، ۱۷ عنصر ضروری مورد نیاز است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به روی و آهن اشاره کرد (فاروق و همکاران، ۲۰۱۲). روی در فرآیندهای بیوشیمیایی مختلفی همچون سنتز سیتوکروم و نوکلئوتیدها، متابولیسم اکسین، تولید کلروفیل، یکپارچگی غشا، فعالیت آنزیم‌های اکسیدوردوکتاز، ترانسفراز، هیدرولاز، لیگاز و ایزومراز نقش دارد (ادهیکاری[9] و همکاران، ۲۰۱۵؛ لاطف[10] و همکاران، ۲۰۱۷). از مزایای پرایمینگ با روی می‌توان به افزایش روی قابل دسترس برای هر بذر، تضمین جذب روی توسط بذر و کاهش هزینه و مصرف مقدار مورد نیاز روی اشاره کرد. هریس[11] و همکاران (۲۰۰۸) و ناتیال و شوکلا[12] (۲۰۱۳) نشان دادند که پرایمینگ بذور گندم و نخود با روی، منجر به افزایش قابل توجهی در وزن خشک ساقه، عملکرد، غلظت و جذب روی در دانه، بهبود جوانه‌زنی و بنیه بذر گردید. آهن نیز یکی از

[1] Mozaffarian
[2] Allahmoradi
[3] Ebrahimi
[4] Kheirkhah and Dadkhah
[5] Tavakkol Afshari
[6] Akram Ghaderi
[7] Farooq
[8] Johnson
[9] Adhikari
[10] Latef
[11] Harris
[12] Nautiyal and Shukla

www.SID.ir

Archive of SID

فلزهای انتقالی در سلول‌های گیاهی است و کوفاکتور بیش از ۱۴۰ سیستم آنزیم گیاهی مانند پرواکسیداز، کاتالاز، فردوکسین و سیتوکروم می‌باشد (لبدو[1] و همکاران، ۲۰۱۴). آهن از اجزای تشکیل دهنده بیوسنتز کلروفیل است که در تنظیم تنفس، فتوسنتز، احیای نیترات‌ها و سولفات‌ها دخالت دارد (شینده و واسادوان[2]، ۲۰۱۷). لذا کمبود آهن می‌تواند عامل مهار کننده رشد رویشی باشد (شریفی[3] و همکاران، ۲۰۱۶). نتایج میرشکاری[4] (۲۰۱۲) نشان داد پرایمینگ بذرهای شوید *Anethum graveolens* با آهن و بور موجب افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی و نیز شاخص بنیه در غلظت ۱/۵ درصد آهن و ۱ درصد بور گردید. ترابیان[5] و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی اثر محلول‌پاشی سولفات آهن ($FeSO_4$) بر پاسخ ۵ رقم آفتابگردان به تنش شوری نشان دادند $FeSO_4$ به‌طور معنی‌داری منجر به کاهش میزان سدیم در برگ‌ها، افزایش سطح برگ، وزن خشک ساقه، سرعت جذب CO_2 و محتوای کلروفیل نسبت به شاهد گردید.

در پژوهش‌های قبلی به بررسی تیمارهای مختلف جهت شکست خواب موسیر پرداخته شده است (دشتی[6] و همکاران، ۲۰۱۲؛ ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۴). از آن‌جا که این گیاه علاوه بر خواب دارای استقرار ضعیفی در مرحله جوانه‌زنی می‌باشد این پژوهش با هدف بررسی اثر پرایمینگ با مواد مغذی بر بهینه‌سازی شکست خواب، جوانه‌زنی، ارتقا کارایی بذر و استقرار گیاه دارویی-مرتعی موسیر جهت برنامه‌های حفاظتی، احیا و اهلی سازی این گیاه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی اثر پرایمینگ با مواد مغذی بر جوانه‌زنی، رشد و استقرار گیاه موسیر در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۴ اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل تیمار شکست خواب در ۲ سطح (اسید سولفوریک ۱۰ دقیقه) و (اسید سولفوریک ۱۰ دقیقه + اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد و تاریکی) و فاکتور دوم شامل اعمال دو نوع ماده مغذی سولفات روی ($ZnSO_4$) با غلظت‌های ۵، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ mM و سولفات آهن ($FeSo_4$) با غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد در مقایسه با شاهد بود (عبدالرحمانی[7] و همکاران ۲۰۰۷؛ میرشکاری، ۲۰۱۲). در این پژوهش از توده موسیر بومی استان چهارمحال و بختیاری، منطقه دزک جمع‌آوری شده در سال ۱۳۹۴ استفاده شد که بلافاصله مورد استفاده قرار گرفتند و وجود خواب در آنها به اثبات رسید. بعد از بوجاری از بذرهای موردنظر جهت انجام آزمایش‌های جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه استفاده گردید. جهت ضدعفونی، قبل از اعمال تیمارها، بذرها به مدت ۳ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۱/۵ درصد قرار گرفتند و سپس با آب مقطر سترون به خوبی شستشو گردید. جهت به حداقل رساندن آلودگی تمامی وسایل مورد استفاده در حین آزمایش ضدعفونی و اتوکلاو گردید (اعتمادی[8] و همکاران، ۲۰۱۱). سپس بذرها به دو گروه جهت شکست خواب تقسیم و در معرض تیمارهای ذکر شده در بالا قرار گرفته و بعد با آب استریل شستشو گردیدند. متعاقبا هر دو گروه بذری به مدت ۲۴ ساعت در محلول‌های غذایی $ZnSO_4$ و $FeSO_4$ در غلظت‌های ذکر شده در شرایط هوازی به صورت غیر مستغرق و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد درون انکوباتور شیکردار قرار گرفتند.

پس از پرایمینگ به منظور حذف نمک اضافی بذرها با آب استریل سه مرتبه شستشو شدند (جانسون و همکاران، ۲۰۰۵). سپس جهت رفع نیاز سرمایی، بذرهای تیمار شده در جعبه‌های پلاستیکی و در بستر باند پارچه‌ای، به مدت ۳۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تحت تیمار سرمادهی مرطوب قرار گرفتند و جوانه‌زنی بذرها به‌صورت روزانه ثبت گردید. معیار

[1] Lebedev
[2] Shinde and Vasudevan
[3] Sharifi
[4] Mirshekari
[5] Torabian
[6] Dashti
[7] Abdulrahmani
[8] Etemadi

www.SID.ir

Archive of SID

جوانه‌زنی بذرها خروج و رویت ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر بود. در طول اجرای آزمایش بر حسب نیاز آب مقطر به میزان یکسان به هر ظرف اضافه شد. صفات میزان جوانه‌زنی استاندارد[1]، سرعت جوانه‌زنی[2]، شاخص T_{10}[3] و T_{50}[4]، شاخص یکنواختی جوانه‌زنی[5]، طول گیاهچه[6] و شاخص بنیه I[7] به شرح زیر اندازه‌گیری شدند:

جوانه‌زنی استاندارد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب از رابطه (۱) و (۲) محاسبه گردید (الیس و روبرتز[8]، ۱۹۸۱).

رابطه ۱: $\text{Germination Percent (GP)} = \frac{\sum n}{N} \times 100$

GP = درصد جوانه‌زنی، n = تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز، N = تعداد کل بذرها بود.

رابطه ۲: $GR = \sum (n_i/t_i)$

GR: سرعت جوانه‌زنی، n_i: بذرهای جوانه‌زده در هر روز، t_i: تعداد روزهای سپری شده از شروع جوانه‌زنی بود.

T_{10} و T_{50} از رابطه ۳ توسط نرم‌افزار GERMINATOR محاسبه شد (جوزن[9] و همکاران، ۲۰۱۰).

رابطه ۳: $Tx = ti + [[N/2-ni](tj-ti)/nj-ni]$

T_{10}= مدت زمان تا رسیدن به ۱۰٪ حداکثر جوانه‌زنی

T_{50}= مدت زمان تا رسیدن به ۵۰٪ حداکثر جوانه‌زنی

N= تعداد بذرهای جوانه‌زده

nj ،ni= تعداد تجمعی بذرهای جوانه‌زده در زمان ni و nj زمانی که $ni < N/2 < nj$

شاخص بنیه گیاهچه از رابطه ۴ محاسبه گردید (ایستا[10]، ۲۰۱۱):

رابطه ۴: $\text{Vigor Index-I} = GP \times SL$

GP: درصد جوانه‌زنی استاندارد و SL: طول گیاهچه (mm) می‌باشد.

شاخص یکنواختی نیز توسط نرم‌افزار GERMINATOR محاسبه شد (جوزن و همکاران، ۲۰۱۰).

جهت اندازه‌گیری طول گیاهچه از هر جعبه تعداد ۱۰ عدد گیاهچه به‌صورت تصادفی انتخاب و طول گیاهچه به وسیله دستگاه کولیس دیجیتال مدل pd-151 اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها برای هر تکرار ثبت گردید.

تجزیه واریانس داده‌های آزمایش با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل به‌روش برش‌دهی (Slice) با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. جهت رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، زمان رسیدن به ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی، شاخص یکنواختی جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه I بذرهای موسیر نشان داد اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای شکست خواب، مواد مغذی و اثر متقابل شکست خواب و مواد مغذی در سطح احتمال ۱ درصد ($p\leq ۰/۰۱$) وجود دارد (جدول ۱).

درصد جوانه‌زنی

مقایسه میانگین‌ها نشان داد در کاربرد تیمار شکست خواب اسید سولفوریک، استفاده از آهن و روی در کلیه سطوح منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد گردید (شکل ۱). دشتی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر تیمارهای شکست خواب موسیر اعلام کردند که

[1] Germination percentage
[2] Germination rate
[3] Time to 10% germination
[4] Time to 50% germination
[5] Germination uniformity
[6] Seedling length
[7] Vigor index-I
[8] Ellis and Roberts
[9] Joosen
[10] ISTA

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات جوانه‌زنی بذرهای موسیر تحت تاثیر تیمارهای مختلف شکست خواب و مواد مغذی.

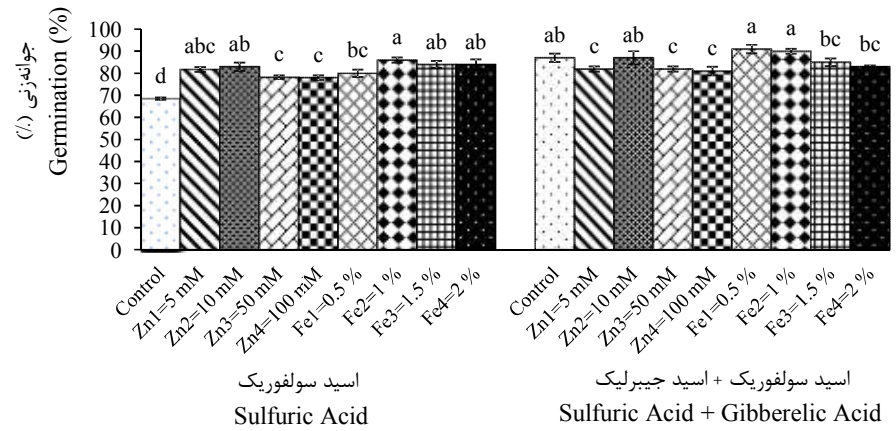
Table 1. Analysis of variance (mean squares) of germination characteristic of shallot seeds affected by different dormancy break treatments and nutrient levels.

منابع تغییرات Sources of variation		درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات (Mean squares)						
			درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	زمان رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی T_{10}	زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی T_{50}	طول گیاهچه Seedling length	شاخص بنیه گیاهچه Seedling vigor Index
Break of Dormancy	شکست خواب	1	450**	161.3**	15802**	13516**	21238**	2998**	2650.2**
Nutrients	مواد مغذی	8	91**	40.7**	35920**	1022**	8280**	545**	475.7**
Break of Dormancy × Nutrients	شکست خواب ×مواد مغذی	8	88**	19.5**	5463**	1102**	3122**	100**	96.9**
Error	خطا	54	10.5	0.7	769.3	46	297.6	5.8	5.5
Coefficient of variation (%)	ضریب تغییرات (٪)	-	3.9	5.5	10.7	13.3	9.6	8.9	10.3

ns and ** indicate non-significance and significance at 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. اثر متقابل تیمار شکست خواب و مواد مغذی بر درصد جوانه‌زنی بذر موسیر. میانگین‌ها در هر یک از سطوح شکست خواب برش دهی شده و حروف مشابه در هر سطح بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است. میله ها بیانگر خطای استاندارد برای کل تیمارهاست.

Fig. 1. Interaction between dormancy break treatments and nutrient levels on germination percentage of *Allium hirtifoliom* seeds. Means were sliced at each dormancy break treatments. Similar letters indicate no significant difference at 5% probability level based on LSD Test. The bars indicate standard error for all treatments.

خراش‌دهی با اسید سولفوریک عامل مهمی در شکست خواب و جوانه‌زنی بذر می‌باشد. احتمالا به‌دنبال برداشتن پوسته مواد مغذی با سرعت بالایی وارد بذر شده و اثرات مثبت خود را بر پارامترهای جوانه‌زنی اعمال می‌کند و به‌همین دلیل بذرهایی که علاوه بر اسید سولفوریک با مواد مغذی تیمار شدند شاخص‌های جوانه‌زنی بالاتری داشتند. تیمار کردن بذر موسیر با اسید سولفوریک و آهن ۱ درصد افزایش ۲۵/۵۴ درصدی جوانه‌زنی نسبت به شاهد را به همراه داشت و با غلظت‌های ۱/۵ و ۲ درصد $FeSO_4$ و همچنین ۵ و ۱۰ میلی‌مولار $ZnSO_4$ در یک سطح آماری قرار گرفت.

اضافه کردن مواد مغذی با بهره‌گیری از تکنیک پرایمینگ این بستر را برای بذر فراهم می‌کند تا در آغاز فعالیت آنزیم‌های خود در فاز دوم جوانه‌زنی به منبع غنی از عناصر روی و آهن دسترسی داشته باشد. احتمالا دلیل افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی در استفاده از سولفات روی و آهن به همین خاطر می‌باشد. هم‌سو با این نتیجه، بدیری و میرشکاری[1] (۲۰۱۴) بیان داشتند پرایمینگ بذر بارهنگ (*Plantago major* L.) با آهن و روی به‌طور قابل توجهی منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی گردید که با نتایج عبدالرحمانی و همکاران (۲۰۰۷) بر شاخص‌های جوانه‌زنی جو (*Hordeum vulgare* L.) مطابقت داشت. عامری[2] و همکاران (۲۰۱۱) نیز در بررسی اثر پرایمینگ برشاخص‌های رشدی بذرهای فلفل (*Capsicum annuum*) اعلام کردند استفاده از سولفات آهن به‌طور معنی‌داری سبب بهبود درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک ریشه‌چه گردید. نتایج میرشکاری (۲۰۱۲) در بررسی اثر پرایمینگ بذر شوید (*Anethum graveolens*) با آهن و بور درصد جوانه‌زنی در غلظت ۱/۵ درصد آهن و ۱ درصد بور افزایش معنی‌داری داشت. پرایمینگ بذور گل همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) با سولفات آهن و بور ۱ و ۱/۵ درصد جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش داد (میرشکاری، ۲۰۱۵).

در استفاده از اسید جیبرلیک و اسید سولفوریک، سطوح مختلف سولفات روی تاثیر چندانی بر جوانه‌زنی نسبت به شاهد دیده نشد و در غلظت‌های بالاتر سبب کاهش درصد جوانه‌زنی گردید. به‌نظر می‌رسد اسید جیبرلیک اثر روی را در جوانه‌زنی جبران کرده است. غلظت‌های سولفات آهن ۰/۵ و ۱ درصد بهتر از سطوح

[1] Badiri and Mirshekari

[2] Ameri

www.SID.ir

Archive of SID

بالاتر عمل کردند اما تفاوت معنی‌داری با هم و نیز با شاهد نداشتند درحالی‌که این تفاوت بین سولفات آهن ۰/۵ و ۱ درصد در عدم استفاده از اسید جیبرلیک معنی‌دار بود. آن‌چه مسلم است این است که اسید جیبرلیک اثر آهن بر درصد جوانه‌زنی را تقویت کرده است ولی در غلظت‌های بالاتر اثری بر درصد جوانه‌زنی نداشت (شکل ۱).

از آن‌جاکه اسید جیبرلیک یکی از تنظیم کننده‌های درونی رشد گیاه است اثرات مختلف و مهمی بر تنظیم و رشد و نمو گیاهان دارد. یکی از نقش‌های کلیدی GA_3 القای جوانه‌زنی بذر می‌باشد. در گیاهان تک لپه جیبرلین از سپرچه آزاد می‌شود و با عبور از آندوسپرم به لایه آلورون می‌رسد سپس در آن‌جا سنتز آنزیم‌های هیدرولیزکننده مانند آلفاآمیلاز، ریبونوکلئاز و فسفاتاز را تحریک می‌کند. تاثیر این آنزیم‌ها سبب تخریب آندوسپرم و سست شدن دیواره سلولی آن می‌گردد (اکرم‌قادری و همکاران، ۲۰۱۵؛ وانی[1] و همکاران، ۲۰۱۴). به‌کار بردن تیمار خارجی اسید جیبرلیک در پرایمینگ بذر با افزایش آنزیم‌های هیدرولیز کننده به تجزیه بیشتر آندوسپرم کمک می‌کند. در نتیجه مقاومت دیواره‌های آندوسپرم برای خروج ریشه‌چه کمتر می‌گردد (مکی‌زاده تفتی و فرهودی[2]، ۲۰۱۴) و از طرفی هم با افزایش مواد قابل استفاده برای جنین در نهایت درصد جوانه‌زنی افزایش خواهد یافت (عالیوند[3] و همکاران، ۲۰۱۴). نتایج پایال[4] و همکاران (۲۰۱۴) نیز در بررسی شکست خواب گیاه در حال انقراض *Allium stracheyi* نشان داد تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰ mg/l تحت شرایط نوری و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش درصد جوانه‌زنی (۹۷/۳ درصد) گردید.

سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین‌ها نشان داد در تیمار اسید سولفوریک، سولفات روی ۵ میلی‌مولار دارای بیشترین سرعت جوانه‌زنی نسبت به سایر تیمارها و نیز شاهد بود که موجب افزایش ۴۵/۵۷ درصدی سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد گردید. با افزایش غلظت $ZnSO_4$ سرعت جوانه‌زنی روند کاهشی داشت به طوری که سرعت جوانه‌زنی ۱۰۰ میلی‌مولار سولفات روی حتی از شاهد هم کم‌تر بود. سولفات آهن ۰/۵ درصد سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش داد اما تفاوت معنی‌داری با غلظت ۱ درصد آهن نداشت. با افزایش غلظت $FeSO_4$ سرعت جوانه‌زنی روند کاهشی داشت که احتمالا به دلیل سمیت ناشی از غلظت‌های بالای مواد مغذی می‌باشد (جانسون و همکاران، ۲۰۰۵). در کاربرد تیمار اسید جیبرلیک به همراه اسید سولفوریک تغییر محسوسی در سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد اسید سولفوریک دیده نشد. به‌نظر می‌رسد اسید جیبرلیک اثر مواد مغذی را بر سرعت جوانه‌زنی کاهش داده است. استفاده از سولفات روی نیز تاثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی بذرها نداشت و اثر متقابل $ZnSO_4$ با اسید جیبرلیک نتوانست سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۲). هم سو با این نتایج آقابابانژاد[5] و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی اثر سرمادهی و اسید جیبرلیک بر لاله واژگون *Fritillaria imperialis* بیان کرد استفاده از اسید جیبرلیک نتوانست نیاز سرمادهی را کاهش دهد و تاثیری بر کاهش زمان جوانه‌زنی و افزایش سرعت آن نداشت. در بررسی کلی سولفات روی ۵ میلی‌مولار بدون استفاده از اسید جیبرلیک بیشترین سرعت جوانه‌زنی را در بذر موسیر سبب شد و در مجموع بذرهایی که با اسید سولفوریک تیمار شدند سرعت جوانه‌زنی بالاتری نشان دادند (شکل ۲). اعمال سرمادهی مرطوب جهت شکست خواب سبب تجزیه هورمون اسید آبسیزیک و کاهش مقدار آن می‌گردد (یامایوچی[6] و همکاران، ۲۰۰۴).

از آن‌جا که میزان اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک در گیاه در تعادل با هم می‌باشد در نتیجه کاهش ABA سنتز اسید جیبرلیک را تحریک می‌کند (مدیروس[7] و همکاران، ۲۰۱۵). به‌نظر می‌رسد بالا بودن سرعت جوانه‌زنی در عدم کاربرد خارجی اسید جیبرلیک به همین مسئله مربوط می‌باشد درواقع بذر حتی بدون

[1] Wani
[2] Makkizade Tafti and Farhudi
[3] Alivand
[4] Payal
[5] Aghababanejad
[6] Yamauchi
[7] Medeiros

www.SID.ir

Archive of SID

اعمال تیمار اسید جیبرلیک به سطح کافی از جیبرلین دسترسی داشته است. محمد[1] و همکاران (۲۰۱۵) بیان داشتند در صورتی‌که بذر در اوایل رشد خود با منبع غنی از مواد مغذی روبه‌رو باشد گیاه رشد خود را زودتر آغاز می‌کند و دسترسی سریع‌تر و راحت‌تری به مواد غذایی مورد نیاز خود دارد تا مادامی‌که ریشه توانایی جذب مواد غذایی را از خاک کسب کند. آن‌ها همچنین اظهار داشتند پرایمینگ بذرهای ذرت با Zn و Mn یک راهکار مناسب جهت افزایش سرعت جوانه‌زنی، تولید گیاهچه‌های زودرس‌تر، بهبود رشد و استقرار گیاه می‌باشد.

زمان رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی (T_{10})

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد کاربرد اسید سولفوریک به‌عنوان تیمار شکست خواب، سطوح پایین سولفات روی نسبت به غلظت‌های بالاتر عملکرد بهتری داشت. کمترین زمان رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی به تیمار ۵ میلی‌مولار سولفات روی تعلق داشت که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت و سبب کاهش ۶۹/۷۵ درصدی T_{10} نسبت به شاهد گردید. با افزایش غلظت سولفات روی چنین روندی ادامه نیافت و حتی در غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار $ZnSO_4$ زمان رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی افزایش قابل ملاحظه‌ای داشت.

استفاده از اسید جیبرلیک و اسید سولفوریک به‌عنوان تیمار شکست خواب تاثیری در کاهش زمان رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی نسبت به تیمار اسید سولفوریک نداشت.

سولفات روی ۵ و ۱۰ میلی‌مولار با شاهد در یک گروه آماری قرار داشت. افزایش غلظت $ZnSO_4$ زمان رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی را طولانی‌تر کرد. چنین به‌نظر می‌رسد که اسید جیبرلیک اثر روی بر کاهش زمان رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی را خنثی کرده است. اثر متقابل اسید جیبرلیک و آهن تاثیرات مثبت‌تری بر کاهش زمان جوانه‌زنی نسبت به سولفات روی و شاهد به همراه داشت و آهن ۲ درصد با تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر غلظت‌ها موجب کاهش T_{10} گردید. از مقایسه کلی تیمارها با هم چنین به نظر می‌رسد که اسید جیبرلیک تاثیر معنی‌داری بر کاهش زمان رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی نسبت به عدم استفاده از آن نداشت و احتمالا کاربرد همزمان اسید جیبرلیک اثرات مثبت سایر تیمارها را کاهش داده است (شکل ۳). ابوطالبیان و محققی[2] (۲۰۱۶) در بررسی اثر پرایمینگ بذر عدس (*Lens culinaris*) با سولفات روی و اوره بیان داشتند به‌کاربردن تیمار سولفات روی منجر به کاهش ۲۰/۱۴ درصدی زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد گردید. آن‌ها همچنین این مسئله را به افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده بافت‌های ذخیره‌ای و نیز بهبود عملکرد میتوکندری‌ها نسبت دادند.

زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T_{50})

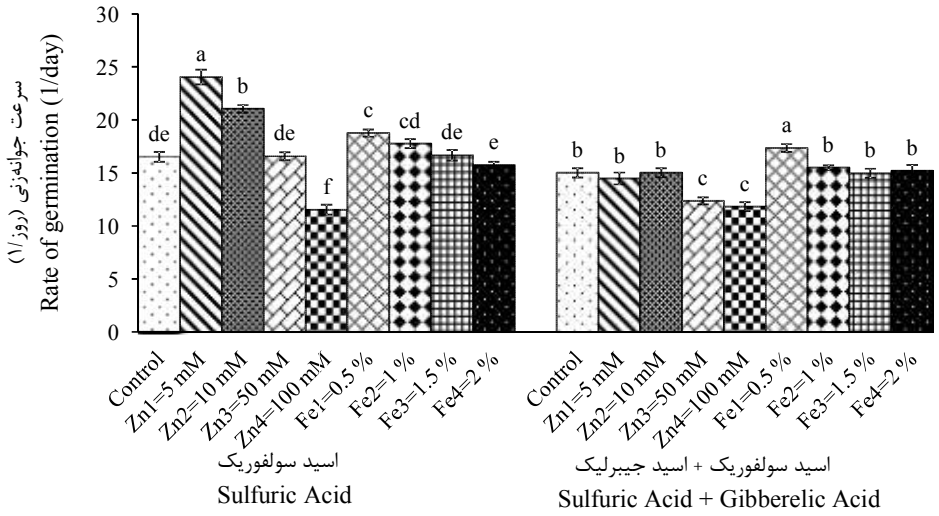
در استفاده از اسید سولفوریک کمترین زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار ۵ میلی‌مولار سولفات روی بوده که با سایر تیمارها و نیز با شاهد تفاوت معنی‌داری داشت. سولفات روی ۱۰۰ میلی‌مولار و سولفات آهن ۲ درصد منجر به افزایش معنی‌دار T_{50} نسبت به سایر تیمارها گردید. استفاده از آهن نتوانست زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی را نسبت به شاهد کاهش دهد. غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد سولفات آهن تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند و T_{50} را در مقایسه با غلظت‌های بالاتر کاهش دادند. غلظت‌های پایین روی در مقایسه با آهن تاثیر بیشتری بر کاهش زمان جوانه‌زنی داشت. استفاده از اسید جیبرلیک به همراه سولفات روی تاثیر معنی‌داری بر کاهش زمان جوانه‌زنی نسبت به شاهد نشان نداد. همچنین با افزایش غلظت $ZnSO_4$ شاخص T_{50} روند افزایشی داشت و سولفات روی ۱۰۰ میلی‌مولار با تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد زمان T_{50} را بیشتر کرد. کاربرد جیبرلین توانست اثرات آهن بر T_{50} را افزایش دهد به‌طوری‌که بذرهای تیمار شده با سولفات آهن سریع‌تر از سولفات روی به ۵۰ درصد جوانه‌زنی رسید. آهن در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد موجب کاهش معنی‌دار T_{50} نسبت به شاهد گردید که با سولفات آهن ۱ درصد در یک گروه آماری قرار داشت. چنین روندی در غلظت‌های بالاتر مشاهده نشد. در نگاه کلی بذرهای

[1] Muhammad

[2] Abutalebian and Mohagheghi

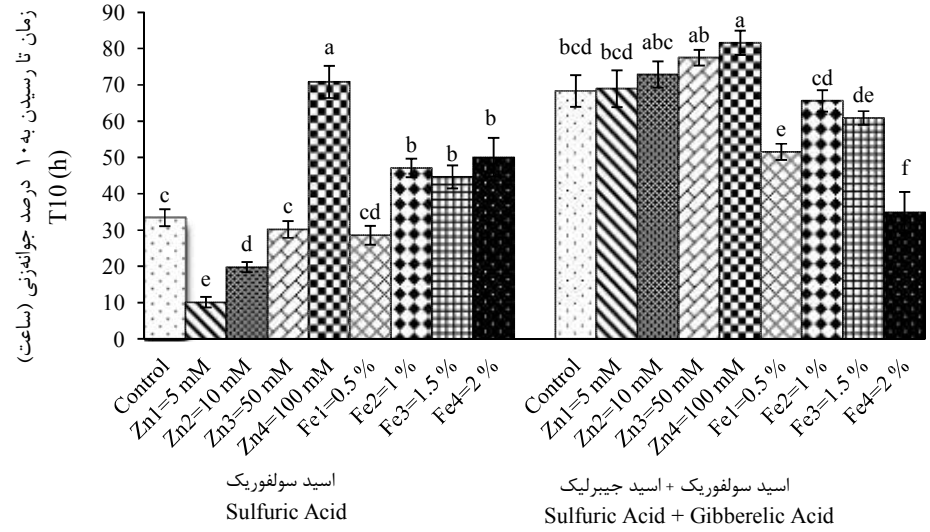
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. اثر متقابل تیمار شکست خواب و مواد مغذی بر سرعت جوانه‌زنی بذر موسیر. میانگین‌ها در هر یک از سطوح شکست خواب برش دهی شده و حروف مشابه در هر سطح بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است. میله ها بیانگر خطای استاندارد برای کل تیمارهاست.

Fig. 2. Interaction between dormancy break treatments and nutrient levels on the germination rate of *Allium hirtifoliom* seeds. Means were sliced at each dormancy break treatments. Similar letters indicate no significant difference at 5% probability level based on LSD Test. The bars indicate standard error for all treatments.

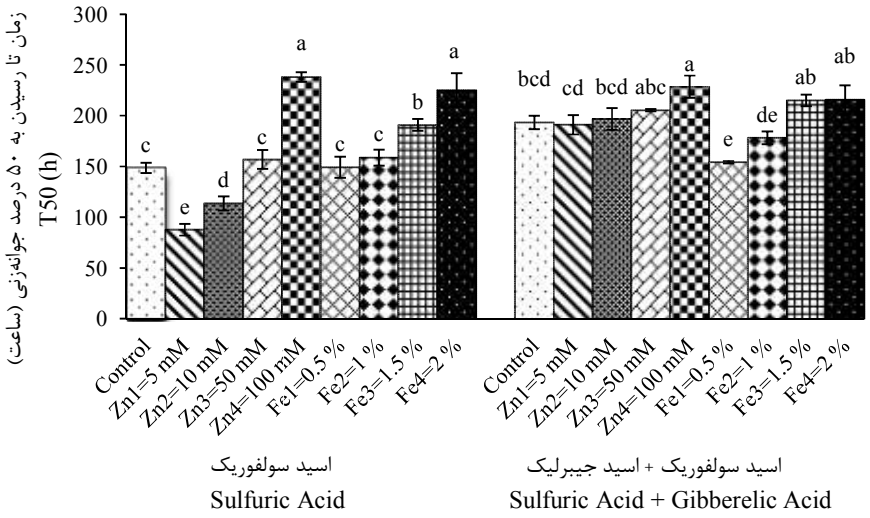


شکل ۳. اثر متقابل تیمار شکست خواب و مواد مغذی بر زمان رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی (T_{10}) بذر موسیر. میانگین‌ها در هر یک از سطوح شکست خواب برش دهی شده و حروف مشابه در هر سطح بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است. میله ها بیانگر خطای استاندارد برای کل تیمارهاست.

Fig. 3. Mutual effect of dormancy break treatments and nutrient levels on *Allium hirtifoliom* seeds' time to reach 10% germination. Means were sliced at each dormancy break treatments. Similar letters indicate no significant difference at 5% probability level based on LSD Test. The bars indicate standard error for all treatments.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. اثر متقابل تیمار شکست خواب و مواد مغذی بر زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T_{50}) بذر موسیر. میانگین‌ها در هر یک از سطوح شکست خواب برش دهی شده و حروف مشابه در هر سطح بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است. میله ها بیانگر خطای استاندارد برای کل تیمارهاست.

Fig. 4. Mutual effect of dormancy break treatments and nutrient levels *Allium hirtifoliom* seeds' time to reach 10% germination. Means were sliced at each dormancy break treatments. Similar letters indicate no significant difference at 5% probability level based on LSD Test. The bars indicate standard error for all treatments.

تیمارشده با اسید سولفوریک در غلظت ۵ میلی‌مولار سولفات روی کمترین زمان T_{50} را داشت که به معنی جوانه‌زنی سریع‌تر بذرهای موسیر در این غلظت می‌باشد (شکل ۴). کاهش سرعت جوانه‌زنی و افزایش زمان رسیدن به ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی در غلظت‌های بالای مواد مغذی احتمالا به دلیل اثر سمی ایجاد شده در این غلظت‌هاست که با نتایج جانسون و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت داشت.

شاخص یکنواختی جوانه‌زنی

شاخص یکنواختی جوانه‌زنی در این آزمایش فاصله زمانی بین ۲۵ و ۷۵ درصد جوانه‌زنی در نظر گرفته شده است که هرچه میزان کمتری باشد بیانگر یکنواختی جوانه‌زنی است (جوزن و همکاران، ۲۰۱۰). در استفاده از اسید سولفوریک، سولفات روی ۵ و ۱۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت اگرچه نسبت به غلظت‌های بالاتر دارای جوانه‌زنی یکنواخت‌تری بودند به‌طوری‌که با افزایش غلظت $ZnSO_4$ یکنواختی جوانه‌زنی با تفاوت معنی‌داری نسبت به سطوح پایین و نیز شاهد کاهش یافت. همچنین سولفات آهن ۱ درصد با تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر غلظت‌های آهن موجب ارتقاء شاخص یکنواختی جوانه‌زنی شد ولی با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. افزایش غلظت آهن منجر به کاهش یکنواختی جوانه‌زنی گردید به‌گونه‌ای‌که سولفات آهن ۲ درصد بیشترین غیریکنواختی را در بین تیمارها داشت.

نتایج نشان داد به‌طور کلی استفاده از اسید جیبرلیک یکنواختی جوانه‌زنی را نسبت به عدم استفاده از آن بهبود بخشید و تیمار کردن بذرهای با سولفات آهن ۰/۵ و ۱ درصد به همراه تیمار شکست خواب اسید جیبرلیک بهتر از بقیه تیمارها عمل کرد و سبب تولید جوانه‌های یکنواخت‌تری گردید درحالی‌که با افزایش سطوح Zn و Fe یکنواختی جوانه‌زنی روند کاهشی داشت که می‌توان آن را به سمیت ناشی از غلظت‌های بالای مواد مغذی نسبت داد (جانسون و همکاران، ۲۰۰۵).

در کاربرد سولفات آهن و جیبرلین یکنواختی جوانه‌زنی در مقایسه با سولفات روی تفاوت معنی‌داری داشت این بدان معنا است که سطوح پایین آهن اثرات

www.SID.ir

Archive of SID

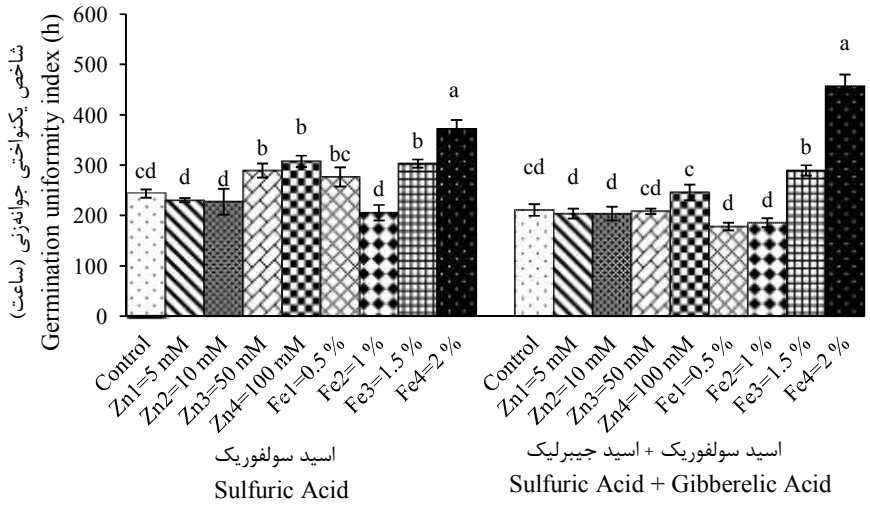
اسید جیبرلیک بر یکنواختی جوانه‌زنی را افزایش داده است. بذرهای پرایم‌شده به‌واسطه تجزیه سریع‌تر مواد ذخیره‌ای دارای درصد جوانه‌زنی بیشتر و با آهنگ یکنواخت‌تری هستند (ابوطالبیان و محققی، ۲۰۱۶).

چنین به‌نظر می‌رسد اسید جیبرلیک با تاثیرگذاری بر درصد جوانه‌زنی موجب شد تا یکنواختی جوانه‌زنی بهبود یابد. در یک مقایسه کلی استفاده از اسید جیبرلیک نسبت به عدم استفاده از آن میزان یکنواختی جوانه‌زنی را بهبود بخشید همچنین تیمارهای ۰/۵ و ۱ درصد سولفات آهن و غلظت‌های پایین سولفات روی به همراه اسید جیبرلیک بهتر از بقیه تیمارها عمل کرد (شکل ۵).

طول گیاهچه

در استفاده از اسید سولفوریک، سولفات روی ۵ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری نسبت به سطوح دیگر $ZnSO_4$ و نیز شاهد داشت و منجر به افزایش ۷۷/۶۷ درصدی طول گیاهچه نسبت به شاهد گردید. با افزایش غلظت سولفات روی طول گیاهچه کاهش یافت به‌طوری که طول گیاهچه بذرهای تیمار شده با سولفات روی ۱۰۰ میلی‌مولار کمترین طول گیاهچه را در بین تیمارها به خود اختصاص داد.

سولفات آهن در مقایسه با سولفات روی تاثیر بیشتری بر طول گیاهچه داشت و آهن ۱ درصد بیشترین طول گیاهچه را به خود اختصاص داد، همچنین با غلظت‌های ۱/۵ و ۲ درصد در یک گروه آماری قرار داشت. در کاربرد تیمار شکست خواب اسید جیبرلیک و اسید سولفوریک، غلظت ۱۰ میلی‌مولار $ZnSO_4$ با تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر غلظت‌ها و نیز شاهد، طول گیاهچه را افزایش داد. با افزایش بیشتر غلظت سولفات روی طول گیاهچه روند کاهشی داشت. اثرات برهم‌کنش جیبرلین با آهن ۰/۵ و ۱ درصد با اختلاف معنی‌داری نسبت به کلیه تیمارها منجر به افزایش طول گیاهچه گردید به‌طوری‌که بالاترین طول گیاهچه در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد آهن و اسید جیبرلیک به دست آمد اما با افزایش بیشتر غلظت سولفات آهن روند کاهشی بود. در بررسی کل تیمارها با هم غلظت ۱ درصد سولفات آهن و اسید جیبرلیک بیشترین تاثیر را بر افزایش طول گیاهچه به دنبال داشت (شکل ۶).

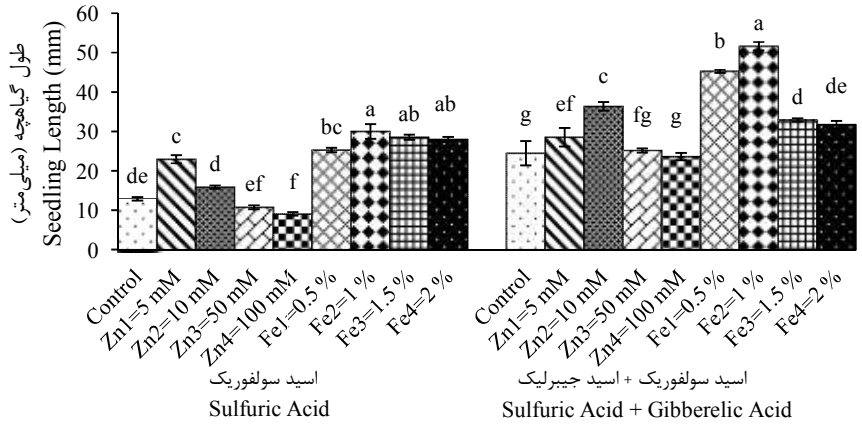


شکل ۵. اثر متقابل تیمار شکست خواب و مواد مغذی بر یکنواختی جوانه‌زنی بذر موسیر. میانگین‌ها در هر یک از سطوح شکست خواب برش دهی شده و حروف مشابه در هر سطح بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است. میله ها بیانگر خطای استاندارد برای کل تیمارهاست.

Fig. 5. Mutual effect of dormancy break treatments and nutrient levels on germination uniformity of *Allium hirtifoliom* seeds. Means were sliced at each dormancy break treatments. Similar letters indicate no significant difference at 5% probability level based on LSD Test. The bars indicate standard error for all treatments.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. اثر متقابل تیمار شکست خواب و مواد مغذی بر طول گیاهچه بذرهای موسیر. میانگین‌ها در هر یک از سطوح شکست خواب برش دهی شده و حروف مشابه در هر سطح بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است. میله ها بیانگر خطای استاندارد برای کل تیمارهاست.

Fig. 6. Mutual effect of dormancy break treatments and nutrient levels on seedling length of *Allium hirtifoliom* seeds. Means were sliced at each dormancy break treatments. Similar letters indicate no significant difference at 5% probability level based on LSD Test. The bars indicate standard error for all treatments.

نتایج حاصل با نتایج ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی استفاده از اسید جیبرلیک بر طول گیاهچه هم سو بود. بیکالهو[1] و همکاران (۲۰۱۵) اثر اسید جیبرلیک بر طول گیاهچه را به افزایش فعالیت آنزیمی و اتساع دیواره سلولی نسبت داد. افزایش طول گیاهچه در اثر تیمار سولفات روی می‌تواند به دلیل نقش مؤثر Zn در تولید اکسین (ایندول استیک اسید) به‌ویژه در غلظت‌های پایین باشد. روی در سنتز تریپتوفان دخالت دارد در نتیجه به‌عنوان پیش‌ماده‌ای برای تولید اکسین محسوب می‌شود (وجودی[2] و همکاران، ۲۰۱۶).

از آن‌جا که اکسین از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است به‌طور قطع شاخص‌های جوانه‌زنی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. یکی از نقش‌های اصلی اکسین، افزایش انبساط‌پذیری دیواره سلولی است که به دنبال آن افزایش رشد سلول‌ها و طویل شدن ساقه انتظار می‌رود. آن‌چه که اهمیت دارد این است که افزایش غلظت بیش از حد اکسین اثر عکس بر جوانه‌زنی می‌گذارد به‌گونه‌ای که اگر غلظت اکسین در گیاه بیش از اندازه زیاد شود رشد گیاه حتی از شاهد هم کم‌تر می‌گردد. احتمالا کاهش طول گیاهچه و شاخص بنیه در اثر افزایش غلظت $ZnSO_4$ نیز به دلیل همین مسئله می‌باشد. نتایج پراساد[3] و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی اثر نانوذرات روی بر جوانه‌زنی، رشد و عملکرد بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) نشان دادند سولفات روی منجر به افزایش طول گیاهچه و شاخص بنیه گشته است.

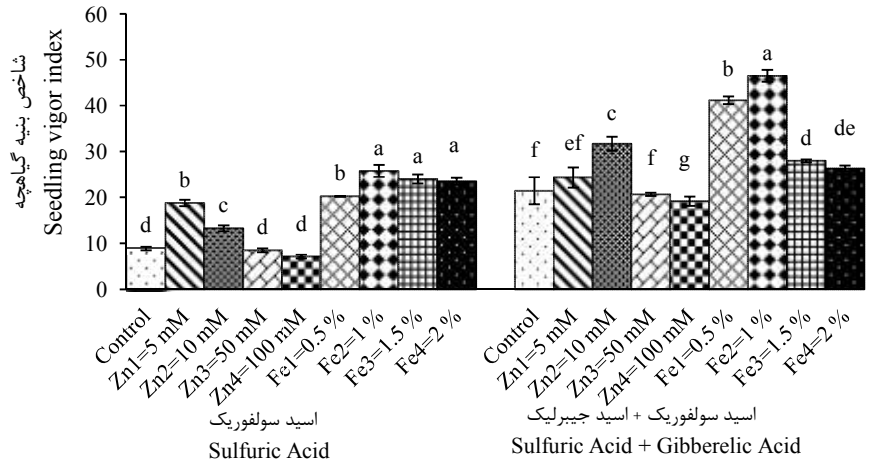
شاخص بنیه گیاهچه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد در استفاده از تیمار شکست خواب اسید سولفوریک، سولفات روی ۵ میلی‌مولار با اختلاف معنی‌داری منجر به افزایش شاخص بنیه گیاهچه نسبت به سطوح دیگر و نیز شاهد گردید. استفاده از سولفات آهن در مجموع منجر به افزایش شاخص بنیه گیاهچه نسبت به سولفات روی و شاهد گردید. در کاربرد تیمار شکست خواب اسید جیبرلیک به همراه اسید سولفوریک، شاخص بنیه گیاهچه در کلیه سطوح افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شکست خواب اسید سولفوریک داشت. بیشترین شاخص بنیه گیاهچه، مربوط به غلظت ۱ درصد آهن (۴۶/۴۸) و کمترین آن مربوط به غلظت‌های بالای روی (۷/۱۲) و شاهد (۸/۸۸) بود.

[1] Bicalho
[2] Vojodi
[3] Prasad

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. اثر متقابل تیمار شکست خواب و مواد مغذی بر شاخص بنیه گیاهچه بذرهای موسیر. میانگین‌ها در هر یک از سطوح شکست خواب برش دهی شده و حروف مشابه در هر سطح بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است. میله ها بیانگر خطای استاندارد برای کل تیمارهاست.

Fig. 7. Mutual effect of dormancy break treatments and nutrient levels on vigor index I of *Allium hirtifoliom* seeds. Means with similar letters in each level of break dormancy were not significantly different at 5% probability level, based on the LSD Test.

سطوح پایین آهن اثر جیبرلین بر شاخص بنیه گیاهچه را افزایش داد درصورتی‌که با افزایش غلظت آهن چنین روندی مشاهده نشد. به‌طور کلی بذرهای تیمار شده با اسید جیبرلیک شاخص بنیه بالاتری از خود نشان دادند (شکل ۷).

قدرت بذر و توانایی زنده‌مانی بذر، دو عامل مهمی است که بر رشد گیاهان تاثیر می‌گذارد (بدیری[1] و همکاران، ۲۰۱۴). هرچه بذر از کیفیت بالاتری برخوردار باشد شاخص‌های رشدی بهتری دارد. ذخایر تغذیه‌ای دانه‌ها یک عامل تعیین کننده در کیفیت بذر می‌باشد و تا زمانی‌که ریشه به توانایی کامل جذب از خاک برسد شدیدا به ذخایر تغذیه‌ای خود متکی است (محمد و همکاران، ۲۰۱۵). تیمار کردن بذرها با مواد مغذی یکی از بهترین تکنیک‌هایی است که می‌توان در راستای ارتقای مواد قابل دسترس بذر در اوایل رشد از آن استفاده کرد. نتایج محمد و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان داد شاخص بنیه و نمو گیاهچه به شدت تحت تاثیر مقدار مواد مغذی در بذر قرار می‌گیرد. میرشکاری (۲۰۱۵) در بررسی اثر پرایمینگ بذر با عناصر کم‌مصرف آهن و بور بر گل همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) نشان داد بذرهای تیمار شده با ۱/۵ درصد آهن دارای شاخص بنیه گیاهچه بالاتری نسبت به شاهد بودند. پراساد و همکاران (۲۰۱۲) نیز اظهار داشتند گیاهانی که در شرایط کمبود روی سبز می‌گردند دارای شاخص بنیه و استقرار ضعیف‌تری هستند از این‌رو ممکن است نتیجه‌گیری شود که Zn در بذر می‌تواند به‌عنوان یک کود استارتر عمل کند بنابراین افزایش غلظت Zn در گیاه نقش فیزیولوژیکی مهمی در طول جوانه‌زنی ایفا می‌کند.

نتیجه‌گیری

جوانه‌زنی و استقرار ضعیف یکی از موانع پیش‌رو برای کشت و کار و تولید گیاه دارویی موسیر از طریق بذر به‌شمار می‌رود. نظر به این‌که موسیر گیاهی در حال انقراض است و نیز با توجه به پتانسیل بالای آن جهت صادرات، به‌کارگیری فناوری‌های بذر نظیر پرایمینگ با مواد مغذی ممکن است راه‌کاری مناسب جهت بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و استقرار این گیاه به‌شمار رود. در این تحقیق پرایمینگ با مواد مغذی اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، زمان رسیدن به ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه بذرهای موسیر بعد شکست خواب داشت. اسید سولفوریک و آهن ۱ درصد

[1] Badiri

www.SID.ir

Archive of SID

سبب افزایش جوانه‌زنی نسبت به شاهد گردید. با اضافه شدن اسید جیبرلیک، سطوح سولفات روی تاثیر چندانی نشان نداد اما اثر آهن اندکی تقویت شد. سولفات روی ۵ میلی‌مولار نسبت به شاهد موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید که با افزایش غلظت روند کاهشی داشت. اسید جیبرلیک سبب تغییر محسوسی در سرعت نگردید. زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی نیز تحت تاثیر غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد سولفات و سطوح پایین روی کاهش یافت. استفاده از اسید جیبرلیک تاثیر معنی‌داری بر کاهش زمان جوانه‌زنی نسبت به شاهد نشان نداد و در غلظت‌های بالاتر مدت زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی را بیشتر کرد. نتایج نشان داد استفاده از اسید جیبرلیک اگرچه تاثیری بر افزایش سرعت جوانه‌زنی و کاهش زمان رسیدن به ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی نداشت اما اثرات مواد مغذی بر صفات درصد جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه را تقویت کرد که در مورد سولفات آهن این اثر مشهودتر بود. لذا مسلما استفاده از ترکیبات ریزمغذی صفات جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه موسیر را افزایش می‌دهد. استفاده از اسید جیبرلیک در شکست خواب نیز می‌تواند با توجه به شرایط و تنش‌های احتمالی موجود در عرصه مدیریت شود، اگرچه روند کلی نشان داد می‌تواند سبب تولید گیاهچه‌های قوی تر گردد.

منابع

Abdulrahmani, B., Ghassemi-Golezani, K., Valizadeh, M., and Asl, V.F. 2007. Seed priming and seedling establishment of barley (*Hordeum vulgare* L.). Journal of Food Agriculture and Environment, 5(3/4): 179-184.

Abutalebian, M.A., and Mohagheghi, A. 2016. Effect of different priming treatments on yield and yield components of lentil in season last under drought stress. Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products, 15: 129-140. [In Persian with English Summary]. https://doi.org/10.18869/acadpub.jcpp.5.15.129

Adhikari, T., Kundu, S., and Rao, A.S. 2015. Zinc delivery to plants through seed coating with nano-zinc oxide particles. Journal of Plant Nutrition, 39(1): 136-146. https://doi.org/10.1080/01904167.2015.1087562

Aghababanejad, Z. Abbasi Surki, A., and Tahmasebi, P. 2018. Studying interaction of Moist-Chilling and gibberellic acid on germination of *Fritillaria imperialis*. Iranian journal of seed science and technology 6:257-266. [In Persian with English Summary].

Akram Ghaderi, F., Kamkar, B., and Soltani, A. (translators). 2015. Seed Science and Technology. Mashhad University Jahad Press. Edition (2). 512 p. [In Persian].

Alivand, R., Tavakkol Afshari, R., and Sharifzade, F. 2014. Study of seed germination process of rapeseed (*Brassica napus*) and Prediction seed disappearance under different storage conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 1: 69-83. [In Persian with English Summary].

Allahmoradi, M., Ghanbarian, G. A., and Ghasemi, F. 2013. Investigation of the characteristics of the *Allium hirtifolium* (Boiss) in Fars. Journal of Rangeland, 4: 282-291. [In Persian with English Summary].

Ameri, A., Fatemi, H., Aroiee, H., and da Silva, J.A.T. 2011. What's the Effect of saline priming on germination factors of *Capsicum annuum* var. 'California Wonder'Seeds? Seed Science and Biotechnology, 5(1): 47-49.

Badiri, A., and Mirshekari, B. 2014. Germination and yield of plantain affected by priming with some micronutrients. International Journal of Advanced Life Sciences, 7: 565-573.

Badiri, A., Mirshekari, B., Hadavi, E., and Hamidi, A. 2014. Effect of Seeds priming with micronutrients on growth seed yield and mucilage of plantain. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 4: 335-342.

www.SID.ir

Bicalho, E.M., Pintó-Marijuan, M., Morales, M., Müller, M,. Munné-Bosch, S., and Garcia, Q.S. 2015. Control of macaw palm seed germination by the gibberellin/abscisic acid balance. Plant Biology, 17(5): 990-996. https://doi.org/10.1111/plb.12332

Dashti, F., Ghahremani-Majd, H., and Esna-Ashari, M. 2012. Overcoming seed dormancy of mooseer (*Allium hirtifolium*) through cold stratification, gibberellic acid, and acid scarification. Journal of Forestry Research, 23(4): 707-710. https://doi.org/10.1007/s11676-012-0314-9

Ebrahimi, R., Zamani, Z., and Kashi, A. 2009. Genetic diversity evaluation of wild Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.) using morphological and RAPD markers. Scientia Horticulturae, 119(4): 345-351. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.032

Ebrahimi, R., Hassandokht, M., Zamani, Z., Kashi, A., Roldan-Ruiz, I., and Van Bockstaele, E. 2014. Seed morphogenesis and effect of pretreatments on seed germination of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.), an endangered medicinal plant. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 55(1): 19-26. https://doi.org/10.1007/s13580-014-0032-7

Ellis, R.H., and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 377-409.

Etemadi, N., Haghighi, M., and Zamani N. 2011. Optimizing seed germination threatened endemic species of the Persian shallot (*Allium hirtifolium* boiss.). African Journal of Agricultural Research, 25(6): 5650-5655. https://doi.org/10.5897/AJAR11.1156

Farooq, M., Wahid, A., and Siddique, K.H. 2012. Micronutrient application through seed treatments: a review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12(1): 125-142. https://doi.org/10.4067/S0718-95162012000100011

Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., and Yunas, M. 2008. On-farm seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. Plant and Soil, 306(1-2): 3-10. https://doi.org/10.1007/s11104-007-9465-4

International Seed Testing Association. 2011. International rules for seed testing. Seed Science and Technology, 24: 155-202.

Johnson, S.E., Lauren, J.G., Welch, R.M., and Duxbury, J.M. 2005. A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. Experimental Agriculture, 41(4): 427-448. https://doi.org/10.1017/S0014479705002851

Joosen, R.V.L., Kodde, J., Willems, L.A.J., Ligterink, W., van der Plas, L.H., and Hilhorst, H.W. 2010. Germinator: a software package for high-throughput scoring and curve fitting of Arabidopsis seed germination. The Plant Journal, 62(1): 148-159. https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2009.04116.x

Kheirkhah, M., and Dadkhah, A. 2010. Study of *Allium altissimum* Regel. phenology and consider how to domesticating it. Horticulture Researches (Pajouhesh and Sazandegi), 82: 19-24. [In Persian with English Summary].

Latef, A.A.H.A., Alhmad, M.F.A., and Abdelfattah, K.E. 2017. The possible roles of priming with ZnO nanoparticles in mitigation of salinity stress in lupine (*Lupinus termis*) plants. Journal of Plant Growth Regulation, 36(1): 60-70. https://doi.org/10.1007/s00344-016-9618-x

Lebedev, S.V., Korotkova, A.M., and Osipova, E.A. 2014. Influence of Fe nanoparticles. Magnetite Fe_3O_4 nanoparticles and iron (II) sulfate ($FeSO_4$) solutions on the content of photosynthetic pigments in *Triticum vulgare*. Russian Journal of Plant Physiology, 61: 564-569. https://doi.org/10.1134/S1021443714040128

Makkizade Tafti, M., and Farhudi, B. 2014. Effect of break dormancy treatments on germination and seedling growth of (*Kelussia odoratissima* Mozaff.). Journal of Plant and Ecosystem, 37: 53-61. [In Persian with English Summary].

www.SID.ir

Archive of SID

Medeiros, M.J., Oliveira, M.T., Willadino, L., and Santos, M.G. 2015. Overcoming seed dormancy using gibberellic acid and the performance of young *Syagrus coronata* plants under severe drought stress and recovery. Plant Physiology and Biochemistry, 97: 278-286. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.10.008

Mirshekari, B. 2012. Seed priming with iron and boron enhances germination and yield of dill (*Anethum graveolens*). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36(1): 27-33.

Mirshekari,. B. 2015. Effects of seed priming with microelements of Fe and B on some germination parameters and yield of marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30(6): 879-888.

Mozaffarian, V. 2012. Identification of Medicinal and Aromatic Plants of Iran. Contemporary Culture of Tehran Press. 1444 p. [In Persian].

Muhammad, I., Kolla, M., Volker, R., and Günter, N. 2015. Impact of nutrient seed priming on germination, seedling development, nutritional status and grain yield of maize. Journal of Plant Nutrition, 38(12): 1803-1821. https://doi.org/10.1080/01904167.2014.990094

Nautiyal, N., and Shukla, K. 2013. Evaluation of seed priming zinc treatments in chickpea for seedling establishment under zinc-deficient conditions. Journal of Plant Nutrition, 36(2): 251-258. https://doi.org/10.1080/01904167.2012.739245

Payal, K., Maikhuri, R.K., Rao, K.S., and Kandari, L.S. 2014. Effect of gibberellic acid-and water-based pre-soaking treatments under different temperatures and photoperiods on the seed germination of *Allium stracheyi* Baker: An endangered alpine species of Central Himalaya, India. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 148(6): 1075-1084. https://doi.org/10.1080/11263504.2013.823131

Prasad, T.N.V.K.V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V., Reddy, K.R., Sreeprasad, T.S., Sajanlal, P.R. and Pradeep, T. 2012. Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. Journal of Plant Nutrition, 35(6): 905-927. https://doi.org/10.1080/01904167.2012.663443

Sharifi, R., Mohammadi, K., and Rokhzadi, A. 2016. Effect of seed priming and foliar application with micronutrients on quality of forage corn (*Zea mays*). Environmental and Experimental Biology, 14: 151-156. https://doi.org/10.22364/eeb.14.21

Shinde, P., and Vasudevan, S.D.S. 2017. Influence of seed polymer coating with micronutrients and foliar spray on seed yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Legume Research, 40(4): 704-709. https://doi.org/10.18805/lr.v0iOF.10760

Tavakkol Afshari, R., Abbasi surki, A., and Ghasemi, A. 2008. Seed Technology and its Biological Basis. Tehran University Press. First Edition. 515 p. [In Persian].

Torabian, S., Zahedi, M., and Khoshgoftar, A.H. 2017. Effects of foliar spray of nano-particles of $FeSO_4$ on the growth and ion content of sunflower under saline condition. Journal of Plant Nutrition, 40(5): 615-623. https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1240187

Vojodi, M.L., Hassanpouraghdam, M.B., Ebrahimzadeh, A., and Valizadeh, K.R. 2016. Effects of $ZnSO_4$ foliar application on vegetative growth and phenolic and essential oil content of geranium (*Pelargonium odoratissimum* L.). Journal of Ornamental Plants, 6: 193-199.

Wani, R.A., Malik, T.H., Malik, A.R., Baba, J.A., and Dar, N.A. 2014. Studies on apple seed germination and survival of seedlings as affected by gibberellic acid under cold arid conditions. International Journal of Scientific and Technology Research, 3(3): 2010-2016.

Yamauchi, Y., Ogawa, M., Kuwahara, A., Hanada, A., Kamiya, Y., and Yamaguchi, S. 2004. Activation of gibberellin biosynthesis and response pathways by low temperature during imbibition of Arabidopsis thaliana seeds. The Plant Cell, 16(2): 367-378. https://doi.org/10.1105/tpc.018143

www.SID.ir

Archive of SID
Iranian Journal of Seed Research, 2019, 6(1): 33-49

Yasouj University

Research Article

Effect of Seed Priming with $ZnSO_4$ and $FeSO_4$ on Dormancy Break Optimization and Germination Traits of Shallot (*Allium hirtifolium*)

Elahe Sadat Hoseinpur Askarian [1], Ali Abbasi Surki [2,*], Abdolrazagh Danesh Shahraki [2]

Extended Abstract

Introduction: In addition to dormancy, seeds of *Allium hirtifolium* have a weak emergence in the field. Among methods for improving the efficiency and emergence of seeds, nutritional priming can be considered for its performance on weak seeds. The presence of micronutrients is one of the factors that may affect the efficiency of the seeds. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of priming with nutrients on optimization of dormancy status, germination, and enhancement of shallot seeds for its conservational, restoration and domestication programs.

Materials and Methods: In order to study effects of nutrients on germination and emergence of *Allium hirtifolium*, a CRD factorial experiment was conducted with four replications at Seed Science and Technology Lab of Shahrekord University in 2015. Two dormancy breaking treatments (sulfuric acid and sulfuric acid + gibberellic acid) as the first factor and nine nutrition treatments including four levels of $ZnSO_4$ (5, 10, 50 and 100 mM) and four levels of $FeSO_4$ (0.5, 1, 1.5 and 2%) versus control were compared on shallot seeds.

Results: The results showed that dormancy breaking treatments, nutrient pretreatment of seeds and their interaction had significant effects on germination percentage, germination rate, time to reach l0% and 50% germination, germination uniformity, seedling length and vigor index I at 1% probability level. Sulfuric acid and $FeSO_4$1% increased germination versus control. Application of gibberellic acid affected the behavior of iron but did not indicate significant effects for zinc. The concentration of 5 mM $ZnSO_4$ increased the rate of germination, compared with the control but decreased with higher concentrations. The gibberellic acid did not show any sharp effects on germination rate. Time to reach 50% germination was also affected by $FeSO_4$ 0.5% and 1% and lower levels of zinc. Application of gibberellic acid did not show any significant impact on the germination time reduction, compared with control and increased T_{50} in higher concentrations. Although germination traits were rarely affected by gibberellic acid, seedling length and vigor index were positively influenced with GA, and the highest seedling length was achieved at 0.5 and 1% of iron and gibberellic acid.

Conclusion: Seed priming with nutrients can improve germination and plant vigur indices. Different concentrations of iron and zinc showed different impacts on the seeds, which showed interaction with dormancy breaking methods. Although application of gibberellic acid did not have an effective role in increasing germination rate and reducing the time to reach 10% and 50% of germination, it enhanced seedling length and vigor index I, especially for iron.

Keywords: Nutrients, Emergence, Gibberellic acid, Vigor Index, Sulfuric acid

***Highlights*:**

1- Addition of iron and zinc sulfate to shallot seeds whose dormancy was broken with sulfuric acid caused higher germination rate of 25.54%, compared with the control.
2- Gibberellin compensated for zinc effect in germination and was able to replace it, but had a slight synergic effect with iron sulfate.
3- Although gibberellin application did not affect germination traits, the seedling length and vigor index showed a positive response to it.

[1] M.Sc. Student, School of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[2] Assistants Professor, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

[*] Corresponding author, E-mail: abbasi@sku.ac.ir

DOR: 98.1000/2383-1251.1398.6.33.11.1.1575.41

DOI: 10.29252/yujs.6.1.33

(Received: 12.09.2018; Accepted: 25.02.2019)

CrossMark

www.SID.ir