Archive of SID

زیست‌شناسی گیاهی، سال دوم، شماره ششم، زمستان ۱۳۸۹، صفحه ۵۵ - ۷۰
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۰۹/۰۶
تاریخ بررسی مجدد: ۱۳۸۹/۱۱/۰۳
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۸۹/۱۲/۲۴

تأثیر پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید بر بنیه و رشد گیاهچه کلزا (*Brassica napus*) در شرایط کمبود آب

ساقی میارصادقی، فرید شکاری*، رضا فتوت و اسماعیل زنگانی
گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان

چکیده

یکی از تأثیرات کاهش میزان آب در خاک، کاهش در رشد و نمو گیاهچه‌های سبز شده و تغییر در نمود مزرعه‌ای آنها تحت چنین شرایطی است. مشخص گردیده که پیش‌تیمار بذرها موجب بهبود برخی خصوصیات گیاهچه‌ای و گیاهان حاصله بعدی می‌گردد. به منظور بررسی اثر پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید بر برخی خصوصیات کلزا در مراحل اولیه رشد تحت شرایط کمبود آب در خاک، آزمایشی در گلخانه دانشگاه زنجان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل اعمال ظرفیت زراعی و ۷۰٪ و ۵۰٪ ظرفیت زراعی گلدان‌ها و پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید در سطوح صفر، ۷۵۰، ۱۵۰۰ و ۲۲۵۰ میکرومولار بود. نتایج نشان داد که تاثیر پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید بر درصد سبز کردن، شاخص سبز کردن، وزن تر و خشک برگ گیاهچه، سطح برگ حقیقی و لپه‌ای، میانگین روزهای لازم برای سبز شدن، گستره سبز شدن و ارتفاع ساقه گیاهچه و وزن مخصوص برگ معنی‌دار بود. بالاترین درصد سبز کردن، شاخص سبز کردن، وزن تر و خشک گیاهچه، سطح برگ، ارتفاع، وزن مخصوص برگ و کمترین روزهای سبز کردن و گستره سبز کردن مربوط به غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید بود. سالیسیلیک‌اسید از طریق کوتاه کردن روز از کاشت و سبز شدن یکنواخت بذرها و ایجاد گیاهچه‌های قوی توانست سبب به حداکثر رساندن میزان وزن خشک گیاهچه‌های تولیدی شود. کمترین مقادیر مشاهده شده برای صفات اندازه‌گیری شده در بذرهای تیمار نشده یا شاهد و پس از آن در بذرهای تیمار شده با غلظت ۷۵۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید بود. صفت تعداد برگ تنها تحت تأثیر تنش کمبود آب قرار گرفت و پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید بر تعداد برگ اثر معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، سالیسیلیک‌اسید (SA)، سطح برگ حقیقی و لپه‌ای، کلزا، وزن خشک، وزن مخصوص برگ

مقدمه

دانه‌های روغنی از مهمترین محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند. کلزا با نام علمی *Brassica napus* گیاهی است یک‌ساله که از گیاهان دانه روغنی مهم جهان به شمار می‌آید و با توجه به شرایط اکولوژیک مناطق مختلف، کاشته می‌شود (آلیاری و همکاران، ۱۳۷۹).

*نویسنده مسؤول: نشانی پست الکترونیک: shekari@znu.ac.ir، شماره تماس: ۰۹۱۲۲۴۲۴۸۲۹

www.SID.ir

Archive of SID

بنا به تعریف Bray (۱۹۹۷)تنش خشکی به منزله کمبود آب درگیاه بوده، این وضعیت هنگامی ایجاد می‌شود که میزان تعرق از میزان جذب آب بیشتر باشد. همچنین، خشکی عبارتست از یک دوره بدون بارندگی و آبیاری که بر رشد گیاهان اثر می‌گذارد (Fukai and Cooper, 1995).

تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محیطی است که بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه تأثیر می‌گذارد (Falleri, 1994). گزارش شده است که کاهش پتانسیل آب خاک، موجب تأخیر و کاهش جوانه‌زنی و استقرار گیاهان می‌گردد (Schneider and Gupta, 1985). اثر تنش آبی بر کلزا را می‌توان به دو دوره قبل از مرحله زایشی و بعد از مرحله زایشی تقسیم کرد. قبل از این دوره، تنش بیشتر بر رشد سبزینه‌ای گیاه تأثیر می‌گذارد، ولی پس از این دوره بیشتر بر میزان گرده‌افشانی گل‌ها، تشکیل دانه و عملکرد اثر مستقیم دارد (شکاری و همکاران، ۱۳۸۳). گزارش شده است کلزا به هنگام جوانه‌زنی و و در مراحل رشد خورجین‌ها به خشکی حساس بوده و حساسیت مسأله زمانی اوج می‌گیرد که رشد گیاهچه جوان تازه استقرار یافته با کمبود آب مواجه گردد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸).Nielsen (۱۹۹۶) گزارش کرد با اعمال تنش در دوره رشد رویشی کلزا مقدار شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد.

سالیسیلیک‌اسید (SA) یکی از ترکیبات فنلی است که در گیاهان تولید می‌شود. ترکیبات این گروه می‌توانند به عنوان تنظیم‌کننده رشد عمل کنند (Aberg, 1981). Basra و همکاران (۲۰۰۶) بنیه بذرهای تیمار شده با سالیسیلیک‌اسید و آسکوربیک‌اسید را در برنج بررسی کردند. آنها اعلام کردند اگرچه آسکوربیک‌اسید در افزایش بنیه بسیار مؤثر بود، اما سالیسیلیک‌اسید سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را بهبود بخشید. شکاری و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند پیش تیمار کردن بذرهای گاوزبان با سالیسیلیک‌اسید موجب گردید تا سرعت و درصد گیاهچه‌های سبز شده در مزرعه افزایش یابد. آنها همبستگی بالایی را بین سرعت سبز کردن و مقدار ماده خشک تولید شده در گیاهچه‌های به وجود آمده مشاهده نمودند. کاربرد سالیسیلیک‌اسید و استیل‌سالیسلیک‌اسید (ASA) و جنتیسیک‌اسید (GTA) یا آنالوگ‌های دیگر سالیسیلیک‌اسید، در برگ‌های ذرت و سویا باعث افزایش سطح برگ و ماده خشک آن شد، ولی ارتفاع گیاه و طول ریشه بدون اثر باقی ماند (Khan *et al.*, 2003). Fariduddin و همکاران (۲۰۰۳) افزایش بیشینه‌ای در تجمع ماده خشک در پاسخ به غلظت 10^{-5} مولار سالیسیلیک‌اسید به کار رفته در برگ‌های گیاهان استقرار یافته خردل هندی (*B. Juncea*) مشاهده کردند، اما غلظت‌های بالاتر اثر بازدارندگی داشتند. نتایج نشان داد که مقدار ضخامت ساقه، تعداد برگ‌ها، وزن تر و خشک ساقه در پاسخ به سالیسیلیک‌اسید افزایش یافت (Martin-Mex and Larqué-Saavedra, 2001). در مطالعه‌ای دیگر که بر روی گیاهچه‌های لوبیا و ذرت انجام گرفته بود، ASA در غلظت‌های ppm ۵۰، ۲۵۰ و ۱۰۰۰ بر روی ریشه (Canakcl and Munzuroglu, 2002) و برگ (Canakcl and Munzuroglu, 2000) به کار رفت و موجب افزایش در وزن تر و خشک و کاهش تعرق در غلظت‌های بالاتر شد. پیش‌تیمار کردن بذر با هورمون‌های رشد گیاهی، نه

www.SID.ir

Archive of SID

تنها جوانه‌زنی و سبز شدن را افزایش می‌دهد، بلکه رشد و عملکرد نهایی گیاه رانیز تحت شرایط نرمال و تنش افزایش می دهد. نتایج به نقش سالیسیلیک‌اسید در تنظیم پاسخ خشکی گیاهان اشاره دارند و پیشنهاد می‌کنند که سالیسیلیک‌اسید می‌تواند به عنوان یک تنظیم کننده رشد بالقوه برای بهبود رشد گیاه تحت تنش خشکی استفاده شود (Senaratna *et al*., 2000).

با توجه به اینکه تنش آبی از عوامل محدودکننده در تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود، بنابراین تحقیق روی مکانیسم مقاومت گیاهان به کم آبی حایز اهمیت است. در این میان، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در بهبود و رفع آثار کم آبی در گیاهان بسیار سودمند است. در این پژوهش، تأثیر سالیسیلیک‌اسید بر سبز شدن و رشد گیاهچه کلزا تحت شرایط نرمال و کمبود آب بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید بر برخی خصوصیات مورفولوژیک کلزا (*Brassica napus*) رقم RGS300، که یک رقم بهاره با سازگاری مناسب برای مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر و در مناطق معتدله به عنوان کشت بهاره، زراعت می‌شود، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام شد. خاک گلدان با نسبت ۶-۳-۱ شامل خاک زراعی، ماسه و کود دامی تهیه شد. پس از آماده کردن خاک با نسبت‌های ذکر شده، در مقابل آفتاب خشک و در داخل هر گلدان به میزان ۹ کیلوگرم پر گردید. ظرفیت زراعی گلدان‌ها با روش اتاقک فشاری به دست آمد (حق‌نیا ۱۳۷۰).پیش از کاشت بذرها با قارچ‌کش ضدعفونی و سپس به گلخانه منتقل شدند. در هر گلدان ۱۵ بذر در عمق بین ۲ تا ۳ سانتی متر قرار داده شد.

تیمارهای آزمایش، شامل پیش تیمار کردن با سالیسیلیک‌اسید در چهار سطح و تنش خشکی در سه سطح بود. برای انجام پیش‌تیمار، پس از تهیه غلظت‌های مختلف سالیسیلیک‌اسید، شامل سطوح صفر، ۷۵۰، ۱۵۰۰ و ۲۲۵۰ میکرومولار، بذرهای گیاه کلزا در تیمارهای ذکر شده سالیسیلیک‌اسید به مدت ۲۴ ساعت در داخل محلول غوطه‌ور شدند و سپس از محلول خارج و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند تا رطوبت بذرها کاملاً خارج و به سطح رطوبتی اولیه و قبل از عمل تیمار برگردانده شوند (شکاری و همکاران، ۱۳۸۹). تنش خشکی نیز شامل حفظ رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی به عنوان تیمار شاهد، اعمال تنش ملایم کمبود آب در ۷۰٪ ظرفیت زراعی و تنش نسبتاً قوی در ۵۰٪ ظرفیت زراعی بود.

عمل سبز کردن سه روز پس از کاشت (زمانی که برگ‌های لپه‌ای در بالای سطح خاک ظاهر شدند) اتفاق افتاد. بنابراین اولین شمارش یا اولین روز سبز کردن (FDE: First Day of Emergence) سه روز بعد از کاشت در نظر گرفته شد. پس از اینکه تعداد گیاهچه‌های سبز شده در هر گلدان ثابت باقی ماند، عمل شمارش بذرهای سبز کرده پایان یافته تلقی شد و این روز به عنوان آخرین روز سبز کردن (LDE: Last Day of Emergence) یاداشت

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. از تفاضل روز آخر و اول سبز شدن نیز، گستره سبز شدن (TSE: Time Spread Emergence) به دست آمد (Al-Mudaris 1998).

$$TSE = LDE - FDE$$

میانگین زمان سبز شدن (Mean Time of Emergence) از روی رابطه تغییر یافته زیر و با جای گذاری تعداد گیاهچه سبز شده به جای بذرهای جوانه‌زده در رابطه اصلی محاسبه گردید (Ellis and Roberts, 1981):

$$MTE = \sum(nd)/\sum n$$

در رابطه بالا: n_1، n_2 و ... n_6 به ترتیب تعداد بذرهای سبز کرده از نخستین شمارش تا آخرین شمارش، d= تعداد روزها از ابتدا سبز شدن و $\sum n$= کل تعداد بذرهای سبز شده است.

شاخص سبز کردن (به عنوان معیاری از سرعت سبز شدن) طبق فرمول زیر به دست آمد (شکاری و همکاران، ۱۳۸۹):

$$EI=(E_1 \times 14) +(E_2\times 13) + \ldots+(E_{14}\times 1)$$

E، به ترتیب تعداد گیاهچه‌های سبز کرده از نخستین شمارش تا آخرین شمارش است. در این رابطه هر تیماری که بتواند در روزهای نخستین تعداد گیاهچه بیشتری را تولید نماید، در مقایسه با تیماری که در روزهای آخر همان تعداد گیاهچه را تولید می‌کند، عدد بزرگتری را به وجود خواهد آورد و بنابراین، به عنوان معیاری از سرعت سبز گیاهچه‌ها در نظر گرفته می‌شود.

برای انجام اندازه‌گیری صفات، تعداد ۳ گیاهچه به صورت تصادفی در هر گلدان انتخاب و وزن تر، وزن خشک، سطح برگ لپه‌ای و حقیقی و ارتفاع در گیاهچه‌ها ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه Leaf area meter (مدل VM-900 E/K) استفاده شد. وزن مخصوص برگ (SLW: Specific Leaf Weight) نیز از تقسیم وزن خشک برگ بر سطح برگ به دست آمد (Hunt, 1982). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC و به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد و شاخص سبز شدن: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد پیش‌تیمار کردن بذر با سالیسیلیک‌اسید بر درصد و شاخص سبز کردن بذرهای کلزا اثر معنی‌داری داشته (جدول ۱) ، بذور تیمار شده با غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار هم در شرایط نرمال و هم شرایط کمبود آب، بیشترین درصد سبز کردن را داشتند و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان دادند (جدول۲). از نظر شاخص سبز کردن نیز همین شرایط مشاهده شد؛ به این ترتیب که در همه تیمارهای آبی، بالاترین شاخص سبز کردن به تیمار ۱۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید تعلق داشت. بین تیمار شاهد و ۷۵۰ میکرومولار و ۲۲۵۰ میکرومولار اختلاف معنی‌داری در شرایط نرمال و تنش ملایم (۷۰ درصد) وجود نداشت. کمترین میزان شاخص و در صد سبز شدن مربوط به بذور پیش تیمار نشده در شرایط تنش ۵۰ درصد بود که اختلاف معنی‌داری با کلیه تیمارهای موجود نشان داد (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین مربعات صفات ارزیابی شده در گیاه کلزا تحت شرایط تنش خشکی و پیش تیمار با سالیسیلیک‌اسید

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		شاخص سبز کردن	درصد سبز کردن	میانگین روزهای لازم برای سبز شدن	روز اول سبز شدن	روز آخر سبز شدن	گستره سبز شدن	سطح برگ حقیقی	سطح برگ لپه‌ای	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	ارتفاع ساقه	وزن مخصوص برگ	تعداد برگ	وزن خشک بوته
سالیسیلیک‌اسید	۳	۱۵۶۶۷/۲۱۳**	۷۷۲/۲۵۹**	۱۱/۸۸۰**	۸/۹۱۷**	۳۱/۱۳۹**	۸/۲۲۲**	۳۴۷/۱۳۹**	۴/۹۶۳**	۰/۱۶۷**	۰/۰۰۱**	۵/۸۰۷**	۵۵/۳۴۸**	۰/۱۰۲	۰/۵۴۹**
خشکی	۲	۳۰۶۲۶/۳۶۱**	۴۵۹۶/۰۲۸**	۵/۴۴۴**	۰/۰۰۰	۱۶**	۱۶**	۶۳۷*	۱۵/۵۲۸**	۰/۰۶۱**	۰/۰۰۱**	۵/۶۸۵**	۱۲/۰۶۹**	۱/۷۵۰**	۰/۵۳۱**
اثر متقابل	۶	۸۹۳/۸۸۰*	۴۱/۵۰۹*	۰/۶۳۰*	۰/۰۰۰	۱/۱۱*	۱/۱۱*	۱۰/۱۱۱**	۰/۷۱۳*	۰/۰۱۸**	۰/۰۰۰**	۰/۳۵۰	۱۵/۹۴۶**	۰/۳۸۰	۰/۰۰۶
خطای آزمایش	۲۴	۳۱۹/۳۰۶	۱۶/۴۷۲	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۳۶۱	۰/۳۶۱	۲/۷۷۸	۰/۲۷۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۱۴۸	۲/۲۴۵	۰/۱۹۴	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات (٪)	.....	۶/۹۳	۵/۴۶	۱۰/۷۸	۱۲/۷۷	۵/۸۶	۹/۴۹	۶/۳۱	۱۱/۵۷	۱۱/۳۹	۸/۷۹	۸/۷۱	۱۳/۰۱	۱۸/۲۵	۸/۸۶

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جوانه‌زنی سریع بذر و سبز شدن یکنواخت در استقرار موفق گیاهان تحت شرایط تنش ضروری است (Bradford, 1986). گزارش هایی وجود دارد مبنی بر اینکه پیش‌تیمار کردن بذر با غلظت‌های بهینه هورمون‌های رشد گیاهی، موجب افزایش قابل توجهی در جوانه‌زنی، رشد و عملکرد محصول در گونه‌های مختلف گیاهان زراعی تحت هر دو شرایط تنش و نرمال می‌شود (Lee *et al*., 1998). همچنین گزارش شده است پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر می‌گردد (Demir Kaya *et al*., 2006). با توجه به اینکه بذرهایی که سریعتر جوانه می‌زنند و گیاهچه‌های آنها، سریعتر در بالای خاک ظاهر می‌شوند، زودتر از بقیه عمل فتوسنتز خود را آغاز کرده در مقایسه با گیاهچه‌های همجوار شانس تولید گیاهان استقرار یافته و با ابعاد بزرگتر را خواهند داشت. در این آزمایش نیز در تیمارهایی که عمل سبز شدن سریعتر انجام شده، دیگر صفات ارزیابی شده برای نمود (performance) گیاهچه نیز افزایش یافت.

بذور پیش تیمار شده نسبت به شاهد دارای کمترین میانگین زمانی لازم برای سبز شدن بودند و اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان دادند (جدول ۲). در بین تیمارهای پیش‌تیمارکردن، تیمار ۱۵۰۰ میکرومولار نسبت به سایر سطوح، هم در شرایط نرمال و هم تنش مؤثرتر بود (جدول ۲). بیشترین میانگین روزهای لازم برای سبز شدن مربوط به بذور تیمار نشده و بذور تیمار شده با غلظت ۷۵۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید تحت تنش آبی ۵۰ درصد بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشت (جدول ۲). به عبارت دیگر، هرچه بر شدت تنش کم آبی افزوده شد، میانگین روزهای لازم برای سبز شدن نیز افزایش یافت. طبق جدول ۵، میانگین روزهای لازم برای سبز شدن همبستگی منفی و معنی‌داری را با شاخص و در صد سبز شدن نشان داد؛ به این مفهوم که در تیمارهایی که سبز شدن با تاخیر انجام شد، درصد و شاخص سبز شدن پایینی نیز داشتند که در نهایت سبب ظهور دیرتر گیاهچه‌ها و کوچکتر بودن سطح برگ و ارتفاع ساقه در آنها نسبت به بذوری شد که عمل سبز شدن را زودتر آغاز کردند.

اثر خشکی بر روز اول سبز شدن معنی‌دار نبود و هیچ تفاوتی بین تیمار شاهد با تیمارهای دیگر وجود نداشت (جدول ۱). تنها پیش تیمار کردن با سالیسیلیک‌اسید موجب کاهش در زمان لازم برای سبز شدن گردید (جدول ۴). احتمالاً چون عمل مرطوب کردن گلدان‌ها برای رسیدن به حد تیمار مربوطه بیشتر در لایه‌های سطحی انجام می‌شده، و همین مقدار رطوبت نیز برای تکمیل عمل جوانه‌زنی و سبز کردن کافی بود، بنابراین، صفت روز اول جوانه‌زنی چندان تحت تأثیر واقع نشد.

کمترین زمان لازم برای شروع سبز شدن در بذور پیش تیمار شده با غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار مشاهد شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که پس از آغاز جوانه‌زنی، به تدریج کمبود آب باعث افزایش در زمان لازم برای ظاهر شدن گیاهچه‌ها شده و روز آخر سبز شدن را از طریق کاهش در سرعت سبز شدن افزایش داده است که این امر خود گستره زمانی سبز شدن در تیمارهای تحت کمبود آب را افزایش داده است (جدول ۲). پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار روز آخر سبز شدن و گستره سبز شدن را کاهش داد (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در گیاه کلزا تحت شرایط تنش خشکی و پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید

سطوح خشکی	سطوح سالیسیلیک‌اسید	شاخص سبز کردن	درصد سبز کردن	میانگین روزهای لازم برای سبز شدن	روز آخر سبز شدن	گستره سبز شدن	وزن تر برگ (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	سطح برگ حقیقی (سانتی‌متر مربع)	سطح برگ لپه (سانتی‌متر مربع)	وزن مخصوص برگ (میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع)
شاهد	۰	۲۶۱/۷ b	۸۱cd	۵/۳۳ bc	۱۱ b	۶/۳۴ b	۰/۴۱۷ g	۰/۰۳۶۱ e	۲۰ ef	۲/۷ e	۱/۸۱۱ c
	۷۵۰	۲۶۵/۳ b	۸۲ cd	۴/۳۳ de	۱۰/۶۶ b	۶ bc	۰/۴۸ df	۰/۰۳۷ e	۲۱ def	۳/۲ cd	۱۱/۲۶۶ abc
	۱۵۰۰	۳۳۲/۳ a	۹۵/۶۷ a	۳ f	۷/۶۶ d	۵ c	۰/۶۴۷ ab	۰/۰۴۵۶ bcd	۳۱ b	۳/۲ cd	۱۳/۷۳۶ ab
	۲۲۵۰	۲۸۴ b	۸۹/۶۷ ab	۴/۳ de	۹ c	۵/۳۳ c	۰/۵۴۶ bcde	۰/۰۴۸۰abc	۲۷ bc	۳/ cd	۱۲/۵۹۲ abc
٪۷۰	۰	۲۵۸/۷ b	۷۷/۳۳ d	۵/۳۳ bc	۱۱ b	۶/۳۴ bc	۰/۴۶۴ fg	۰/۰۴۰۷ de	۲۵/۶۶ cd	۳ cd	۱۰/۱۱۶ bcd
	۷۵۰	۲۶۴ b	۷۸/۳۳ d	۴/۳۳ de	۱۰/۶۶ b	۶ b	۰/۵۲۱ cde	۰/۰۴۱ de	۲۷ bc	۳/۶۳ bc	۹/۴۰۸ cd
	۱۵۰۰	۳۳۰ a	۹۳/۳۳ ab	۳ f	۷/۶۶ d	۵ c	۰/۷۱۱ a	۰/۰۵۳۳ a	۳۹ a	۴/۳۳ a	۱۳/۷۹۲ ab
	۲۲۵۰	۲۸۳/۷ b	۸۷ bc	۴/۳۳ de	۹ c	۵/۳۳ c	۰/۵۸۱ bcd	۰/۰۵۰۷ ab	۳۱/۳۳ b	۳/۸۶ b	۱۲/۷۱۶ abc
٪۵۰	۰	۱۴۲ e	۳۹/۳۳ f	۷/۳۳ a	۱۴ a	۹ a	۰/۱۲۲ h	۰/۰۱۸۳ f	۷ h	۲ g	۵/۵۱۳ e
	۷۵۰	۱۷۶/۳ d	۴۱/۳۳ f	۶ b	۱۳/۳۳ a	۹ a	۰/۴۵۲ ef	۰/۰۱۸۸ f	۱۳/۶۶ g	۲/۵۳ f	۷/۷۴۱ de
	۱۵۰۰	۲۸۴ b	۶۶ e	۳/۶۶ ef	۸/۶۶ cd	۶ bc	۰/۶۲۱ abc	۰/۰۴۴۱ cd	۲۵ cde	۲/۹۶ d	۱۴/۴۵۸ a
	۲۲۵۰	۲۱۳/۳ c	۶۰/۳۳ e	۴/۶۶ cd	۱۰/۳۳ b	۶۶۶/ b	۰/۵۲۴ cde	۰/۰۴۳۱ cd	۱۹/۳۳ f	۲/۷۶ ef	۱۵/۱۲۵ a

www.SID.ir

Archive of SID

میکرومولار روز آخر سبز شدن و گستره سبز شدن را کاهش داد (جدول ۲). بیشترین زمان مربوط به بذرهای شاهد و بذرهای تیمار شده با دوز ۷۵۰ میکرومولار در همهٔ تیمارهای آبی بود که اختلاف معنی‌داری را با دیگر تیمارهای پیش‌تیمار شده نشان دادند. طبق جدول ۵، روز اول، آخر و گستره سبز شدن همبستگی منفی و معنی‌داری را با شاخص و درصد سبز کردن نشان دادند. به عبارت دیگر، هر چه میزان شاخص و درصد سبز شدن در بذرها بالاتر بود، بذرها زمان کمتری برای سبز شدن نیاز داشتند و در نهایت، گستره زمانی لازم برای سبز شدن در آنها نیز کاهش پیدا کرد. Soltani و همکاران (۲۰۰۱)، اعلام کردند قدرت بالای بذر (نظیر سرعت، یکنواختی و پوشش کامل در سبز شدن) در گیاهچه‌های قوی، با توجه به کوتاه کردن روز از کاشت تا کامل کردن پوشش زمین به استقرار مناسب ساختار جامعه گیاهی و به حداقل رساندن رقابت بین گیاهی منجر گردید که به پتانسیل عملکرد بالاتر و به حداکثر رساندن تولید گیاهان زراعی منجر می‌شود.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در گیاه کلزا تحت شرایط تنش خشکی

خشکی	شاهد	٪۷۰	٪۵۰
ارتفاع ساقه (cm)	۴/۵۶ b	۵/۰۸ a	۳/۶۵ c
تعداد برگ	۲/۳۳ ab	۲/۸۳a	۲/۰۸۳ b
وزن خشک بوته (g)	۰/۲۴۰ b	۰/۲۴۹ a	۰/۲۱۶ c

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در گیاه کلزا در پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید

سالیسیلیک‌اسید	شاهد	۷۵۰	۱۵۰۰	۲۲۵۰
ارتفاع ساقه (cm)	۳/۹۱ c	۳/۷۷ c	۵/۵۴ a	۴/۴۱ b
وزن خشک بوته (g)	۰/۲۴۹ c	۰/۲۵۱ c	۰/۳۲۷ a	۰/۲۸۸ b
روز اول سبز شدن	۵ a	۴/ ۳۳ b	۲/۶۶ d	۳/۶۶ c

پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید روی وزن تر و خشک برگ گیاهچه، سطح برگ، ارتفاع ساقه، معنی‌دار بود (جدول ۱). با مقایسه تیمارهای ظرفیت زراعی و رطوبت در ٪۷۰ ظرفیت زراعی، بالاترین میزان رشد گیاهچه در شرایط تنش ٪۷۰ حاصل شد. بیشترین سطح برگ حقیقی و لپه‌ای به دست آمده مربوط به غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار در تیمار ۷۰ درصد ظرفیت زراعی بود که اختلاف معنی‌داری را با سطوح دیگر از خود نشان داد (جدول ۲). کمترین سطح برگ مشاهده شده مربوط به بذور پیش‌تیمار نشده در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی بود. در تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی و ۷۰ درصد ظرفیت زراعی تیمار ۷۵۰ میکرومولار و شاهد، اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان ندادند. سطح برگ رابطه معنی‌داری را با وزن تر و خشک برگ از خود نشان داد (جدول ۵).

www.SID.ir

Archive of SID

Tadash و Theodore (۱۹۹۹) بیان کردند که تولید ماده خشک گیاه وابستگی قوی با سطح برگ و سرعت فتوسنتز برگ دارد و برای رسیدن به سرعت بالاتر تولید ماده خشک لازم است که سرعت فتوسنتز با حفظ سطح برگ در سرتاسر فصل رشد بالا نگه داشته شود. سطح برگ تعیین‌کننده میزان تشعشع جذب شده توسط گیاه و بنابراین، تعرق و تولید ماده خشک است (Tesfay *et al*., 2006). علت مهم کاهش سطح برگ در تنش خشکی می‌تواند کاهش آماس سلولی باشد که موجب کاهش تقسیم سلولی و نمو سریعتر می‌شود (Nielson and Nielson, 1998) Diepenbrock (۲۰۰۰) کاهش شاخص سطح برگ را بر اثر اعمال تنش خشکی در کلزا گزارش کرد. کاهش سطح برگ خود می‌تواند ناشی از فرآیندهای دیگری در گیاه باشد که به طور عمده به فتوسنتز مربوط است. این فرآیندها موجب تولید برگ‌های کوچکتر در شرایط تنش خشکی می‌شوند و از سوی دیگر، موجبات زوال سریعتر برگ‌ها را فراهم می‌کنند. کاربرد سالیسیلیک‌اسید و استیل سالیسیلیک‌اسید و جنتیسیک‌اسید یا آنالوگ‌های دیگر سالیسیلیک‌اسید، در برگ‌های ذرت و سویا باعث افزایش سطح برگ و محصول خشک آن شد (Khan *et al*., 2003). این نتایج با نتایج Khodary (۲۰۰۴) که نشان داد سالیسیلیک‌اسید موجب افزایش سطح برگ در ذرت شده است، مطابقت دارد.

سالیسیلیک‌اسید بر افزایش وزن تر و خشک برگ اثر مثبتی داشت. بیشترین میزان متعلق به غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار و در تیمار ۷۰٪ ظرفیت زراعی مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بود. کمترین وزن تر و خشک مربوط به تیمار بذر شاهد یا پیش‌تیمار نشده در شرایط تنش ۵۰ درصد بود. تیمار شاهد و ۷۵۰ میکرومولار اختلافی در وزن خشک در شرایط نرمال با یکدیگر نداشتند (جدول ۲). وزن تر و خشک برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری را با شاخص و درصد سبز کردن نشان دادند (جدول ۵). به نظر می‌رسد هر چه میزان شاخص و درصد سبز شدن در بذور بالاتر باشد، بذور سبز شده از توانایی بیشتری برای رشد و توسعه برگ‌ها برخوردارند که این امر در نهایت موجب افزایش در وزن تر و خشک برگ‌ها می‌شود. کاهش وزن خشک می‌تواند از کاهش سطح برگ و اقتصاد کربنی (Carbon Budget) گیاه و کاهش میزان فتوسنتزی به علت محدودیت‌های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب، از قبیل کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی، به خصوص مولکول‌های کلروفیل ناشی شده باشد (Lawlor, Hayat .2002) و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که گیاهچه‌های گندمی که با محلول 10^{-5} مولار سالیسیلیک‌اسید تیمار شده بودند، تعداد برگ بیشتر و وزن تر و خشک بالاتری داشتند. Fariduddin و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند افشانه کردن گیاهان *Brassica junce* به مدت ۶ روز با غلظت‌های پایین سالیسیلیک‌اسید موجب افزایش ماده خشک در مقایسه با تیمار شاهد شد. پیش‌تیمار کردن بذور موجب افزایش ارتفاع ساقه گیاهچه در شرایط نرمال گردید. بیشترین میزان ارتفاع تحت این شرایط در بذرهای پیش‌تیمار شده با غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را از خود نشان دادند. کمترین ارتفاع ساقه نیز مربوط به بذرهای تیمار نشده بود. همچنین، تیمار شاهد

www.SID.ir

Archive of SID

تحت شرایط کم آبی در ۷۰٪ ظرفیت زراعی از ارتفاع بیشتری برخوردار بود (جدول ۳). ارتفاع ساقه همبستگی مثبت و معنی‌داری را با شاخص و درصد سبز کردن، سطح برگ و وزن تر و خشک نشان داد (جدول ۵). بالا بودن میزان شاخص و درصد سبز کردن به معنی استقرار سریعتر گیاه و شروع رشد است که می‌تواند سبب افزایش ارتفاع گیاهچه‌های حاصل در مقایسه با بذرهایی که عمل سبز شدن را دیرتر آغاز می‌کنند، باشد. به طور معمول رشد بیشتری نیز مشاهده می‌شود. افزایش رشد در گسترش بیشتر سطح برگ و افزایش وزن تر و خشک برگ‌های گیاهچه‌های کلزا حایز اهمیت است. (شیخ و همکاران، ۱۳۸۴)، با انجام آزمایش تنش آبی در مراحل مختلف رشد روی کلزای بهاره مشاهده کردند که اعمال تنش آبی باعث کاهش مقدار پتانسیل آب برگ، ارتفاع گیاه و وزن خشک قسمت‌های هوایی گیاه کلزا می‌شود. Hamada و Al-Hakimi (۲۰۰۱)، گزارش کردند پیش‌تیمار بذرهای گندم با سالیسیلیک‌اسید، ارتفاع بوته، وزن خشک و تر ساقه و برگ‌ها، تحت شرایط شوری و خشکی را افزایش داد.

پیش‌تیمار بذرها موجب افزایش وزن مخصوص برگ در شرایط تنش خشکی شد (جدول ۲). بیشترین میزان افزایش وزن مخصوص برگ در شرایط تنش در بذرهای پیش‌تیمار شده با غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید ملاحظه گردید. پیش‌تیمار بذرها موجب افزایش بیشتری در وزن مخصوص برگ در شرایط تنش نسبت به نرمال گردید (جدول ۲)؛ هرچند بذرهای پیش‌تیمار شده با غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار و ۲۲۵۰ میکرومولار در سطوح مختلف آبیاری اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان ندادند. تیمار شاهد کمترین وزن مخصوص برگ را در شرایط کمبود آب در حد ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نشان داد که اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده داشت. همچنین، وزن مخصوص برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن تر و خشک برگ داشت (جدول ۵).

به طور کلی، در شرایط تنش کم آبی، ارتفاع گیاه و گسترش سطح برگ کاهش یافت و برگ‌های جدید ضخیم‌تر و سطح برگ کمتری داشتند. مطالعات مختلف نیز نشان می‌دهد که کمبود آب سبب کاهش سطح برگ، ارتفاع، وزن تر و خشک برگ و شاخه، وزن مخصوص برگ و نسبت برگ به ساقه در گیاه می‌گردد (Busotti *et al.*, 2002).

اثر سالیسیلیک‌اسید بر تعداد برگ معنی‌دار نبود و تنها تنش کم آبی در حد ۵۰ درصد ظرفیت زراعی موجب کاهش در تعداد برگ‌ها شد (جدول ۱). در مرحله گیاهچه‌ای در شرایط تنش ملایم (۷۰٪ ظرفیت زراعی) تعداد برگ بیشتری مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با شرایط نرمال نداشت (جدول ۳). این حالت شاید به علت کافی بودن آب در حد ۷۰ درصد ظرفیت زراعی برای این مرحله از زندگی گیاه و تنفس بهتر ریشه باشد. Leport و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که در شرایط تنش خشکی، برگ‌ها کوچکتر و تعداد آنها کمتر می‌شود. حالت ذکر شده برای آزمایش حاضر در سطح تنش قوی مشاهده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- همبستگی صفات ارزیابی شده در گیاه کلزا تحت شرایط تنش خشکی

شاخص	شاخص سبز کردن	درصد سبز کردن	میانگین روزهای لازم برای سبز شدن	روز اول سبز شدن	روز آخر سبز شدن	گستره سبز شدن	وزن تر برگ حقیقی	وزن خشک برگ حقیقی	سطح برگ حقیقی	سطح برگ لپه‌ای	تعداد برگ	ارتفاع ساقه	وزن مخصوص برگ	وزن خشک بوته
درصد سبز کردن	۰/۸۶۶**	۱												
میانگین روز های لازم سبز شدن	-۰/۸۸۸**	-۰/۷۱۲**	۱											
روز اول سبز شدن	-۰/۶۲۷**	-۰/۳۶۰*	۰/۷۴۳**	۱										
روز آخر سبز شدن	-۰/۸۶۹**	-۰/۸۰۰**	۰/۸۴۵**	۰/۷۴۴**	۱									
گستره سبز شدن	-۰/۷۹۳**	-۰/۸۷۶**	۰/۶۸۱**	۰/۳۷۱*	۰/۸۲۴**	۱								
وزن تر برگ	۰/۸۸۵**	۰/۶۶۶**	-۰/۸۵۳**	-۰/۶۲۴**	-۰/۷۷۷**	-۰/۶۵۱**	۱							
وزن خشک برگ	۰/۸۸**	۰/۸۸۰**	-۰/۷۵۸**	-۰/۵۸۴**	-۰/۸۵۶**	-۰/۸۰۳**	۰/۶۸۹**	۱						
سطح برگ حقیقی	۰/۸۳۳**	۰/۸۵۵**	-۰/۸۲۷**	-۰/۶۰۷**	-۰/۸۷۷**	-۰/۸۱۸**	۰/۸۲۱**	۰/۸۳۴**	۱					
سطح برگ لپه	۰/۸۸۲**	۰/۸۰۰**	-۰/۷۳۸**	-۰/۳۵۵*	-۰/۷۰۴**	-۰/۷۴۵**	۰/۷۶۶**	۰/۷۲۳**	۰/۸۷۸**	۱				
تعداد برگ	۰/۲۳۰	۰/۲۷۱	-۰/۱۸۶	۰/۰۶۷	-۰/۰۹۶	-۰/۱۸۰	۰/۰۴۸	۰/۲۷۸	۰/۳۱۱	۰/۴۲۷**	۱			
ارتفاع ساقه	۰/۸۵۷**	۰/۷۵۴**	-۰/۸۰۷**	-۰/۵۵۶**	-۰/۸۳۷**	-۰/۷۹۶**	۰/۷۱۶**	۰/۷۴۰**	۰/۸۷۷**	۰/۷۹۷**	۰/۳۶۰*	۱		
وزن مخصوص برگ	-۰/۴۲۵**	-۰/۳۸۴*	۰/۳۹۱*	-۰/۲۲۱	-۰/۳۲۰	۰/۲۹۹	-۰/۵۶۴**	-۰/۰۸۰	-۰/۵۳۹**	-۰/۵۴۳**	-۰/۰۶۹	-۰/۴۰۳*	۱	
وزن خشک بوته	۰/۸۷۷**	۰/۷۹۷**	-۰/۸۵۴**	-۰/۶۶۰**	-۰/۸۳۷**	-۰/۷۷۶**	۰/۷۱۶**	۰/۷۰۵**	۰/۷۷۲**	۰/۶۲۷**	۰/۰۶۸	۰/۷۹۸**	-۰/۳۵۶*	۱

Archive of SID

اثر متقابل خشکی و سالیسیلیک‌اسید بر وزن خشک بوته معنی‌دار نشد (جدول ۱). بذرهای پیش‌تیمار شده با غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار دارای بالاترین وزن خشک بوته بودند. در تیمارهای آبی نیز تنش در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی موجب بیشترین کاهش در وزن خشک بوته شد (جدول ۳). وزن خشک بوته رابطه مثبت و معنی‌داری را با شاخص و درصد سبز شدن و وزن تر و خشک برگ نشان داد (جدول ۵)؛ به این مفهوم که بذرهایی که سریعتر عمل سبز شدن را شروع کرده، رشد بیشتری داشتند، از وزن تر و خشک برگ بالاتری نیز برخوردار بوده‌اند که در نهایت، سبب افزایش در وزن خشک بوته شده است.

El-Tayeb (۲۰۰۵) گزارش کرد که سالیسیلیک‌اسید رشد را در گیاه جو افزایش داد، که می‌تواند با افزایش در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت که از گیاه در برابر خسارت‌های اکسیداتیو حفاظت می‌کند، مرتبط باشد. Mandel و همکاران (۲۰۰۶) با اعمال تیمارهای آب و کود روی کلزا مشاهد نمودند که شاخص سطح برگ و وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه کلزا تحت تأثیر دو عامل آب و کود قرار داشته، تیمارهای تحت تنش آبی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند Martin-Mex و Larqué-Saavedra (۲۰۰۱) افزایش در وزن تر و خشک بیوماس و تعداد شاخه‌ها را در تیمار با سالیسیلیک‌اسید گزارش کردند.

نتایج این تحقیق نشان داد که پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید باعث بهبود سرعت و درصد سبز شدن و رشد گیاهچه در کلزا می‌شود. به عبارت دیگر، سبز شدن بذرهای پیش‌تیمار شده نسبت به بذرهای شاهد، زودتر آغاز شده و در نتیجه این بذرها سریعتر از خاک خارج شدند و زودتر استقرار یافتند. این عمل باعث می‌شود تا چنین گیاهچه‌هایی مدت زمان کمتری در معرض آفات و پاتوژن‌های خاکزی قرار گیرند. با توجه به اینکه بذرهای پیش‌تیمار شده سرعت سبز شدن بیشتری نسبت به شاهد داشتند، در نتیجه در یک زمان معین نسبت به بذرهای شاهد ماده خشک بیشتری تولید کردند و همچنین از سطح برگ و ارتفاع بیشتری برخوردار بودند که این مسأله خود موجب افزایش توان فتوسنتزی گیاهچه می‌گردد.

منابع

آلیاری، ه.، شکاری ، ف. و شکاری، ف. (۱۳۷۹) دانه های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی، تبریز.

حق‌نیا، غ. ح. (۱۳۷۰) خاک‌شناخت. انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد.

شکاری، ف.، بالجانی، ر.، صبا، ج.، افصحی، ک. و شکاری، ف. (۱۳۸۹) تأثیر پرایمینگ با سالیسیلیک‌اسید بر خصوصیات رشدی گیاهچه گاوزبان (*Borago officinalis*). مجله دانش نوین کشاورزی ۱۸: ۴۷- ۵۳.

شکاری، ف.، شکاری، ف.، جوانشیر، ع .، شکیبا، م.، مقدم، م. و آلیاری، ه. (۱۳۸۳) تأثیر تنش خشکی روی فنولوژی و روند رشدی کلزا (*Brassica napus* L.). مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان. ۳-۵ شهریور ۱۳۸۳.

شیخ، ف.، تورچی، م.، شکیبا، م. ر.، پاسبان اسلام ، ب. و

www.SID.ir

Archive of SID

عزیزی، م.، سلطانی، الف. و خاوری خراسانی، س. (۱۳۷۸) کلزا فیزیولوژی، زراعت به نژادی و تکنولوژی زیستی. انتشارات جهاد دانشگاهی فردوسی، مشهد.

ولی‌زاده، م. (۱۳۸۴) ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام کلزای بهاره (*Brassica napus* L.)، مجله دانش کشاورزی ۱۵(۱):۱۶۳-۱۷۴.

Aberg, B. (1981) Plant growth regulators XLI. Monosubstituted benzoic acid. Swedian. Journal of Agriculture Research 11: 93-105.

Al-Mudaris, M. A. (1998) Notes on various parameters recording the speed of seed germination. Der Tropenlandwirt 98:147-154.

Basra, S. M. A., Farooq, M., Wahid, A. and Khan, M. B. (2006) Rice seed invigoration by hormonal and vitamin priming. Seed Science and Technology 34: 755-780.

Bradford, K. J. (1986) Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Horticultural Science 21: 1105-1112.

Bray, A. E. (1997) Plant responses to water deficit. Trends in Plant Science 2: 45-54.

Busotti, F., Bettini, D., Grossoni, P., Mansuinio, S., Nibbi, R., Soda, C., and Tani, C. (2002) Structural and functional Traits of *Quercus ilex* in response to water availabity. Environmental and Experimental Botany 47: 11-23.

Canakcl, S. and Munzuroglu, O. (2000) Effect of sprayed acetyl salicylic acid application to the leaves of bean (*Phaseolus vulgariz* L.) and corn (*Zea mays* L.) seedlings on transpiration rate and weight changes. Journal of institute of Science 7(1): 83-92.

Canakcl, S. and Munzuroglu, O. (2002) Effect of acetyl salicylic acid application to the roots of bean (*Phaseolus vulgariz* L.) and corn (*Zea mays* L.) seedlings on transpiration rate and weight changes. Journal for Science and Engineering 14(2): 1-9.

Demir Kaya, M., Okçu, G., Atak, M., Çikili, Y. and Kolsarici, Ö. (2006) Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy 24: 291-295.

Diepenbrock, W. (2000) Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. Field Crops Research 67:35-49.

El-Tayeb, M. A. (2005) Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.

Ellis, R. H. and Roberts, E. H. (1981) The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology 9: 373-409.

Falleri, E. (1994) Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster*. Seed Science and Technology 22:591-599.

Fariduddin, Q., Hayat, S., and Ahmad, A. (2003) Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica 41: 281-284.

Fukai, S., and Cooper, H. (1995) Development of drought resistant cultivars using physio-morphological traits in rice. Field Crops Research 40: 67- 86.

Hamada, A. M. and Al-Hakimi, A. M. A. (2001) Salicylic acid versus salinity-drought induced stress on wheat seedlings. Rostlinna Vyroba 47: 444-450.

Hayat, S., Fariduddin, Q., Ali, B. and Ahmad, A. (2005) Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. Acta Agronomica Academica Scientiarum Hungaricae 53: 433-437.

Hunt, R. (1982) Plant Growth Curves: the functional approach to plant Growth analysis. Edward Arnold Publisher, London.

Khan, W., Prithiviraj B. and Smith, D. (2003) Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology 160: 485-492.

Khodary, S. E. A. (2004) Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. International Journal of Agriculture and Biology 6: 5-8.

www.SID.ir

Archive of SID

Lawlor, D. W. (2002) Limitation to photosynthesis water stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. Annals of Botany 89: 671-885.

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

Leport, L., Turner, N. C., French, R. J., Barr, M. D., Duda, R., Davies, S. L., Tennant, D., and Siddique, K. H. M. (1999) Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy 11: 279-291.

Mandel, K. G., Hati, K. M., Misra, A. K. and Bandyopadhyay, K. K. (2006) Assesment of irrigation and nutrient effects on growth, yield and water use efficiency of Indian mustard (*Brassica juncea*) in central. Indian Journal of Agricultural Water Management 85: 279-286.

Martin-Mex, R., and Larqué-Saavedra, A. (2001) Effect of salicylic acid in clitoria (*Clitoria ternatea* L.) bioproductivity in Yucatan, México. 28th Annual Meeting. Plant Growth Regulation Society of America. Miami Beach Florida, USA. July 1-5.

Nielsen, D .C. (1996) Potential of canola as a dry land crop in north eastern Colorado. In: Progress in new crops (ed. Janick, J.) 281-287. American Society for Horticultural Science Press, Alexandria.

Nielson, D. C. and Nielson, N. O. (1998) Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. Crop Sciences 38: 422 -427.

Schneider, E. C., and Gupta, S. C. 1985. Corn emergence as influenced by soil temperature, matric potential and aggregate size distribution. Soil Science Society of America Journal 49:415-422.

Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. and Dixon, K. (2000) Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation 30: 157-161.

Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E. and Latifi, N. (2001) Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coasts of Iran. Seed Science and Technology 29: 653-662.

Tadashi, H. and Theodore, C. (1999) Some characteristics of reduced leaf photosynthesis at midday in maize growing in the field. Field Crops Research 62: 53-62.

Tesfay, K., Walker, S. and Tsubo, M. (2006) Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in semi-arid conditions. European Journal of Agronomy 25:60-70.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of priming by salicylic acid on vigor and seedling growth of canola (*Brassica napus*) under water deficit condition

Saghi Miar Sadegi, Farid Shekari*, Reza Fotovet and Esmaeil Zangani

Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Zanjan University, Zanjan

Abstract

One of the effects of reducing water levels in soil is reduction of in growth and development of seedlings. It is found that seed priming improves some properties of seed and seedling and the next plants. The effect of seed priming by salicylic acid on some properties of rapeseed cv. RGS300 in early growth stages under water shortage conditions was evaluated. Factorial experiment in completely randomized design was performed. The treatments were soil moisture in field capacity (control) and 70% and 50% field capacity and priming with SA at zero, 750, 1500 and 2250 µM levels. The results showed that the priming effects by SA on percent of emergence, emergence index, fresh and dry weight of seedling leaves, leaf and cotyledon area, mean emergence time (MTE), time speared of emergence (TSE), shoot length and specific leaf weight (SLW) were significant and the highest emergence percentage, emergence index, fresh and dry weight of seedling leaves, leaf and cotyledons area, plant height, SLW and lowest MTE and TSE were found to be 1500 µM concentrations of salicylic acid. In fact, SA through reducing days of planting to uniform emergence of seeds and inducing vigourius seedlings could lead to maximize the amount of dry weight of seedlings. Also, results showed the lowest values observed in non primed seeds and treated seeds with 750 µM SA concentrations. Leaf number affected only by soil water levels and priming by SA had not any effects on this character.

Key words: Drought stress, Salicylic Acid (SA), Cotyledon and leaf area, *Brassica napus*, Dry weight, Specific leaf weight

* Correspong Author: shekari@znu.ac.ir

www.SID.ir