نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۷۵-۱۶۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 168-175
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر تیمارهای پرایمینگ برخصوصیات جوانه‌زنی بذر دو رقم گیاه دارویی خردل (*Brassica compestris* var. Parkland and Goldrash)

مرتضی گلدانی[1*] - صدیقه مزروعی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۰۲

چکیده

آبدهی بذر قبل از کاشت منجر به جذب فیزیکی آب و شروع فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها می‌شود، به‌طوری‌که شرایط جوانه‌زنی و قدرت رویش بذر و گیاهچه بهبود می‌یابد. این تحقیق به منظور تعیین اثرات پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر، تعیین مناسب‌ترین روش پرایمینگ و هم‌چنین تعیین غلظت محلول پرایم بر جوانه‌زنی بذر ارقام Parkland و Goldrash گیاه دارویی خردل بصورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۲ انجام شد. در این آزمایش بذور تحت تاثیر تیمارهای هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ با محلول‌های۴- و۱۶- مگاپاسکال اوره و سولفات روی قرار گرفتند و شاهد نیز شامل تیمار بدون پرایم بود. نتایج حاکی از آن بود که خصوصیات جوانه‌زنی شامل سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه رقم Goldrash مناسب‌تر بود و حداکثر بهبود جوانه‌زنی در بذور هیدروپرایمینگ شده مشاهده شد، به طوری‌که در این تیمار اختلاف سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار بود. ولی بذور اسموپرایمینگ شده مشابه و حتی در برخی موارد ضعیف‌تر از شاهد بودند. به طوری‌که در تیمار اسموپرایمینگ با سولفات روی صفات جوانه‌زنی هر دو رقم کاهش نشان دادند و بیشترین کاهش با محلول ۱۶- مگا پاسکال سولفات روی در رقم Parkland به دست آمد، به طوری‌که درصد جوانه‌زنی در تیمار اسموپرایمینگ با محلول‌های۱۶- مگاپاسکال سولفات روی در مقایسه با شاهد ۸۶ درصد کاهش نشان داد. به طورکلی نتایج نشان داد که شاخص‌های جوانه‌زنی واریته Goldrash در شرایط هیدروپرایمینگ مطلوب‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: اسموپرایمینگ، هیدروپرایمینگ، شب بو، درصد و سرعت جوانه‌زنی

مقدمه

خردل (*Brassica compestris*) گیاهی قدیمی است که به طور وسیعی در نواحی خشک و نیمه خشک رشد می‌کند. سلول‌های اپیدرمی دانه آن دارای موسیلاژ است. این گیاه دارای گونه‌هایی با فرم و خصوصیات رشدی متفاوتی می‌باشد. خردل دارای ریشه مسطح، بدون طوقه طویل، ساقه ۳۰ تا ۱۲۰ سانتی متر است. برگ‌های آن صاف، پهن و کرکی می‌باشد و دارای گل‌های زرد و کوچک است (۲۴). استقرار گیاهچه یک مرحله حساس در فرآیند تولید محصولات گیاهی است. یکنواختی و میزان درصد سبز شدن بذور در کشت مستقیم می‌تواند تاثیر زیادی روی میزان عملکرد و کیفیت تولید داشته باشد (۱ و ۲۴). در سال‌های گذشته تلاش‌های زیادی برای بهبود شرایط جوانه‌زنی و قدرت رویش بذر و گیاهچه گیاهان مختلف برای کاشت در محیط‌های ویژه انجام شده است. یکی از روش‌های پیشرفته استفاده از تکنولوژی پرایمینگ (آبگیری بذر) است با این روش می‌توان قدرت جوانه‌زنی و رویش بذور را در شرایط کاهش پتانسیل اسمزی، افزایش داد (۱۰ و ۲۳). پرایمینگ بنا به تعریف به تیمار بذر قبل از کاشت اطلاق می‌شود که به وسیله آن بذر مرحله اول جوانه‌زنی را طی می‌کند ولی به دلیل پایین بودن میزان آب جذب شده از خروج ریشه‌چه ممانعت به عمل می‌آید. به عبارت دیگر در جریان پرایمینگ بذر از مرحله جوانه‌زنی تا شروع تقسیم سلولی تحریک می‌شود و پس از خشک شدن و آبگیری مجدد از همان نقطه‌ای که خشک شده بود شروع به فعالیت می‌کند (۵). هدف از تکنولوژی آبگیری بذر افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، خروج یکنواخت‌تر و سریع‌تر نهال‌ها، پیشرفت بلوغ و افزایش یکنواختی استقرار گیاهچه، تحمل درجه حرارت‌های وسیع برای جوانه‌زنی، اصلاح سلول‌های آسیب دیده، ضعیف کردن مانع برای رشد جنین، مقابله با آفات و بیماری‌ها، کاهش زمان نگهداری، حذف خفتگی، بهبود کیفیت محصول و برداشت، مقاومت به شرایط نامساعد محیطی

۱ و ۲- دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: Email: goldani@um.ac.ir)

در هنگام کاشت و افزایش در قدرت نمو گیاه اشاره کرد (۴، ۷، ۹ و ۱۹).

رایج‌ترین روش‌های پرایمینگ شامل هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ می‌باشد که اسموپرایمینگ نوع خاصی از آماده‌سازی پیش از کاشت بذور بوده که از طریق خواباندن بذور در محلول‌های با پتانسیل اسمزی پایین حاوی مواد شیمیایی مختلفی هم‌چون پلی‌اتیلن گلیکول، کلریدسدیم، نیترات‌پتاسیم، گلیسرول و مانیتول به دست می‌آید (۲، ۱۰، ۱۲ و ۱۶). اسموپرایمینگ توسط اوره برای تقویت بنیه بذور استفاده می‌شود، به‌طوری‌که در فرایند آنزیم‌های دخیل در فرآیند جوانه‌زنی به درصد و سرعت جوانه‌زنی کمک کند (۲۳). از طرفی توقف رشد سیستم ریشه‌ای دانهال در حضور عناصر مانند سولفات روی و مس به‌دلیل تخریب موضعی مراحل متابولیکی دانهال دانسته‌اند (۲۵). در روش هیدروپرایمینگ بذور با آب خالص و بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی تیمار می‌شوند، که این نوع پرایمینگ بسیار ساده و ارزان بوده و مقدار جذب آب، از طریق مدت زمانی که بذور در تماس با آب هستند، کنترل می‌شود (۲، ۱۳ و ۱۸). بعضی از محققین اثرات مثبت پرایمینگ روی جوانه‌زنی گیاهان مختلف را مورد بررسی قرار دادند و اظهار داشتند که این روش‌های تیماری در افزایش جوانه‌زنی موثر بوده و باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شوند (۶، ۹، ۱۵ و ۲۱). هدف کلی پرایمینگ بذر، آبدهی جزئی بذر می‌باشد به‌طوری‌که بذور مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و دوم (شروع فرآیندهای بیوشیمیایی وهیدرولیز قندها) جوانه‌زنی را پشت سر گذاشته ولی از ورود به مرحله سوم جوانه‌زنی (مصرف قند توسط جنین و ر شد ریشه‌چه) باز می‌ماند (۵). بنابراین با توجه به اهمیت فرایند پرایمینگ در افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی بیشتر در استقرار گیاهچه، مقاومت به شرایط نامساعد محیطی از جمله رکود بذر خردل، تنش شوری و خشکی در هنگام کاشت و افزایش در قدرت نمو گیاه، این تحقیق با هدف مطالعه تاثیر بهترین تیمارهای هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام خردل اجراء شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در پتری‌دیش (نه سانتیمتری حاوی یک ورق کاغذ واتمن شماره یک) در آزمایشگاه تحقیقات عالی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۲ انجام شد، عامل اول شامل دو رقم خردل Golarash و Parkland (تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی) و عامل دوم شامل شش سطح پرایمینگ (تیمارهای اسموپرایمینگ با اوره۵۰ ppm و ۱۰۰ ppm، سولفات روی ۵۰ ppm و ۱۰۰ ppmو هیدروپرایمینگ (آب مقطر) و بدون پرایم (شاهد)) بود.

ابتدا به منظور جلوگیری از آلودگی، پتریدیش‌ها با هیپوکلریت ۵ درصد ضدعفونی شده و با آب مقطر شستشو داده شدند و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت در آون قرار گرفتند. پیش از شروع آزمایش، بذرها نیز در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت ۶۰ ثانیه خیسانده و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. تعداد ۵۰ عدد بذر به طور تصادفی در هر یک از محلول‌های تهیه شده (اوره ۵۰ و ppm ۱۰۰، سولفات روی ۵۰ و ppm ۱۰۰ و آب مقطر) روی پتری‌دیش (نه سانتی‌متری حاوی یک ورق کاغذ واتمن شماره یک) چیده شد و به مدت ۱۶ ساعت در محیط آزمایشگاه قرار گرفتند. سپس بذور در محیط آزمایشگاه خشک شدند و سپس کشت انجام شد و در هر پتری آزمایشی، پنج میلی‌لیتر آب مقطر و یا محلول مورد آزمایش اضافه شد، و برای جلوگیری از تبخیر رطوبت، پتری‌ها درون پلاستیک‌های قرار گرفتند و درب آن‌ها توسط چسب نواری محکم شد، و در صورت نیاز یک تا دو میلی‌لیتر محلول مورد نظر به ظروف پتری در طول آزمایش افزوده شد. و در ژرمیناتور با دمای ۱±۲۵ قرار داده شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده هر روز در زمان مشخصی پس از شروع آزمایش انجام شد. در روز چهاردهم بعد از انجام آزمایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه اندازه‌گیری و ثبت گردید.

برای محاسبه درصد و سرعت جوانه زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT[1]) و بنیه بذر طبق معادله الیس و روبرت (۱۱) از روابط ۱، ۲، ۳ و ۴ استفاده شد.

(۱) تعداد کل بذور/ (۱۰۰× تعداد بذور جوانه زده تا روزi)Σ= درصد جوانه زنی

(۲) i/(۱۰۰ × تعداد بذور جوانه زده تا روزi)Σ= سرعت جوانه زنی

(۳) $MGT=\Sigma\ Dn/N$

(۴) درصد جوانه زنی × وزن خشک = بنیه بذر

که در این معادله‌ها، i = شماره روزهای مورد نظر پس از شروع آزمایش، n = تعداد بذر جوانه‌زده در روز D اُم، D = تعداد روزها از شروع جوانه‌زنی و N تعداد کل بذور جوانه‌زده می‌باشد. البته وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه به علت بسیار کوچک بودن در مقایسه‌ها آورده نشده است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها تجزیه واریانس داده ها از نرم افزارهای آماری MSTAT-C، MINTAB، رسم نمودارها از نرم-افزار Excel و از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

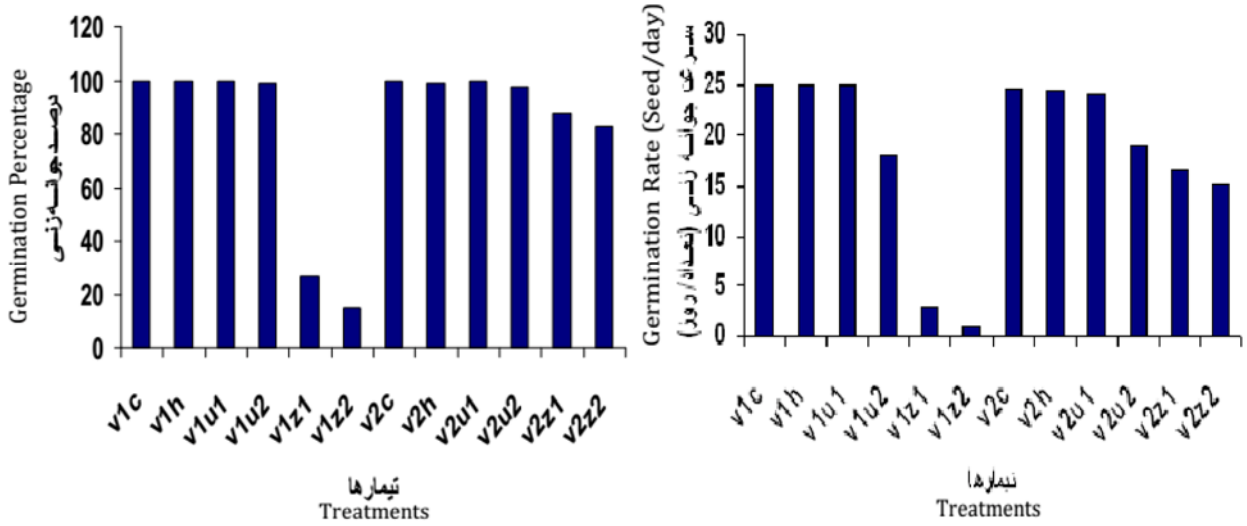
نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای پرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی دو رقم خردل حاکی از این است که تیمارهای پرایمینگ

1- Mean germination time

صفات طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی و بنیه بذر را در سطح ۵ درصد تحت تاثیر قرار داد (جدول ۳). به طوری‌که حداکثر درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای شاهد و هیدروپرایمینگ و حداقل آن‌ها در اسموپرایمینگ سولفات روی ۱۶- مگاپاسکال (به‌ترتیب ۱۴/۶ درصد و ۰/۹۲ برای Parkland و ۸۲/۶ درصد و ۱۵ برای Goldrash) بدست آمد (جدول‌های ۱ و۲). البته با افزایش غلظت محلول اوره و سولفات روی شدت کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت (شکل ۱) به طوری‌که درصد جوانه‌زنی در تیمار اسموپرایمینگ با محلول‌های۱۶- مگاپاسکال سولفات روی در مقایسه با شاهد ۸۶ درصد کاهش نشان داد (جدول ۱). حداقل متوسط زمان جوانه‌زنی که بیان‌گر سرعت بالاتر جوانه‌زنی است در بذور هیدروپرایمینگ مشاهده شد (جدول‌های ۱ و ۲ و شکل ۳). در هر دو واریته کاربرد سولفات روی باعث کاهش بنیه بذر شد ولی این کاهش در واریته Goldrash از شیب کمتری برخوردار بود. با توجه به این‌که اغلب عناصر کم مصرف مانند روی، مس، کبالت جز فلزات سنگین نیز طبقه‌بندی می‌شوند زمانی‌که غلظت آن‌ها در خاک و بافت‌های گیاهی بالاتر از حد کفایت گیاهی باشد به‌علت ایجاد مسمومیت، رشد و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. لذا استفاده از عناصر سنگین مانند عنصر روی به علت ایجاد سمیت در بافت‌های گیاه، باعث اختلال و ممانعت از رشد گیاه می‌شود، که البته خسارت ناشی از عنصر روی بسته به گونه گیاهی و غلظت عنصر متفاوت است (۱۹). حداکثر شاخص قدرت گیاهچه در بذور هیدروپرایمینگ به دست آمد و به طور کلی تاثیر تیمارهای اسموپرایمینگ در بیشتر موارد ضعیف‌تر از شاهد بود (شکل ۳). تقی زاده و همکاران (۲۵) اظهار داشتند که در اسموپرایمینگ توسط سولفات روی، رشد سیستم ریشه بدلیل تخریب موضعی مراحل متابولیکی متوقف می‌شود. بذرها در هیدروپرایمینگ تا اندازه‌ای هیدراته شده و آماس سلولی در آن‌ها اتفاق می افتد، که در این آزمایش در مقایسه با اسموپرایمینگ، فرایند هیدراته شدن در تیمار هیدروپرایمینگ تسریع یافت و شاخص‌های جوانه‌زنی مطلوبتر بود.

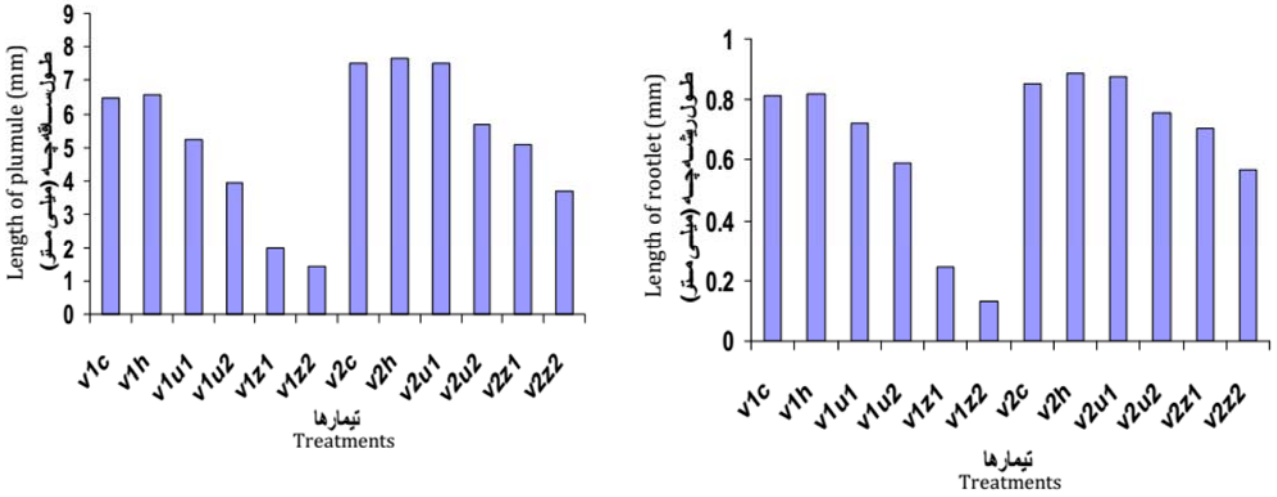
نتایج نشان داد که تیمارهای هیدروپرایمینگ در مقایسه با اسموپرایمینگ توانستند به مقدار کمی جوانه‌زنی بذور هر دو رقم را بهبود دهند. ولی نحوه عمل بذور تیمار شده با سولفات روی برای اکثر صفات ضعیف‌تر و دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد بود و به طور کلی رقم Goldrash نسبت به رقم Parkland خصوصیات جوانه‌زنی برتری را نشان داد و اسمو پرایمینگ اوره نتیجه بهتری نسبت به اسموپرایمینگ با سولفات‌روی داشت (جدول‌های ۱، ۲ و ۳) و (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). اجتناب از جذب عناصر سنگین یا تجمع آن‌ها در بافت گیاه (مانند عنصر روی) بدون ظهور علامت سمیت در گیاه، نشانگر تحمل گیاه به عناصر سنگین است. در این تحقیق واریته Goldrash تحمل بیشتری به عنصر سنگین روی نشان داد. به نظر می‌رسد رقم Goldrash در مقایسه با رقم Parkland با آبنوشی کمتر توانسته است که فعالیت متابولیکی بهتری را نشان داده و تحمل بیشتری به تنش ناشی از سمیت روی داشته باشد.



شکل ۱- اثر پرایمینگ های مختلف بر سرعت و درصد جوانه زنی ارقام خردل (Golarash و Parkland)

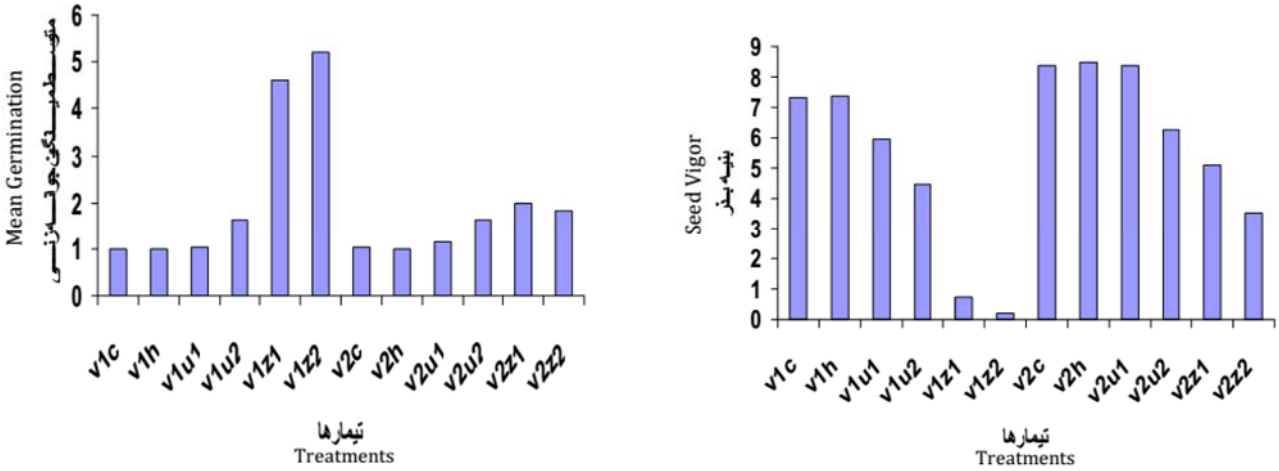
Figure 1- The effect of different priming types on germination percentage and rate in *Brassica compestris* var. (Parkland and Goldrash)

1- Vigor



شکل ۲ – اثر پرایمینگ های مختلف بر طول ریشه چه و طول ساقه چه بذور خردل (Golarash و Parkland)

Figure 2- Effect of different priming on Radical and plumule length in brassica cultivars (Parkland and Goldrash)



شکل ۳- اثر پرایمینگ های مختلف بر بنیه بذر و متوسط زمان جوانه‌زنی بذور خردل(Golarash و Parkland)

Figure 3 - Effect of different priming on seed vigor and mean germination time in brassica cultivars (Golarash and Parkland)

با وجود این‌که برخی از تحقیقات قبلی حاکی از تاثیر مثبت اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی بذور گیاهان زراعی از مسیرهای مختلفی نظیر افزایش فعالیت آنزیم‌های پاک‌سازی کننده گونه‌های فعال اکسیژن (۱۷)، فعال‌سازی ATP_{ase} اسید فسفاتاز و RNA سینتاز (۱۴) می‌باشد، ولی به نظر می‌رسد تیمارهای اسموپرایمینگ با پتانسیل‌های خیلی پایین (پایین‌تر ازپتانسیل بحرانی) موجب آسیب دیدن پروتئین‌های LEA[1] و کاهش جوانه‌زنی گردد (۸). بنیت و واتر (۳) نیز عدم موفقیت تیمارهای اسموپرایمینگ را برای بذور گیاهان زراعی دانه درشت (نظیر ذرت و سویا) گزارش کردند. از جمله سایر محدودیت‌های این روش می‌توان به احتمال جذب مواد اسموتیک توسط بذور و ایجاد سمیت و کاهش جذب اکسیژن در پتانسیل‌های اسمزی پایین اشاره داشت (۱). از سوی دیگر شستشوی بذور اسموپرایمینگ شده پس از اتمام دوره پرایمینگ، احتمال جذب بیشتر آب برای بذور را بالا می‌برد.

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش فرایند پرایمینگ توانست قدرت جوانه‌زنی و رویش بذور ارقام خردل را افزایش دهد. به نظر می‌رسد استفاده از عنصر روی به عنوان یک فلز سنگین باعث سمیت در بافت‌های گیاه و کاهش رشد گیاه می‌گردد، این خسارت با افزایش غلظت عنصر سنگین شدیدتر شد. ولی بین واریته‌های Parkland و Goldrash، واریته Goldrash تحمل بیشتری را از خود نشان داد. در بین تیمارهای آزمایش، واریته Goldrash در شرایط هیدروپرایمینگ بهترین نتیجه را داشت.

1- Late Embryogenesis Abundant

جدول ۱ - اثر تیمارهای پرایمینگ بر مولفه های جوانه زنی خردل رقم Parkland

Table 1- The effect of priming treatments on germination traits in *Brassica compestris* var. parkland

تیمارها Treatments	متوسط زمان جوانه‌زنی MGT	بنیه بذر Seed vigure	سرعت جوانه زنی Germination rate	درصد جوانه زنی Germination percentage (%)	طول ریشه چه Radical length (mm)	طول ساقه چه Plumule length (mm)
شاهد Control	1^{e}	7.30^{ab}	25^{a}	100^{a}	0.811^{abc}	6.49 a
هیدروپرایمینگ hydro priming	1^{e}	7.38^{ab}	25^{a}	100^{a}	0.817^{abc}	6.56^{a}
اسموپرایمینگ با اوره (۴-مگاپاسکال) Osmotic priming by urea (-4MPa	1.02^{e}	5.96^{bcd}	25^{a}	100^{a}	0.719^{bcde}	5.24^{a}
اسموپرایمینگ با اوره (۱۶-مگاپاسکال) Osmotic priming by urea (-16MPa	1.63^{bc}	4.47^{de}	17.98^{bc}	98.66^{a}	0.592^{de}	3.95^{bcd}
اسموپرایمینگ با سولفات روی (۴- مگا پاسکال) Osmotic priming by Zinc sulfate (-4MPa	4.61^{a}	0.73^{f}	2.81^{e}	26.66^{b}	0.245^{f}	1.97^{abc}
اسمو پرایمینگ با سولفات روی(۱۶- مگا پاسکال) Osmotic priming by Zinc sulfate (-16MPa	5.19^{a}	0.23^{f}	0.92^{e}	14.66^{b}	0.132^{f}	1.41^{bc}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) با استفاده از آزمون LSD نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) base on LSD test

جدول ۲: اثر تیمارهای پرایمینگ بر صفات جوانه زنی خردل رقم Goldrash

Table 2- The effect of priming treatments on germination traits in Goldrash cultivar

تیمارها treatments	متوسط زمان جوانه‌زنی MGT	بنیه بذر Seed vigure	سرعت جوانه زنی Germination rate	درصد جوانه زنی Germination percentage	طول ریشه چه Radical length (Mlm)	طول ساقه چه Plumule length (Mlm)
شاهد control	1.02^{c}	8.32^{a}	24.66^{c}	100^{a}	0.85^{abc}	5.24bcd
هیدروپرایمینگ Hydro priming	1^{c}	8.45^{a}	24.5^{a}	98.66^{a}	0.88^{a}	5.07cde
اسموپرایمینگ با اوره (۴-مگاپاسکال)-4MPa urea priming by osmotic ( )	1.16^{bc}	8.39^{a}	24.11^{a}	100^{a}	0.87^{ab}	3.95^{de}
اسموپرایمینگ با اوره ۱۶- مگاپاسکال-16MPa urea priming by osmotic	1.63^{bc}	6.24^{bc}	19.12^{a}	97.33^{a}	0.75^{abcd}	3.71^{e}
اسموپرایمینگ با سولفات روی ۴- مگا پاسکال-4MPa Zinc sulfate priming by osmotic	1.98^{b}	5.09^{cd}	16.53^{b}	88^{ab}	0.70^{cde}	1.97^{f}
اسمو پرایمینگ با سولفات روی ۱۶- مگا پاسکال- 16MPa Zinc sulfate priming by osmotic	1.83^{bc}	3.52^{e}	15.07^{cd}	82.66^{b}	0.56^{e}	1.41^{bf}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) با استفاده از آزمون LSD می‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) base on LSD test

جدول۳- منابع تغییر، درجه آزادی و مقایسه میانگین مربعات خصوصیات جوانه زنی بذور خردل (Golarash و Parkland)

Table 3- Source of variation, degree of free and mean of squares of germination traits in brassica cultivars (Golarash and Parkland)

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	بنیه بذر Seed vigure	درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی Germination rate	متوسط زمان جوانه‌زنی MGT	طول ساقه چه (میلی متر) Plumule length (Mlm)	طول ریشه چه (میلی متر) Radical length (Mlm)	وزن خشک ریشه‌چه(گرم) Radical dry weight (g)	وزن خشک ساقه‌چه(گرم) plumule dry weight (g)
تیمار treatment	11	24.09**	219.09**	2727.23**	6.22**	0.17**	13.38**	2.32ns	3.22ns
خطا Error	24	0.86**	1.40**	58.67**	0.31**	0.009**	0.73**	1.14ns	2.29ns
CV		9.9	6.4	9.13	9.5	3.9	7.2	8.4	5.6

** و ns به ترتیب معنی دار شدن در سطح احتمال یک درصد و عدم تفاوت معنی دار.

**, and ns are significant at the 1% probability level and non-significant respecticly

منابع

1- Artola A., Carrillo-Castanda G., and Santose G.D.L. 2003. Hydropriming: A strategy to increase *Lotus corniculatus* L. seed vigor. Seed Sci. Technol, 31:455-463.

2- Ashraf M., and Foolad M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. Advan. Agron. 88: 223-271

3- Bennett M.A., and Waters L. 1987. Seed hydration treatments for improved sweet maiz germination and stand establishment. J. Am. Soc. Hort. Sci. 112: 45-49.

4- Bradford K.J., Steiner J. and Trawathe S.E. 1990. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. Crop Sci. 30: 718-721.

5- Bradford K.J. 1995. Water relations in seed germination. *In* "Seed Development and Germination" (J. Kigel and G. Galili, Eds.), pp. 351-396. Marcel Dekker Inc., NewYork.

6- Bussel W.T., and Gary D. 1976. Effects of pre-sowing seed treatments and temperatures on tomato seed germination and seedling emergence. Sci. Hort. 5: 101-109.

7- Callen N.W., Mathre D.E. and Miller J.B. 1990. Biopriming seed treatment for biological control of pythium premergence damping off in sh2 Sweet corn. Plant Disease. 74: 368-372. (Abstract).

8- Capron I., Corbineau F.F., Dacher C., Job Come D., and Job, D. 2000. Sugarbeet seed priming: Effects of priming conditions on ermination, solubilization of 1 I-S globulin and accumulation of LEA proteins. Sci. Res. 10:243-254

9- Danneberger T.K., McDonald M.B., Geron C.A. and Kumari P. 1992. Rate of germination and seedling growth of perennial ryegrass seed following osmoconditioning. HortSci. 27: 28-30.

10- Drew R.L.K., Hands L.J. and Gray D. 1997. Relating the effects of priming to germination of unprimed seeds. Seed Sci. and Technol. 25: 537-548.

11- Ellis R.A., and Roberts E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 373-409.

12- Ellis R.H. 1989. The effects of differences in seed quality resulting from priming or deterioration on the relative growth rate of onion seedlings. Acta- Hort. 253: 203-211.

13- Farooq M., Basra S.M.A., Warraich E.A., and Khaliq A. 2006. Optimization of hydro priming techniques for rice seed invigoration. Seed Sci. Technol. 34: 529-534.

14- Fu J.R., Lu X.H., Chen R.Z., Zhang B.Z., Liu Z.S., Li Z.S., and Cai D.Y.1988. Osmoconditioning of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds with PEG to improve vigour and some biochemical activities. Seed Sci. Technol. 16: 197-212.

15- Ghazi N. and Karaki A.L. 1998. Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. J. Agron and Sci. 181:239-235.

16- Hardegree S. 1996. Matrix priming increases germination rate of great basin native perennial grasses. Agric. Res. Service.11-13. (Abstracts).

17- Jie L., Gong She L., Dong Mei O., Fang Fang L., and En Hua W. 2002. Effect of PEG on germination and active oxygen metabolism in wildrye (Leymu.7chinensis) seeds. Acta Pratacul Sinica. 11, 59-64.

18- Judi M., and Sharifzadeh F. 2006. Investigation the effects of hydro priming in barley cultivars.Biaban J. 11: 99-

109.
19- Mahmood S., Hussain A., Saeed Z. and Athar M.2005. Germination and seedling growth of corn (Zea mays l.) under varying levels ofcopper and zinc .Int. J. Environ. Sci. Techol. 2(2): 269-274
20- Maurmicale G. and. Cavallaro V.1996. Effect of seed osmopriming on germination of three herbage grasses at low temperatures. Seed Sci. and Technol. 24: 331-338.
21- Meyer S.E., Debaene G.S.B. and Allen P.S.2000. Using hydrothermal time concepts to model seed germination response to temperature, dormancy loss, and priming effects in Elymus elymoides. Seed Sci. Research.10: 213-223
22- Michel B.E., and M.R. Kaufmann.1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. 51: 914-916.
23- Latifzadeh M., Abotalebian M. A., Zavareh M. and Rabiee M. 2014. Effects of Seed Priming and Sowing Dates on Seedling Emergence, Yield and Yield Components of a Local Genotype Bean as a Double Crop in Rasht. Iranian Journal of field crop science. 44: 23-33. (in Persian with English abstract)
24- Srinivasan K., Saxena S. and Singh B. 1999. Osmo and hydro priming of mustard seeds to improve vigour and some biochemical activities. Seed Sci. and Technol. 27: 785-793
25- Takhizadeh M., Salegi M. Karimi M. Norai Z. and Shahcherakhi. 2014. Effects of Some Heavy Metals Application on Seed Germination and In Vitro Regeneration of Bermudagrass. Plant Pro Technol. 5: 95-108. (in Persian with English abstract)