

تأثیر پرایمینگ بذر با سایکوسل بر تحمل به تنش اسمزی در مرحله جوانه‌زنی کلزا (*Brassica napus L.*)

سیدجلیل میرمحمود^۱، محمدجواد احمدی لاهیجانی^۲، یحیی امام^{۳*}

^۱ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، بخش زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

^۲ دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

^۳ استاد بخش زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: yaemam@shirazu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۲۰)

چکیده

تنش اسمزی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که موجب محدودیت رشد و کاهش عملکرد کلزا می‌گردد. این پژوهش به منظور بررسی نقش پرایمینگ بذر با سایکوسل بر تحمل تنش اسمزی در گیاه کلزا در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۳۹۱ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پرایمینگ بذر با سایکوسل در سه سطح شاهد (بدون پرایمینگ) و پرایمینگ با محلول‌های سایکوسل با غلظت ۲/۵ و ۳/۵ گرم در لیتر و اعمال تنش اسمزی در پنج سطح شاهد (بدون تنش) و تنش‌های ۰/۳، ۰/۶، ۰/۹، ۱/۲- مگاپاسکال با استفاده از پلی اتیلن گلیکول بودند. تنش اسمزی به‌طور معنی‌داری سبب کاهش درصد جوانه‌زنی (۱۵/۱ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۱۵/۳ درصد)، طول ریشه‌چه (۲۹/۵ درصد)، طول گیاهچه (۳۱/۶ درصد)، وزن تر ساقه‌چه (۳۷/۶ درصد)، وزن تر ریشه‌چه (۲۲/۴ درصد) و شاخص ویگور (بنیه) (۳۹/۹ درصد) و افزایش نسبت وزن تر ریشه‌چه به ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه به ترتیب میزان ۶/۸ و ۲۴/۳ درصد نسبت به شاهد شد. پرایمینگ بذر با سایکوسل موجب کاهش اثرات منفی تنش اسمزی در تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده گردید. اگرچه سایکوسل تأثیر مثبتی بر سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر کلزا در شرایط بدون تنش و تنش اسمزی نداشت، لیکن، تأثیر مثبت غلظت ۳/۵ گرم بر لیتر به‌طور معنی‌داری بیشتر از غلظت ۲/۵ گرم بر لیتر بود. با توجه به تأثیر مثبت پرایمینگ بذر کلزا با سایکوسل در کاهش اثرات سوء ناشی از تنش اسمزی، پژوهش‌های بیشتر در مورد تأثیر پرایمینگ بذر با سایکوسل بر تحمل به تنش اسمزی در شرایط مزرعه قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه

مقدمه

و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰). تنش اسمزی موجب ایجاد پتانسل اسمزی منفی شده و از جذب آب توسط گیاه جلوگیری می‌کند. اثرات زیان‌آور کاهش پتانسیل اسمزی، در سلول‌ها و بافت‌هایی که در مراحل رشد و توسعه سریع قرار دارند بارزتر است (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰). بذرهایی

از دیدگاه فیزیولوژیست‌های گیاهی، خشکی به شرایط کمبود رطوبت برای تولید گیاه زراعی تعریف می‌شود که آسیبی جدی در تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی در سرتاسر جهان به شمار می‌آید (امام

سایکوسل یا کلرمکوات کلراید، یکی از مشتقات کولین می‌باشد که از آن به عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی استفاده می‌شود و از راه جلوگیری از سنتز جیبرلین در درون گیاه، مانع از رشد سریع طولی ساقه می‌شود (امام، ۱۳۹۰). سایکوسل می‌تواند توزیع ماده خشک را در گیاه تغییر دهد؛ بنابراین، باعث افزایش عملکرد اقتصادی شده و یا گیاه را نسبت به شرایط نامساعد محیطی سازگار می‌کند (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰). کاربرد بذری سایکوسل رشد ریشه را در گندم تحت شرایط تنش خشکی تحریک کرده و جذب آب را افزایش داده است (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۱). سیستم ریشه‌ای بزرگتر، با عملکرد دانه بیشتر ارتباط دارد. یکی از ویژگی‌های گیاهان مقاوم به خشکی، سیستم ریشه‌ای قوی آن‌ها است (پیرسته‌انوشه و امام، ۱۳۹۱). پرایمینگ سایکوسل بر جوانه زنی و رشد اولیه ۶ گیاه عمده زراعی نشان دادند که گیاهان پاسخ‌های متفاوتی به پرایمینگ نشان می‌دهند. جو و گلرنگ بیشترین؛ و آفتابگردان کمترین پاسخ را از خود نشان داد. همچنین، کلازا، گندم و ذرت نیز دارای عکس العمل به نسبت مناسبی به پرایمینگ سایکوسل بودند.

فرهی آشتیانی (۱۳۷۱) گزارش نمود که مصرف سایکوسل به صورت تیمار بذری، مقاومت گلرنگ را در برابر شوری و خشکی افزایش می‌دهد. این پژوهش‌گر دلیل این امر را به بهبود فعالیت‌های متابولیسمی، آنزیمی، سنتز پروتئین و تنظیم اسمزی گیاهچه در شرایط مصرف سایکوسل نسبت داد. فروزان^۸ (۱۹۹۷) در بررسی پاسخ ارقام مختلف گلرنگ در شرایط تنش اسمزی به این نتیجه رسید که طول ریشه‌چه، معیار مناسبی برای تعیین ارقام مقاوم به خشکی می‌باشد. پرایمینگ بذر به طور موفقیت آمیزی در بهبود جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه در بذر بسیاری از محصولات به ویژه بذر سبزیجات و گندمیان مؤثر بوده است (نجفی‌پر و همکاران، ۱۳۸۷). با وجود پژوهش‌های زیادی که در مورد تأثیر سایکوسل بر رشد و نمو گیاه در شرایط محیطی متفاوت صورت گرفته است، ولی در مورد استفاده از سایکوسل به عنوان ماده پیش تیمار بذر

که بتوانند در شرایط پتانسیل اسمزی پایین از درصد جوانه‌زنی و همچنین سرعت رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه بهتری برخوردار باشند، می‌توانند استقرار مناسب تر و در نتیجه، عملکرد زیادتری داشته باشند (پیرسته‌انوشه^۱ و همکاران، ۲۰۱۱). تنش اسمزی، عموماً باعث تأخیر در جوانه‌زنی، کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه می‌شود (اشرف و هریس^۲، ۲۰۰۴).

از آنجا که ایجاد و حفظ یک پتانسیل آب خالص، در محیط خاک کاری تقریباً مشکل است، در این راستا، برقراری شرایط تنش اسمزی با استفاده از مواد اسمزی از جمله پلی اتیلن گلیکول، یکی از مهم‌ترین روش‌های مطالعه تأثیر تنش اسمزی بر جوانه‌زنی می‌باشد. پلی اتیلن گلیکول به دلیل ایجاد شرایطی شبیه محیط طبیعی، به طور وسیعی در شرایط آزمایشگاهی به کار می‌رود (ابراهیم^۳ و همکاران، ۲۰۰۱). این ماده به دلیل داشتن وزن مولکولی بالا نمی‌تواند از دیواره سلولی عبور کند و به همین دلیل از آن برای تنظیم پتانسیل آب، در آزمایش‌های جوانه‌زنی استفاده می‌شود (امریچ و هاردگری^۴، ۱۹۹۰).

پیش تیمار، پرایمینگ یا پرایمینگ بذر یکی از روش‌های افزایش تحمل گیاه به تنش‌ها، از جمله تنش اسمزی است. در پرایمینگ، بذرها به طور نسبی آب جذب کرده و فرآیندهای جوانه‌زنی آغاز شده، اما ریشه‌چه ظاهر نمی‌شود (کاربینائو و کام^۵، ۲۰۰۶). این روش‌ها شامل خیساندن بذر در آب، محلول‌های اسمزی دارای پتانسیل ماتریکس، تنظیم کننده‌های رشد و ریزمغذی‌ها می‌باشند. به طور کلی، انجام هرگونه عملیات بر روی بذر، در فاصله زمانی برداشت تا کاشت مجدد را می‌توان در قالب تیمارهای پیش از کاشت بذر قلمداد کرد (پاررا و کانتلیف^۶، ۱۹۹۴). پرایمینگ بذر با تسریع فعالیت‌های آنزیمی باعث افزایش متابولیسم و رشد رویان می‌شود (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۱؛ خان^۷، ۱۹۹۲).

¹ Pirasteh-Anosheh

² Ashraf and Harris

³ Ibrahim

⁴ Emmerich and Hardgree

⁵ Corbinau and Come

⁶ Parera and Cantliffe

⁷ Khan

⁸ Froozan

(آدام^۲ و همکاران، ۲۰۰۷). شمارش بذره‌های جوانه زده تا زمانی انجام شد که طی ۴۸ ساعت متوالی تغییری در تعداد بذره‌های جوانه زده مشاهده نشد. پس از گذشت ۱۱ روز، تعداد بذر جوانه زده نهایی، وزن تر ریشه چه، وزن تر ساقه چه، نسبت وزن تر ساقه چه به وزن تر ریشه چه، طول ریشه چه، طول ساقه چه و نسبت طول ساقه چه به طول ریشه چه، اندازه گیری شد. درصد جوانه زنی (رابطه ۱)، سرعت جوانه زنی (رابطه ۲) و شاخص ویگور (رابطه ۳) به ترتیب براساس روابط زیر محاسبه شدند (ماگویر^۳، ۱۹۶۲؛ کیم و کانگ^۴، ۱۹۸۷):

$$GP = \frac{n}{N} \times 100 \quad \text{رابطه ۱:}$$

$$GR = \sum (n_i / d_i) \quad \text{رابطه ۲:}$$

$$VI = (RL + SL) \times GP \quad \text{رابطه ۳:}$$

در رابطه ۱، GP درصد جوانه زنی، n تعداد بذر جوانه زده نهایی و N تعداد کل بذره‌های کاشته شده می‌باشد. در رابطه ۲، GR سرعت جوانه زنی، n_i تعداد بذره‌های جوانه زده در روز d_i و شماره روز است. در رابطه ۳، VI^5 : شاخص بنیه، RL: طول ریشه چه، SL: طول ساقه چه (الیس^۶ و همکاران، ۱۹۸۵).

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد محاسبه شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، همه صفات مورد مطالعه بجز سرعت جوانه زنی و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای پرایمینگ، تنش اسمزی و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفتند (جدول ۱). کاهش پتانسیل اسمزی از صفر به -0.3 مگاپاسکال تأثیر معنی‌داری بر درصد و سرعت جوانه زنی نداشت، در حالی که تنش اسمزی شدیدتر موجب کاهش معنی‌دار این دو صفت گردید (شکل‌های ۱ الف و ب). همچنین، تأثیر منفی تنش اسمزی در هر سه تیمار

پژوهش‌های چندانی صورت نگرفته است. بنابراین، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر پرایمینگ بذر با سایکوسل بر افزایش تحمل پتانسیل اسمزی در مرحله جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه کلزا انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر پرایمینگ بذر با سایکوسل بر تعدیل اثرات تنش اسمزی، این پژوهش در سال ۱۳۹۱ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل سه غلظت سایکوسل: صفر (بدون کاربرد به عنوان شاهد)، $2/5$ و $3/5$ گرم در لیتر و پنج سطح تنش اسمزی شامل صفر (بدون کاربرد به عنوان شاهد)، -0.3 ، -0.6 ، -0.9 و -1.2 مگاپاسکال بودند.

پس از ضدعفونی بذره‌های یکنواخت کلزا رقم هایولا ۴۰۱، پرایمینگ بذرها با سایکوسل به مدت ۱۲ ساعت در شرایط آزمایشگاه و دمای 25 درجه سانتی‌گراد انجام شد. سپس بذرها دو بار با آب مقطر شستشو شده و تمامی آن‌ها تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط تاریکی خشک شدند و تعداد 25 بذر کلزای پرایمینگ شده در هر پتری‌دیش، روی دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۲ قرار داده شد و برای جوانه زنی به ژرمیناتور با دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد منتقل شدند (پیرسته انوشه و همکاران، ۲۰۱۴). تیمار تنش اسمزی به صورت آبیاری بذرها با آب با پتانسیل‌های اسمزی مختلف اعمال شد و تا پایان آزمایش، آبیاری به همین روش انجام شد. برای جلوگیری از تجمع احتمالی نمک، کاغذ صافی‌ها هر سه روز یک بار تعویض شدند. اعمال تیمارهای تنش اسمزی نیز به صورت غلظت‌های مختلف پلی اتیلن گلیکول با وزن مولکولی 6000 بود. مقادیر لازم از پلی اتیلن گلیکول برای ایجاد هریک از پتانسیل‌های اسمزی، با استفاده از روش میشل کافمن^۱ (۱۹۷۳) محاسبه شد.

تعداد بذره‌های جوانه زده در هر روز یادداشت شد. معیار جوانه زنی، ظهور ریشه چه به میزان 2 میلی‌متر بود

² Adam

³ Maguire

⁴ Kim and Kang

⁵ Vigor Index

⁶ Ellis

¹ Michel and Kaufmann

تیمارهای تحت پرایمینگ صورت گیرد و موجب بهبود جوانه‌زنی شود (پیرسته‌نوشه و همکاران، ۲۰۱۱). به هر حال، بر اساس نتایج بدست آمده از این پژوهش، مشخص گردید که پرایمینگ بذر با سایکوسل لزوماً موجب بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر کلزا به ویژه در شدت‌های بالاتر تنش اسمزی نمی‌شود (شکل‌های ۱ الف و ب). به‌طور کلی، با اعمال تنش اسمزی و افزایش شدت آن تا ۱/۲- مگاپاسکال، سرعت جوانه‌زنی ۱۵/۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. سرعت جوانه‌زنی یکی از شاخص‌های ارزیابی تحمل به خشکی است (سرمندیا و عزیز، ۱۳۷۴)، به‌طوری که، ارقام دارای سرعت جوانه‌زنی بیشتر تحت شرایط تنش خشکی، از شانس بیشتری برای سبز شدن برخوردار هستند (سیدشرفی، ۱۳۸۷).

به‌طور کلی اگرچه تنش اسمزی سبب کاهش طول ساقچه و ریشه‌چه گردید (جدول ۱)، ولی این کاهش در بین تیمارهای پرایمینگ با سایکوسل متفاوت بود (شکل‌های ۲ الف و ب). به نحوی که در تیمار بدون پرایمینگ، تنش اسمزی بیشتر از ۰/۳- مگاپاسکال موجب کاهش معنی‌دار طول ساقچه و ریشه‌چه به میزان ۵۱ درصد گردید.

در حالی که، تیمارهای پرایمینگ ۲/۵ و ۳/۵ گرم در لیتر سایکوسل، موجب ممانعت از افت این صفات به‌طور میانگین به میزان ۲۲ و ۱۵ درصد به‌ترتیب در ساقچه و ریشه‌چه در تنش‌های اسمزی پایین شد و در شرایط کاربرد سایکوسل، تنها تنش اسمزی بیشتر از ۰/۹- مگاپاسکال تأثیر معنی‌دار و منفی بر طول ریشه‌چه و ساقچه داشت (شکل‌های ۲ الف و ب).

پرایمینگ سایکوسل مشاهده شد (شکل ۱). کاربرد سایکوسل به‌صورت پرایمینگ موجب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی کلزا به‌ترتیب به میزان ۲۱/۲ و ۳۸/۱ درصد نسبت به تیمار عدم کاربرد سایکوسل گردید (جدول ۲). نتایج این پژوهش حاکی از تأثیر منفی سایکوسل بر سرعت و درصد جوانه‌زنی بود، با عین حال، این کاهش در تیمارهای پرایمینگ با شیب کمتری همراه بود (شکل ۱). کاهش درصد جوانه‌زنی در اثر پرایمینگ با سایکوسل در پتانسیل‌های اسمزی شدیدتر نسبت به شرایط بدون تنش کمتر بود (جدول ۲).

کاهش درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش اسمزی می‌تواند ناشی از اثرات مستقیم تجزیه‌کننده مواد آندوسپرم و لپه‌ها یا انتقال کندتر مواد تجزیه شده به گیاهچه باشد (حاجبی و حیدری‌شرف‌آباد، ۱۳۸۴). مطابق نظر لویت^۱ (۱۹۸۰) غلظتی از نمک‌ها که منجر به ایجاد پتانسیل اسمزی می‌شود، (پتانسیل ۰/۳- مگاپاسکال) باعث جلوگیری از آبنوشی کافی توسط بذر و یا ورود یون‌هایی به بذر می‌شود که برای آن سمی هستند. بنا به نتایج این پژوهش، کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر در اثر ایجاد تنش اسمزی نیز ممکن است به دلیل کاهش آبنوشی و جذب آب به علت کاهش پتانسیل آب باشد. در پژوهش یوروک و یلماز^۲ (۲۰۰۸) نیز کاربرد نمک‌های فلزی موجب کاهش آبنوشی و انتقال آب در بذر دو گیاه ترشک و لوبیا چیتی شد.

پاسخ بذرهای مختلف به پرایمینگ می‌تواند متفاوت باشد. برخی پژوهش‌ها حاکی از تأثیر مثبت پرایمینگ با سایکوسل در شرایط تنش‌زا بوده است (اشرف و رائف^۳، ۲۰۰۱). برای مثال، پرایمینگ بذرهای سودان گراس (*Sorghum sudanense*) و ارزن مرواریدی (*Pinnisetum typhoides*) با سایکوسل موجب کاهش اثرات منفی تنش بر سرعت و درصد جوانه‌زنی شده است (اسماعیل^۴ و همکاران، ۱۹۹۳). این امر ممکن است به دلیل تحریک فعالیت همانندسازی DNA و RNA، پروتئین‌سازی، ترمیم غشای سلولی و افزایش هورمون‌های محرک جوانه‌زنی (از جمله اتیلن) در

¹ Lewitt

² Uruc and Yilmaz

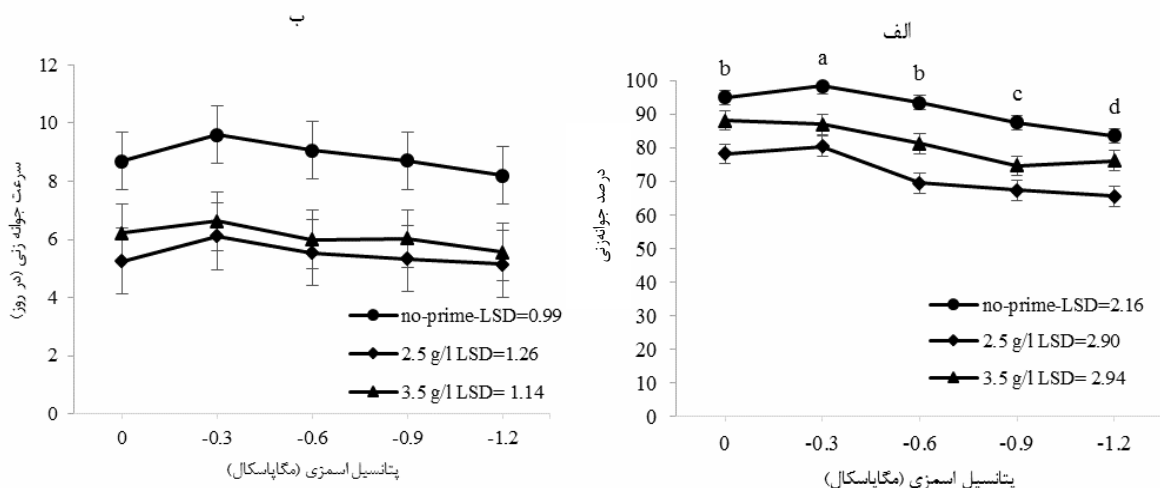
³ Ashraf and Rauf

⁴ Ismaeil

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مرتبط با جوانه‌زنی بذر گیاه کلزا تحت شرایط تنش اسمزی و پرایمینگ با سایکوسل

میانگین مربعات										
منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص ویگور	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	نسبت وزن تر ریشه‌چه به ساقه‌چه
پرایمینگ (A)	۲	۱۸۸۸/۰۶**	۶۴/۶۰**	۹۵۴۲۴۸**	۲۷۱/۷۹**	۳۳۷۷۰/۰**	۸/۶۰**	۳۱۶/۷۲**	۱۲۹۰/۲۰**	۰/۱۲**
تنش اسمزی	۴	۴۴۱/۳۹**	۲/۰۶*	۹۱۹۷۰۵**	۱۷۲/۳۹**	۵۱۸۴/۳**	۰/۲۷*	۲۱۹/۱۷**	۱۰۹/۴۴**	۰/۴۰**
B×A	۸	۱۳/۷۶**	۰/۱۰ ^{ns}	۸۹۴۶۰**	۳۹/۸۱**	۸۵۴/۵**	۰/۱۲ ^{ns}	۱۴/۲۷**	۶/۱۸**	۰/۰۷**
خطا	۴۵	۱۴۳/۸۰	۲۵/۵۹	۴۸۲۲	۱/۳۹	۷۷/۷۵	۰/۲۸	۱/۳۷	۰/۶۰	۰/۰۰۶
ضریب تغییرات (%)		۲/۱۸	۱۱/۰۸	۵/۳	۴/۸	۶/۴	۵/۵۹	۵/۶	۲/۶۳	۵/۵

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۱- تاثیر غلظت‌های متفاوت پرایمینگ بذر با سایکوسل (۲/۵ و ۳/۵ گرم در لیتر) بر درصد (الف) و سرعت (ب) جوانه‌زنی بذر کلزا در شرایط متفاوت تنش اسمزی (میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند).

نسبت وزن تر ریشه‌چه به ساقه‌چه نیز تحت تأثیر معنی‌دار تنش اسمزی و پرایمینگ با سایکوسل قرار گرفت (جدول ۱). تنش اسمزی باعث افزایش نسبت وزن تر ریشه‌چه به ساقه‌چه از سطح ۰/۳- تا سطح ۰/۹- مگاپاسکال در شرایط بدون پرایمینگ شد، در حالی که، تنش اسمزی ۱/۲- مگاپاسکال این نسبت را به میزان ۴۰ درصد کاهش داد (جدول ۲)، اما این کاهش در تیمارهای ۲/۵- و ۳/۵- مگاپاسکال به ترتیب به میزان ۱۸ و ۱۵ درصد بود (شکل ۴). نتایج پژوهش‌ها بیانگر آن است که خشکی باعث کاهش رشد ریشه می‌شود، هرچند که میزان تأثیرپذیری آن کمتر از اندام‌های هوایی است (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۱).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات پرایمینگ و تنش اسمزی و اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد، شاخص ویگور گیاهچه کلزا را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، تنش اسمزی باعث کاهش معنی‌دار شاخص ویگور در هر سه سطح پرایمینگ بذر با سایکوسل شد که این اثرات در تیمار شاهد شدت بیشتری داشت (شکل ۵). شاخص ویگور در همه سطوح پرایمینگ تا ۰/۳- مگاپاسکال افزایش اندکی نشان داد، در حالی که، پس از آن کاهش معنی‌داری داشت، به طوری که در تیمار شاهد به میزان ۵۳ درصد در پتانسیل اسمزی ۱/۲- مگاپاسکال نسبت به پتانسیل صفر کاهش نشان داد (جدول ۲). پرایمینگ بذر تأثیر معنی‌داری در تقلیل اثرات تنش اسمزی داشت، به طوری که، کاهش شاخص ویگور در پتانسیل اسمزی ۲/۵- و ۳/۵- مگاپاسکال نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۳۱ و ۲۱ درصد بود. کاهش شاخص ویگور در اثر تنش اسمزی توسط سایر پژوهشگران نیز عنوان شده است (رمضانی و رضایی، ۱۳۹۱).

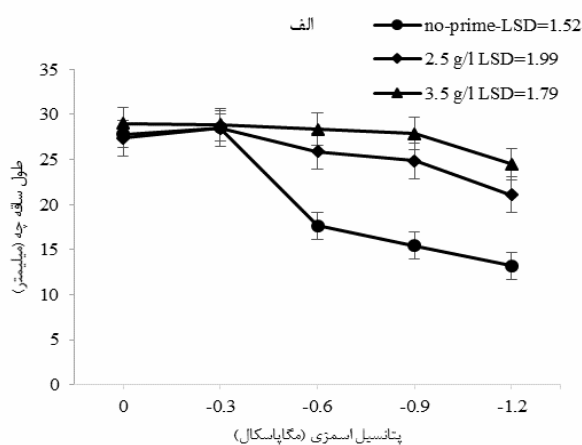
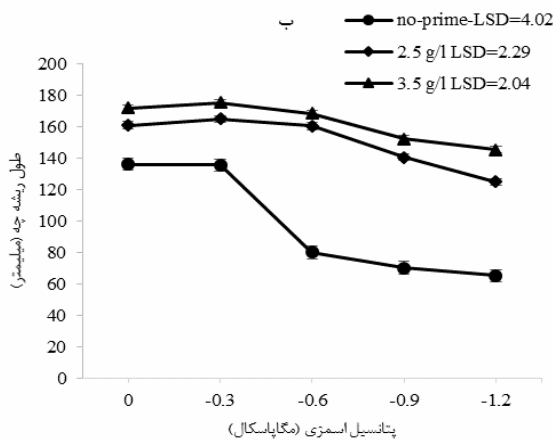
تیمار سایکوسل، طولی شدن ساقه را در دوره‌ای از رشد طولی ساقه در یولاف افزایش داد (راجالا^۱، ۲۰۰۳). دلیل افزایش طول ساقه کاملاً مشخص نشده، اما احتمال داده می‌شود که مرتبط با افزایش تجمع پیش‌سازهای GA_3^2 که با کندکردن بیوسنتز GA_3 در ارتباط هستند، باشد (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰). وقتی اثر بازدارندگی سایکوسل کاهش می‌یابد و سنتز GA_3 از سرگرفته می‌شود، مقدار زیادی پیش‌ساز برای استفاده در سنتز GA_3 وجود دارد که موجب تحریک رشد طولی ساقه می‌شود (پیرسته‌انوشه و امام، ۱۳۹۱). در شرایط تنش خشکی، جوانه‌زنی همراه با تولید گیاهچه قوی‌تر و سیستم ریشه‌ای قوی‌تر که در نهایت موجب افزایش سطح جذب آب و زنده ماندن گیاه و تولید عملکرد قابل قبول شود، از اهمیت زیادی برخوردار است (امام، ۱۳۹۰). با وجود تأثیر نه چندان معنی‌دار سایکوسل بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، پرایمینگ بذر با سایکوسل تأثیر مثبت و معنی‌داری بر طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص ویگور نشان داد (جدول ۲).

وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه پاسخ به نسبت مشابهی به سطوح تنش اسمزی و غلظت‌های سایکوسل از خود نشان داد (شکل‌های ۳ الف و ب). اگر چه تنش اسمزی بیشتر از ۰/۳- مگاپاسکال سبب کاهش معنی‌دار وزن تر ساقه‌چه در همه تیمارهای پرایمینگ گردید، ولی مقدار این کاهش در تیمار شاهد به طور قابل توجهی بیشتر از تیمار پرایمینگ در هر دو غلظت بود (۶۰ و ۱۰۰ درصد به ترتیب در ۲/۵ و ۳/۵ گرم بر لیتر سایکوسل) (شکل ۳ الف). تنش خشکی اندام‌هایی را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد که در زمان وقوع تنش در حال رشد و نمو سریع باشند (پیرسته‌انوشه و همکاران، ۲۰۱۱). وزن تر ریشه‌چه نیز در تیمار بدون پرایمینگ به شدت تحت تأثیر تنش اسمزی قرار گرفت (۴۰ درصد کاهش)، در حالی که، در تیمارهای پرایمینگ ۲/۵ و ۳/۵ گرم در لیتر تا سطح ۰/۶- مگاپاسکال تقریباً ثابت بود و تنش اسمزی بیشتر از این مقدار موجب کاهش معنی‌دار وزن تر ریشه‌چه گردید (۱۸ و ۱۵ درصد به ترتیب در ۲/۵ و ۳/۵ گرم بر لیتر سایکوسل) (شکل ۳ ب).

¹ Rajala² Gibberellic Acid

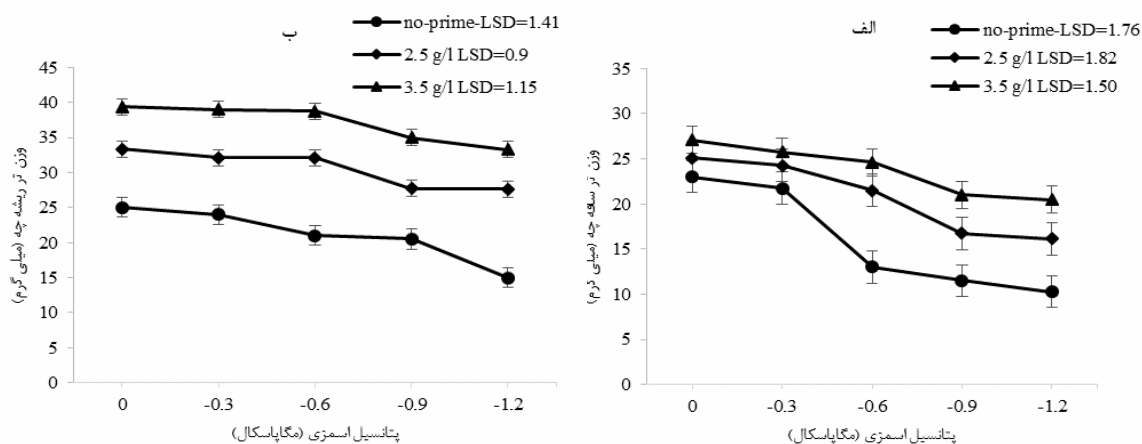
جدول ۲- میانگین درصد تغییرات صفات اندازه‌گیری شده در محدوده پتانسیل اسمزی صفر تا ۱/۲- مگاپاسکال در برابر تیمارهای پرایمینگ و صفر تا ۳/۵ گرم بر لیتر سایکوسل در برابر سطوح تنش اسمزی

تنش اسمزی (مگاپاسکال)	پرایمینگ	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص ویگور	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	نسبت وزن تر ریشه‌چه به ساقه‌چه
۰	۰	-۱۵/۷	-۶/۳	-۵۳/۷	-۵۱/۱	-۵۱/۲	-۱/۸	-۵۶/۵	-۴۰/۰	۳۸/۰
۰ تا ۱/۲	۲/۵	-۱۶/۹	-۳/۱	-۳۱/۶	-۲۲/۲	-۲۲/۶	-۰/۶	-۳۶/۰	-۱۸/۱	۲۷/۸
۳/۵	۳/۵	-۱۲/۳	-۱۰/۳	-۲۱/۰	-۱۴/۵	-۱۵/۲	-۰/۸	-۲۵/۹	-۱۵/۳	۱۴/۲
پرایمینگ (گرم بر لیتر)	تنش اسمزی (مگاپاسکال)	۰	-۶/۷	-۲۸/۳	۷/۱	۵/۱	۲۶/۴	۲۰/۳	۱۷/۴	۳۲/۹
۰ تا ۳/۵	۰/۳	-۱۲/۲	-۳۰/۵	۱۰/۱	۱/۷	۳۰/۳	۲۸/۱	۱۸/۲	۶۲/۵	۳۷/۵
۳/۵ تا ۰	۰/۶	-۱۲/۸	-۳۳/۳	۷۵/۷	۶۰/۵	۱۱۰/۴	۳۱/۱	۹۲/۳	۸۰/۹	-۵/۹
	۰/۹	-۱۴/۱	۲۹/۳	۷۱/۷	۶۹/۳	۱۱۸/۲	۲۸/۹	۹۰/۹	۷۵/۰	-۸/۳
	-۱/۲	-۸/۶	-۳۱/۳	۸۲/۸	۸۳/۷	۱۲۳/۲	۲۱/۵	۱۰۰/۰	۱۲۰/۰	۱۰/۰

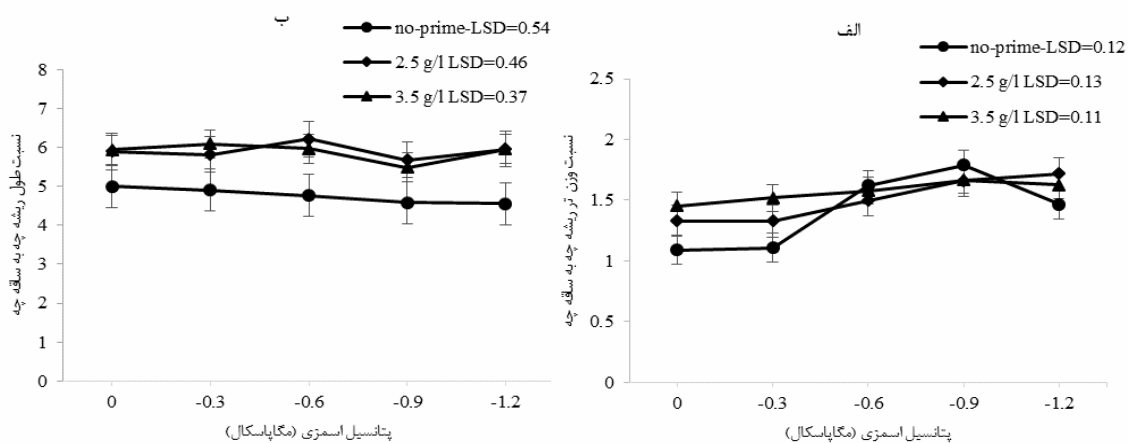


شکل ۲- تاثیر غلظت های متفاوت پرایمینگ بذر با سایکوسل (۳/۵ و ۲/۵ گرم در لیتر) بر طول ساقه‌چه (الف) و ریشه‌چه (ب) کلزا در شرایط متفاوت تنش اسمزی (میانگین های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند).

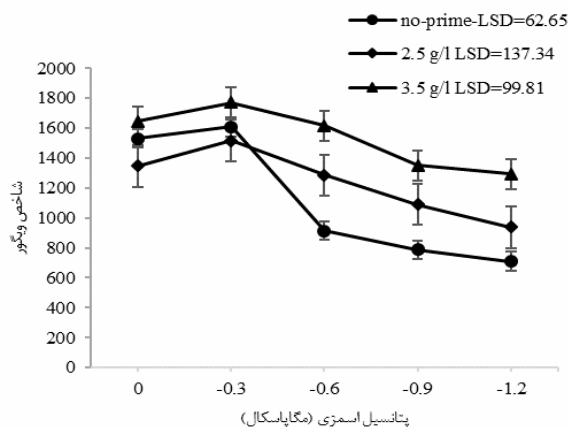
میرمحمود و همکاران: تأثیر پرایمینگ بذر با سایکوسل بر تحمل...



شکل ۳- تأثیر غلظت های متفاوت پرایمینگ بذر با سایکوسل (۲/۵ و ۳/۵ گرم در لیتر) بر وزن تر ساقه چه (الف) و ریشه چه (ب) کلزا در شرایط متفاوت تنش اسمزی (میانگین های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند).



شکل ۴- تأثیر غلظت های متفاوت پرایمینگ بذر با سایکوسل (۲/۵ و ۳/۵ گرم در لیتر) بر نسبت وزن تر ریشه چه به ساقه چه (الف) و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه (ب) کلزا در شرایط متفاوت تنش اسمزی (میانگین های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند).



شکل ۵- تأثیر غلظت‌های متفاوت پرایمینگ سایکوسل بر شاخص ویگور کلزا در شرایط متفاوت تنش اسمزی (میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند).

نتیجه‌گیری

پرایمینگ سایکوسل در تنش‌های اسمزی شدیدتر بیشتر بود. به طوری که، پرایمینگ بذر با سایکوسل باعث افزایش ۱۲۳ درصدی طول ریشه‌چه در تیمار ۳/۵ گرم بر لیتر در تنش اسمزی ۱/۲- مگاپاسکال نسبت به تیمار عدم پرایمینگ شد که با توجه به این نکته که طول بیشتر ریشه منجر به افزایش سطح جذب آب در شرایط تنش خواهد شد، اهمیت این موضوع آشکار خواهد شد. در مجموع، با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر و تأثیر مثبت پرایمینگ بذر کلزا با سایکوسل در کاهش اثرات سوء ناشی از تنش اسمزی در برخی پارامترهای مورد بررسی، پژوهش‌های بیشتر در مورد اثرات کاربرد سایکوسل بر تحمل به تنش اسمزی، قابل توصیه است.

با وجود تأثیر منفی پرایمینگ بذر با سایکوسل در شرایط تنش اسمزی بر سرعت و درصد جوانه‌زنی بذرهای کلزا، تأثیر مثبت پرایمینگ بر سایر پارامترهای جوانه‌زنی از جمله طول و وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص ویگور در شرایط تنش اسمزی مشهود بود. برای مثال، پرایمینگ بذر با سایکوسل موجب افزایش ۲۹/۸ و ۸۲/۸ درصدی بنیه بذر به ترتیب در تیمار ۲/۵ و ۳/۵ گرم بر لیتر سایکوسل در تنش اسمزی ۱/۲- مگاپاسکال در مقایسه با تیمار شاهد شد. پرایمینگ با سایکوسل در هر دو غلظت تأثیر مثبت خود را نشان داد، با این وجود تأثیر مثبت غلظت ۳/۵ گرم در لیتر به طور معنی‌داری بیشتر از غلظت ۲/۵ گرم در لیتر بود. به علاوه، تأثیر

منابع

- امام، ی. ۱۳۹۰. زراعت غلات. چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۹۰ صفحه.
- امام، ی. و نیک نژاد، م. ۱۳۹۰. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). چاپ دوم. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.
- پیرسته انوشه ه. و امام، ی. ۱۳۹۱. دست ورزی صفات مورفو- فیزیولوژیک گندم نان و ماکارونی با استفاده از تنظیم کننده‌های رشد در شرایط متفاوت آبیاری. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۵: ۲۹-۴۵.
- حاجبی، ع. و حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر خشکی بر روی رشد و گره‌زایی سه گونه شبدر. مجله پژوهش و سازندگی، ۶۶: ۱۱۲-۱۲۰.
- رضائی، م. و رضایی، ر. ۱۳۹۱. مقایسه زمان و غلظت پرایمینگ‌های مختلف بر مولفه‌های جوانه‌زنی بذر کلزا رقم ساریگل. مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۸: ۱۴۵-۱۵۹.

- سرمدنیا، ع. و عزیز، ع. ۱۳۷۴. مطالعه اثرات مدت انبارداری بر شاخص های کیفی بذر سویا. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۹: ۷۹-۹۱
- سیدشریفی، ر. ۱۳۸۷. بررسی اثرات PEG بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ارقام گلرنگ. مجله زیست شناسی ایران، ۲۱: ۲۳-۳۰
- فرهی آشتیانی، ص. ۱۳۷۱. بررسی رشد، ازدیاد مقاومت گیاه در مقابل خوابیدگی بوته و تاخیر در بروز پیری برگ ارقام مختلف گندم با استفاده از مواد موثر در رشد: سایوسل و ترکیبات مس دار. مجله علمی و پژوهشی علوم پایه، ۵: ۸۱-۸۰
- نجفی پر، ع.، عیوضی، ع.، حبیبی، ف.، یوسف پور، ا.ه. و طاهر، م. ۱۳۸۷. پرایمینگ بذر و اثر آن بر القای تحمل به خشکی در ارقام گندم. مجله پژوهش در علوم زراعی، ۲: ۹۰-۸۱
- هاشمی، ا.، پیرسته انوشه، ه. و امام، ی. ۱۳۹۱. بررسی نقش سایکوسل در تعدیل اثرات تنش خشکی بر صفات جوانه زنی و رشد اولیه گلرنگ. مجموعه مقالات اولین همایش ملی تنش های گیاهی غیرزیستی. دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان، ایران. ۱۶۶۳ صفحه.
- Adam, N.R., Dierig, D.A., Coffelt, T.A., Wintermeyer, M.J., Mackey, B.E., and Wall, G.W. 2007. Cardinal temperatures for germination and early growth of two *Lesquerella* species. *Industrial Crop Production*, 25(1): 24-33.
- Ashraf, M., and Harris, P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Journal of Plant Science*, 166: 3-16.
- Ashraf, M.N., and Rauf, H. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. *Acta Physiologiae Plantarum*, 23(4):407-417.
- Corbinau, F., and Come, D. 2006. Priming: a technique for improving seed quality. *Seed Testing International*, 132: 38-40.
- Ellis, R.H., Hong, T.D., and Roberts, E.H. 1985. *Handbook of Seed Technology for Gene Banks*, Vol. 2, Rome, IBPGR, pp. 511-513.
- Emmerich, W.E., and Hardgree, S.P. 1990. Polyethylene glycol solution contact effects on seed germination. *Agronomy Journal*, 82(6):1103-1107.
- Froozan, K. 1997. A technique for screening of drought and saline resistant safflower varieties during germination and plant growing. *Proceedings 4th International Safflower Conference*. Bari, Italy. June 2-7. 170-171.
- Ibrahim, M., Zeid, N.A., and Semary, E. 2001. Response of two differentially drought. Tolerant varieties of maize to drought stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(7): 779-784.
- Ismaeil, S.M., Khafagi, O.M.A., Kishk, E.T., and Sohsah, S.M. 1993. Effect of some seed hardening treatments on germination, growth and yield of sudangrass grown under saline conditions. *The Desert Institute Bulletin Egypt*.
- Kim, S.H., and Kang, C. 1987. Vigor determination in barley seed by the multiple criteria. *Korean Journal of Crop Science*, 32: 417-427.
- Khan, A.A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Reviews*, 13(1): 131-181.
- Lewitt, J. 1980. *Responses of plants to environmental stresses*. Vol 1, 2nd ed. Academic Press, New York.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(2): 176-177.
- Michel, B.E., and Kaufmann, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51(5): 914-916.

-
- Parera, C.A., and Cantliffe, D.J. 1994. Pre sowing seed priming. Horticultural Review, 16(16): 109-141.
- Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y., and Ashraf, M. 2014. Impact of cycocel on seed germination and growth in some commercial crops under osmotic stress conditions. Archives of Agronomy and Soil Science, 60(9): 1277-1289.
- Pirasteh-Anosheh, H., Sadeghi, H., and Emam, Y. 2011. Chemical priming with urea and KNO₃ enhances maize hybrids (*Zea mays* L.) seed viability under abiotic stress. Journal of Crop Science and Biotechnology, 14(4): 289-295.
- Rajala, A. 2003. Plant growth regulators to manipulate cereal growth in Northern growing conditions. University of Helsinki, Ph.D. Thesis. 53 P.
- Uruc, K., and Yilmaz, D. 2008. Effect of cadmium, lead and nickel on imbibition, water uptake and germination for the seeds of different plants. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1: 1-10.

Effect of Cycocel Seed Priming on Osmotic Stress Tolerance in Rapeseed Germination (*Brassica napus* L.)

Sayyed Jalil Mirmahmood¹, Mohammad Javad Ahmadi-Lahijani², Yahya Emam^{3,*}

¹ Former M.Sc. Student of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

² Ph.D Student of Crop Physiology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

³ Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

* Corresponding author, E-mail address: yaemam@shirazu.ac.ir

(Received: 2014.05.17- Accepted: 2014.11.11)

Abstract

Osmotic stress is the most important of the abiotic stresses that leads to limitation of growth and yield in rapeseed. This study was conducted to examine the effect of cycocel seed priming on osmotic stress tolerance in germination and early growth stages of rapeseed, as a factorial experiment based on completely randomized design at Agriculture College of Shiraz University in 2012. The treatments included seed priming in three cycocel concentrations: 0 (without priming as control), 2.5 and 3.5 g L⁻¹ and osmotic stress in five levels: 0 (as control), -0.3, -0.6, -0.9 and -1.2 MPa using polyethylene glycol. The results showed that osmotic stress was significantly reduced germination percentage (15.1%), germination rate (15.3%), radicle length (29.5%), plumule length (31.6%), radicle fresh weight (22.4%), plumule fresh weight (37.6%) and vigor index (39.9%). Furthermore, osmotic stress leads to increase radicle to plumule fresh weight and radicle to plumule length ratio as 6.8 and 24.3 percent, respectively. Seed priming with cycocel reduced the adverse effects of osmotic stress on measured parameters. Although, there was no positive effect on germination percentage and rate under osmotic and non osmotic conditions for cycocel in both concentrations but cycocel at 3.5 g L⁻¹ appeared to have a greater positive effect than 2.5 g L⁻¹. Considering positive impact of cycocel seed priming on the reduction adverse effects of osmotic stress; further research on cycocel seed priming and osmotic stress tolerance is recommended under field conditions.

Keywords: Priming, Germination percentage, Radicle length, Plumule dry weight