مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد سوم، شماره اول، بهار ۸۹
۷۳-۸۸
www.ejcp.info

تاثیر مصرف تری‌سیکلازول (بیم) بر کاهش خسارت غرقابی در گیاهچه‌های کلزا

حدیثه علیخانی‌فرد[۱] و مسعود اصفهانی[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته زراعت دانشگاه گیلان، [۲]عضو هیات علمی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر مصرف تری‌سیکلازول (بیم) بر کاهش خسارت غرقابی در گیاهچه‌های کلزا، آزمایشی در سال ۱۳۸٦ با ٤ تیمار (شاهد، غرقابی، تری سیکلازول + غرقابی و تری‌سیکلازول) در ۳ تکرار به اجرا گذاشته شد. گیاهچه‌های کلزا بعد از مرحله ۳ برگی با محلول تری‌سیکلازول ۷۵ درصد محلول‌پاشی شدند. اعمال تنش غرقابی (در مرحله ۵ برگی به‌مدت ۲۱ روز)، منجر به کاهش درصد بوته‌های سالم، ارتفاع بوته، سطح برگ، میزان کلروفیل، وزن خشک کل و نسبت ریشه به شاخساره، در گیاهچه‌های تیمار شده نسبت به شاهد شد. محلول‌پاشی تری‌سیکلازول باعث افزایش سطح برگ‌ها، میزان کلروفیل و وزن خشک کل (به‌ترتیب ۱/۳۸، ۷/۱۱ و ۲۸/۹ درصد) و کاهش ارتفاع بوته (۱۲/۹ درصد)، نسبت به شاهد بدون غرقابی شد. محلول‌پاشی تری‌سیکلازول، خسارت غرقابی را در گیاهچه‌های کلزا به میزان قابل توجهی کاهش داد و درصد بوته‌های سالم، ارتفاع بوته، سطح برگ، میزان کلروفیل، وزن خشک کل و نسبت ریشه به شاخساره را به‌ترتیب ۲۱/۲، ۳۸/۹، ۱۷/۵، ۳۱/۵، ٦۰ و ۲۷/۲ درصد نسبت به گیاهچه‌هایی که بدون محلول‌پاشی تحت تنش غرقابی قرار گرفته بودند، افزایش داد. درصد بوته‌های سالم، تعداد برگ‌های خشک در هر گیاهچه، وزن خشک کل، وزن شاخساره، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، سطح برگ، عرض بزرگ‌ترین برگ و میزان کلروفیل در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. صفات ریشه‌ای اندازه‌گیری شده شامل طول ریشه (TL)، سطح ریشه (RA)، حجم ریشه (RV)، چگالی ریشه (RDW/RV) و صفات ریشه‌ای محاسباتی شامل نسبت وزن‌تر ریشه به حجم خاک (RMD)، نسبت طول ریشه به حجم خاک

*- مسئول مکاتبه: mesfahan@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

(RLD)، نسبت وزن خشک ریشه به حجم خاک (DRMD)، قطر ریشه (RD)، چگالی سطح ریشه (RSD) و ظرافت ریشه (RF)، تفاوت معنی‌داری را در تیمارهای مختلف نشان دادند. به نظر می‌رسد که با مصرف تری‌سیکلازول قبل از وقوع تنش، می‌توان خسارت ناشی از تنش غرقابی را در گیاهچه‌های کلزا تا حدی کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: تری‌سیکلازول، غرقابی، ریشه، کلزا

مقدمه

تنش غرقابی و خشکی دو عامل اصلی کاهش عملکرد کلزا محسوب می‌شوند (ژو، ۱۹۹٤) که با توجه به گستردگی کشت آن در مناطق مختلف کشور، احتمال وقوع هر دو نوع تنش در طول دوره رویش کلزا وجود دارد. مشاهده شده است که در برخی از سال‌ها، رشد و استقرار گیاهچه‌های جوان کلزای زمستانه در منطقه در ابتدای فصل (پاییز) در اثر بارش بیش از حد باران مختل شده و یا به کلی از بین می‌روند. تاثیر دوره‌های غرقابی ۳ تا ۳۰ روزه بر میزان کاهش عملکرد کلزا، بسته به شرایط اقلیمی و مرحله نمو گیاه، بسیار متفاوت است (ژو و لین، ۱۹۹۵؛ گوتیرز بویم و همکاران، ۱۹۹٦). کمبود مواد غذایی و ظهور علائم سمیت برخی عناصر، عامل اصلی کاهش رشد گیاهان در خاک‌های غرقاب محسوب می‌شود (استفنس و همکاران، ۲۰۰۵). وقوع غرقابی دسترسی گیاه به یون‌ها را در محلول خاک کاهش داده و بویژه باعث کاهش دسترسی گیاه به نیتروژن، فسفر، کلسیم و پتاسیم در کلزا می‌شود (گوتیرزبویم و همکاران، ۱۹۹٦).

انواع تری‌آزول‌ها در غلظت‌های پایین می‌توانند برخی از اثرات نامطلوب حاصل از تنش‌های محیطی بر گیاه را کاهش داده و یا خنثی کنند. این ترکیبات در فرایند بیوسنتز جیبرلیک اسید، از اکسیداسیون کائورن به کائورنیک اسید جلوگیری کرده و با مختل کردن آن، به عنوان آنتی جیبرلین عمل می‌کنند (جیانگ و فری، ۱۹۹۸؛ سناراتنا و همکاران، ۱۹۹۸، آزمن و همکاران، ۲۰۰۳). مهم‌ترین تاثیر تری‌آزول‌ها، جلوگیری از بیوسنتز جیبرلیک اسید و افزایش تولید آبسیسیک اسید می‌باشد (کالیل و رحمان، ۱۹۹۵؛ آسامی و همکاران، ۲۰۰۰). تاثیر مصرف تری‌آزول‌ها بر تغییرات فیزیولوژیکی گیاه از جمله، کاهش رشد شاخساره و افزایش رشد ریشه در گزارشات متعددی بیان شده است (آساری بوما و همکاران، ۱۹۸٦؛ رونچی و همکاران، ۱۹۹۹؛ ژو و همکاران، ۲۰۰٤).

Archive of SID

www.SID.ir

مصرف یونیکونازول[1] باعث کاهش طول میانگره‌ها در دو گونه سیب زمینی متحمل و حساس به سرما می‌شود (ساوردا و همکاران، ۱۹۹۱). علاوه بر تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی، افزایش فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی (جیلی و فلچر، ۱۹۹۷؛ سناراتنا و همکاران، ۱۹۹۸؛ آزمن و همکاران، ۲۰۰۳)، افزایش میزان پرولین، غلظت کلروفیل و کارایی فتوسنتزی (مکی و همکاران، ۱۹۹۰؛ سناراتنا و همکاران، ۱۹۸۸) نیز در برخی از گیاهان گزارش شده است. با مصرف تری‌آزول‌ها، میزان تحمل به خشکی از طریق افزایش میزان آبسیسیک اسید، پرولین و آنتی اکسیدان‌ها و بسته شدن روزنه‌ها در گندم و تریتیکاله (جیلی و فلچر، ۱۹۹۷؛ بروا و زلاتیو، ۲۰۰۳)، گوجه فرنگی (استیل و پیل، ۲۰۰٤)، ریگراس چند ساله (جیانگ و فری، ۱۹۹۸)، افرای نقره‌ای (مارشال و همکاران، ۲۰۰۰) و سویا (ژانگ و همکاران، ۲۰۰٦) افزایش می‌یابد. افزایش تحمل کلزای زمستانه به تنش گرما با محلول‌پاشی یونیکونازول توسط ویژون و ملکسلام (۱۹۹۹) گزارش شده است. لئول و ژو (۱۹۹۸) گزارش کردند که محلول‌پاشی گیاهچه‌های کلزا با یونیکونازول، باعث کاهش خسارت تنش غرقابی در آنها می‌شود. اولین تاثیر تنش غرقابی (بیشبود آب) همانند تنش خشکی، ابتدا بر ریشه‌های گیاه ظاهر می‌شود (ژو و لین، ۱۹۹۵، استفنس و همکاران، ۲۰۰۵). در بعضی شرایط بافت‌های گیاهی با کمبود[2] یا نبود[3] اکسیژن مواجه می‌شوند. در خاک‌های غرقابی انتشار اکسیژن به سوی ریشه‌ها آن قدر کاهش می‌یابد که بافت‌های ریشه را در شرایط کمبود اکسیژن قرار می‌دهد (کافی و همکاران، ۱۹۹۹). در آزمایش حاضر تاثیر مصرف تری‌سیکلازول[4] (یکی از انواع تری‌آزول‌ها با نام تجاری بیم[5] که معمولا به عنوان قارچ‌کش علیه بیماری بلاست برنج مورد استفاده قرار می‌گیرد (نوروزیان، ۱۹۹۸))، بر میزان تحمل گیاهچه‌های کلزای زمستانه به تنش غرقابی و صفات ریشه‌ای در مرحله گیاهچه‌ای، مورد بررسی قرار گرفته است.

1- 1- ([E-1-[4-chlorophenyl]-4,4-dimethyl-2-[1.2.4-triazol-1-yl]penten-3-ol)
2- Hypoxia
3- Anoxia
4- [5-Methyl-1,2,4-triazole(3,4-b) benzothiazole]
5- Beam

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸٦ در دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. بذور کلزا رقم Hylite201 در اوایل آبان ماه در مزرعه کشت شده و در مرحله ۳ برگی [(کد۱/۰۳ بر اساس کدبندی سیلوستر- برادلی و میکپیس (۱۹۸٤)] با تری‌سیکلازول ۷۵ درصد به میزان ۵۰/۲۵ گرم ماده موثره در هکتار، به‌صورت دستی محلول‌پاشی شدند. محلول پاشی با استفاده از سمپاش دستی تلمبه‌ای با فشار ۰/٤ بار انجام گرفت. گیاهچه‌ها در مرحله ۵ برگی (کد ۱/۰۵ بر اساس روش کدبندی سیلوستر- برادلی و میکپیس) به گلدان هایی با قطر ۱۰ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر که با خاک مزرعه (شن ۲۰ درصد، سیلت ٤۵ درصد و رس ۳۵ درصد) پر شده بودند، منتقل شده و در شرایط کنترل شده (۱٦/۲۱ درجه سانتی‌گراد، روز/ شب و رطوبت نسبی ۸۰ درصد) در گلخانه قرار داده شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار (شاهد بدون غرقابی، غرقابی، تری‌سیکلازول+غرقابی و تری‌سیکلازول) در ۳ تکرار اجرا شد. تعداد گلدان‌های مربوط به هر تیمار ۳ و تعداد کل گلدان‌ها ۱۲ عدد بودند و در هر گلدان ۵ گیاهچه کاشته شد. رطوبت خاک گلدان‌های تیمار شاهد در حد ظرفیت زراعی حفظ شد و در گلدان‌های دو گروه، غرقابی، تری‌سیکلازول + غرقابی، به‌مدت ۲۰ روز تنش غرقابی اعمال شد. وضعیت عمومی گیاهچه‌های کلزا بعد از پایان اعمال تنش غرقابی در شکل (۱) نشان داده شده است. در طول مدت تنش، ارتفاع آب در پای بوته‌ها در حد ۲ تا ۳ سانتی‌متر حفظ شد. گلدان‌های مربوط به تیمار تری‌سیکلازول همانند شاهد نگهداری شدند. ۳۰ روز بعد از پایان تنش، میزان کلروفیل در برگ‌های گیاهچه‌ها با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD502, Minolta, Japan) اندازه‌گیری شده و پس از شمارش تعداد بوته‌های سالم، تعداد برگ‌های سبز و خشک، گیاهچه‌ها از گلدان‌ها خارج شدند. قبل از شستشوی ریشه‌ها، گلدان‌ها به‌مدت یک ساعت غرقاب شدند تا شستشوی ریشه‌ها با کمترین خسارت به آنها انجام شود. گیاهچه‌ها سپس به آزمایشگاه منتقل شده و پس از تفکیک آنها به دو بخش ریشه و شاخساره، صفات طول ریشه اصلی (TL)[1]، ارتفاع بوته (PH)[2]، طول (LH)[3] و عرض بزرگ‌ترین برگ (WL)[4] گیاهچه‌ها با استفاده از خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شدند. وزن‌تر ساقه و وزن‌تر ریشه با دقت یک‌هزارم با ترازو اندازه‌گیری شد. با قرار دادن ریشه‌ها در

1- Taproot Length (TL)
2- Plant Height (PH)
3- Length of Largest Leaf (LH)
4- Width of Largest Leaf (WL)

Archive of SID

www.SID.ir

یک بشر با حجم مشخص و اختلاف حجم آب قبل و بعد از قرار دادن ریشه، حجم ریشه (RV)[1] اندازه‌گیری شد سطح ریشه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (علیزاده، ۲۰۰۶):

(۱) سطح ریشه= ۲(حجم ریشه× π ×طول ریشه)$^{0.5}$

با داشتن اطلاعات وزن تر ریشه (RFW)[2]، وزن خشک ریشه (RDW)[3] و حجم گلدان‌ها، سطح ریشه (RA)[4]، طول ریشه (TL) و حجم ریشه (RV)، سایر صفات ریشه‌ای از قبیل نسبت وزن خشک ریشه به حجم ریشه (چگالی ریشه) (RDW/RV)[5]، وزن‌تر ریشه به حجم خاک (RMD)[6]، وزن خشک ریشه به حجم خاک (DRMD)[7]، طول ریشه به حجم (RLD)[8]، قطر ریشه (RD)[9]، طول ریشه به وزن‌تر ریشه (ظرافت ریشه) (RF)[10] و چگالی سطح ریشه (RSD)[11]، محاسبه شدند (حاج عباسی، ۲۰۰۱؛ گنجعلی و همکاران، ۲۰۰۳).

(۲) قطر ریشه = (٤× وزن تر ریشه / (طول ریشه × π))$^{0.5}$

(۳) چگالی سطح ریشه = (طول ریشه × قطر ریشه × π)

سطح برگ (LA)[12] با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ رومیزی (Li Core, USA) اندازه‌گیری شد. نسبت سطح برگ به سطح ریشه(LA/RA)[13] در تیمارهای مختلف محاسبه شد. در پایان نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت (تا ثابت شدن وزن نمونه‌ها)، خشکانیده شدند. وزن خشک ساقه (SDW)[14]، برگ (LDW)[15] و ریشه (RDW)[16] نیز اندازه‌گیری شدند. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار داده شدند. اعداد

1- Root Volume
2- Root Fresh Weight (RFW)
3- Root Dry Weight (RDW)
4- Root Area (RA)
5- Root Dry Weight / Root Volume (RDW/RV)
6- Root Mass Density (RMD)
7- Dry Root Mass Density (DRMD)
8- Root Length Density(RLD)
9- Root Diameter (RD) =(4*RFW/(RL*3.14))1/2
10- Root Length / Root Fresh Mass= (RF)
11- Root Surface Area Density (RSD) =TL*RD*3/14
12- Leaf Area (LA)
13- Leaf Area / Root Area (LA/RA)
14- Stem Dry Weight (SDW)
15- Leaf Dry Weight (LDW)
16- Root Dry Weight (RDW)

Archive of SID

www.SID.ir

مربوط به درصد بوته‌های سالم، پس از تبدیل به Arc Sin (یزدی صمدی و همکاران، ۱۹۹۷) در تجزیه داده‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج و بحث

صفات گیاهچه‌ای: وزن خشک شاخساره و وزن خشک کل (در سطح احتمال یک درصد) و تعداد برگ‌های خشک و درصد بوته‌های سالم (در سطح احتمال پنج درصد) در تیمارهای مختلف، تفاوت معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۱). محلول‌پاشی تری‌سیکلازول منجر به افزایش وزن خشک شاخساره نسبت به سایر تیمارها شد، به‌طوری‌که محلول‌پاشی بدون تنش غرقابی و تیمار شاهد به‌ترتیب با میانگین ۰/۷۵ و ۰/۵۸ گرم، بالاترین مقدار وزن خشک شاخساره را داشتند (جدول ۲). بیشترین تعداد برگ خشک در هر گیاهچه مربوط به تیمار غرقابی (با میانگین ٤/۱۹ عدد) بود که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۲). کمترین درصد بوته‌های سالم مربوط به تیمار غرقابی (W) با میانگین ٦٦ درصد بود و محلول‌پاشی تری‌سیکلازول (T) با میانگین ۸۰ درصد، باعث افزایش ۲۱/۲ درصدی بوته‌های سالم نسبت به تیمار غرقابی شد. دو تیمار شاهد بدون غرقابی (C) و تری‌سیکلازول بدون اعمال تنش غرقابی (T) با ۱۰۰ درصد بوته‌های سالم، بالاترین تعداد را داشتند (جدول ۲). میزان کلروفیل برگ‌ها نیز در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری را نشان داد و تیمار غرقابی با میانگین ۳٤/٤٦۷ کمترین و محلول پاشی تری‌سیکلازول بدون اعمال تنش غرقابی، با میانگین ٤٥/۸۳۳، بالاترین مقدار کلروفیل برگ را داشتند. این نتیجه با گزارشات لئول و ژو (۱۹۹۸) و رونچی و همکاران (۱۹۹۹) مبنی بر اثر مثبت محلول‌پاشی تری‌آزول‌ها بر افزایش مقدار کلروفیل برگ، مطابقت دارد.

ارتفاع بوته در تمام تیمارها تفاوت معنی‌داری را (در سطح احتمال ۵ درصد) نشان داد (جدول ۳). تیمار شاهد با میانگین ۱۵/۷۳ سانتی‌متر، بالاترین ارتفاع بوته را داشت و تیمار محلول‌پاشی تری‌سیکلازول با میانگین ۱۳/۷ سانتی‌متر، در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ٤). طول بزرگ‌ترین برگ، سطح برگ و وزن خشک برگ در سطح احتمال پنج درصد و وزن خشک ساقه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارهای مختلف نشان دادند (جدول ۳). بیشترین وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، سطح برگ و طول بزرگ‌ترین برگ مربوط به تیمار محلول‌پاشی تری‌سیکلازول بود و بعد از آن تیمار شاهد قرار داشت (جدول ٤). محلول‌پاشی تری‌سیکلازول باعث افزایش سطح برگ‌ها، میزان کلروفیل و وزن خشک کل گیاهچه شد (به‌ترتیب ۱/۳۸، ۷/۱۱ و ۲۸/۹

Archive of SID

www.SID.ir

درصد نسبت به شاهد بدون غرقابی) (جدول ۵). این تیمار همچنین منجر به کاهش ۱۲/۹ درصد در ارتفاع بوته که از اثرات بارز تری‌آزول‌هاست (آساری بوما و همکاران، ۱۹۸٦؛ رونچی و همکاران، ۱۹۹۹؛ ژو و لین، ۱۹۹۵)، نسبت به شاهد بدون غرقابی شد (جدول۵). به‌طورکلی، افزایش وزن خشک کل، سطح برگ و بالاتر بودن میزان کلروفیل در گیاهچه‌های محلول‌پاشی شده، حتی از شاهد بدون غرقابی نیز بهتر بوده است. افزایش سطح برگ در گیاهچه‌های کلزا در اثر محلول‌پاشی یونیکونازول، در آزمایش لئول و ژو (۱۹۹۸) نیز گزارش شده است. تنش غرقابی منجر به کاهش درصد بوته‌های سالم، ارتفاع بوته، سطح برگ، میزان کلروفیل، وزن خشک کل و نسبت ریشه به شاخساره شد (به‌ترتیب ٣٤، ٥٨، ٦٢/٤٢، ٤/٠٤، ٦٦/٣٤ و ٢٤ درصد نسبت به شاهد بدون غرقابی) (جدول ٦). درصد بوته‌های سالم و نسبت ریشه به شاخساره، تفاوت معنی‌داری در دو تیمار فوق نداشتند (جدول‌های ۲ و ۱۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات گیاهچه‌های کلزا در تیمارهای محلول‌پاشی تری‌سیکلازول و تنش غرقابی.

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین‌مربعات				
		وزن خشک شاخساره	وزن خشک کل	تعداد برگ‌های خشک	تعداد برگ‌های سبز	درصد بوته‌های سالم
تیمار	۳	۰/۰۳٦**	۰/۳٥**	۲/۱٥٦*	۱/۳۷^{ns}	۰/۰۸*
خطا	۸	۰/۰۰٤٥	۰/۰۳۲	۰/٤٥۱	۱/۲۳	۰/۰۱۳
ضریب‌تغییرات (درصد)		۲٦/۸٥	۲۹/٦۲	۲۲/۳٦	۲٤/۹٤	۱۳/۳۲

^{ns}،**و*به ترتیب فاقد تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات گیاهچه‌های کلزا در تیمارهای محلول‌پاشی تری‌سیکلازول و تنش غرقابی

تیمار	وزن خشک شاخساره (گرم)	وزن خشک کل (گرم)	تعداد برگ‌های خشک	تعداد برگ‌های سبز	درصد بوته‌های سالم
W	۰/۱۸b	۰/۲٥b	٤/۱۹a	۳/۹۷a	٦٦b
T+W	۰/۳۰ b	۰/٤۰b	۲/۸۸b	۳/۷۸a	۸۰ab
T	۰/۷٥a	۱/۰۰٦a	۲/۲b	٥/۱۳a	۱۰۰a
C	۰/٥۸a	۰/۷۸a	۲/۷۳b	٤/۹۳a	۱۰۰a

W= غرقابی، T+W= تری‌سیکلازول + غرقابی، T= تری‌سیکلازول، C= شاهد بدون غرقابی

Archive of SID

www.SID.ir

شاهد بدون غرقابی　　غرقابی　　تری‌سیکلازول + غرقابی　　تری‌سیکلازول

شکل ۱- وضعیت عمومی گیاهچه‌های کلزا بعد از پایان اعمال تنش غرقابی

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات گیاهچه‌های کلزا در تیمارهای محلول‌پاشی تری‌سیکلازول و تنش غرقابی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		عدد کلروفیل متر	ارتفاع بوته	عرض بزرگ ترین برگ	طول بزرگ‌ترین برگ	سطح برگ	وزن‌خشک برگ	وزن‌خشک ساقه
تیمار	۳	۷۵/۳۶*	٤٥/٦٩*	۰/۸٤^{ns}	٤/۸٦*	۷۱۰/٦۷*	۰/۰۰۱*	۰/۰۳٦**
خطا	۸	۱٥/۸٤	٦/۳۱	۰/٤۱	۰/۹٤	۱۲۷/۸۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰٤
ضریب‌تغییرات (درصد)		۱۰/۲٦	۲۱/۳٤	۱۷/۳۸	۱۷/۸۸	۲۱/۷	۱۸/۷۹	۱٦/۸٥

^{ns}، ** و * به‌ترتیب فاقد تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ٥ درصد

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات گیاهچه‌های کلزا در تیمارهای محلول‌پاشی تری‌سیکلازول و تنش غرقابی

تیمار	عدد کلروفیل متر	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	عرض‌بزرگ‌ترین برگ (سانتی‌متر)	طول‌بزرگ‌ترین برگ (سانتی‌متر)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	وزن خشک برگ (میلی‌گرم)	وزن‌خشک‌ساقه (میلی‌گرم)
W	۳٤/٤٦b	٦/۷۰c	۳/۱a	٤/۱۳b	۱۹/٥٦b	۰/۰۲٦b	۰/۰۷c
T+W	٤٥/۸۳a	۱۰/۹۸bc	۳/٥a	٤/٥٦b	۳٥/۲۷ab	۰/٥۳a	۰/۱۲bc
T	۳۸/۷ab	۱۳/۷ab	۳/۹a	٦/٦a	٥۲/۷۷a	۰/۰۷٤a	۰/۳۲a
C	۳٦/۱۳ab	۱٥/۷۳a	٤/۳۲a	٦/٤a	٥۲/۰٥a	۰/۷۲a	۰/۲۱ab

W= غرقابی، T+W= تری‌سیکلازول + غرقابی، T= تری‌سیکلازول، C= شاهد بدون غرقابی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- درصد تغییرات میانگین صفات گیاهچه‌ای کلزا در تیمارهای شاهد بدون غرقابی و محلول‌پاشیتری سیکلازول

صفت گیاهی	شاهد بدون غرقابی	تری‌سیکلازول	درصد تغییرات
درصد بوته‌های سالم	۱۰۰	۱۰۰	-
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۱۵/۷۳	۱۳/۷	-۱۲/۹
سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	۵۲/۰۵	۵۲/۷۷	+۱/۳۸
عدد کلروفیل‌متر	۳۶/۱۳	۳۸/۷	+۷/۱۱
وزن خشک کل (گرم)	۰/۷۸	۱/۰۰۶	+۲۸/۹
نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره	۰/۳٤	۰/۳٤	-

جدول ٦- درصد تغییرات میانگین صفات گیاهچه‌ای کلزا در تیمارهای شاهد بدون غرقابی وغرقابی

صفت گیاهی	غرقابی	تری‌سیکلازول + غرقابی	درصدتغییرات
درصد بوته‌های سالم	٦٦	۸۰	۲۱/۲
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	٦/۷	۱۰/۹۸	۳۸/۹۱
سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	۱۹/۵	۳۵/۲۷	۱۷/۵
عدد کلروفیل‌متر	۳٤/٤٦	٤۵/۳٤	۳۱/۵٦
وزن خشک کل (گرم)	۰/۲۵	۰/٤	٦۰
نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره	۰/۲۷	۰/۳۵	۲۷/۱۷

جدول ۷- درصد تغییرات میانگین صفات گیاهچه‌ای کلزا در تیمارهای غرقابی و محلول‌پاشی تری‌سیکلازول

صفت گیاهی	شاهد بدون غرقابی	غرقابی	درصدتغییرات
درصد بوته‌های سالم	۱۰۰	٦٦	-۳٤
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۱۵/۷۳	٦/۷	-۵۸
سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	۵۲/۰۵	۱۹/۵	-٦۲/٤۲
عدد کلروفیل‌متر	۳٦/۱۳	۳٤/٤٦	-٤/۰٤
وزن خشک کل (گرم)	۰/۷۸	۰/۲۵	-٦٦/۳٤
نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره	۰/۳٤	۰/۲۷	-۲٤

Archive of SID

www.SID.ir

صفات ریشه‌ای: تیمارهای آزمایشی از نظر تاثیر بر صفات وزن ریشه به حجم خاک، وزن خشک ریشه به حجم خاک و چگالی سطح ریشه (در سطح احتمال یک درصد) و طول ریشه (TL)، سطح ریشه (RA)، حجم ریشه (RV)، چگالی ریشه (RDW/RV)، RLD، RD و RF تفاوت معنی‌داری (در سطح احتمال پنج درصد) با یکدیگر داشتند (جدول‌های ۸ و ۱۰). اعمال تنش غرقابی باعث کاهش کلیه صفات ریشه‌ای در گیاهچه‌های کلزا شد و در گیاهچه‌هایی که قبل از اعمال تنش محلول‌پاشی شده بودند، صفات یاد شده به استثنای RF، افزایش نشان دادند اما این افزایش از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار غرقابی نشان نداد. بالاترین RMD مربوط به تیمار شاهد و تیمار تری‌سیکلازول (T) به‌ترتیب با میانگین ۰/۲۸ و ۰/۲٤کیلوگرم برمتر مکعب بود (جدول ۹). بالاترین DRMD مربوط به تیمار تری‌سیکلازول (T) با میانگین ۰/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود که با توجه به بالاتر بودن صفت RMD در تیمار شاهد، می‌توان تصور نمود که محتوای نسبی آب در ریشه گیاهچه‌های تیمار شاهد بیش از تیمار T بوده است (جدول ۹). بیشترین مقدار چگالی سطح ریشه (RSD) و قطر ریشه (RD) مربوط به تیمارشاهد (به‌ترتیب با میانگین ۰/۰۰۰٦۳ متر بر کیلوگرم و ۰/۲۲ سانتی‌متر) و بعد از آن تیمار محلول‌پاشی تری‌سیکلازول (T) قرار داشت (جدول ۹). بیشترین میزان نسبت طول ریشه به وزن تر ریشه مربوط به تیمار غرقابی (W) با میانگین ٤۰۳/٦٥ متر بر کیلوگرم بود و بعد از آن تیمار تری‌سیکلازول + غرقابی (T+W) با میانگین ۳٤۰/٤۸ متر بر کیلوگرم قرار گرفت (جدول ۹). در گیاهچه‌های محلول‌پاشی شده، صفات RSD , DRMD و RDW تفاوت معنی‌داری با گیاهچه‌های تحت تنش غرقابی داشتند (جدول‌های ۹ و ۱۱).

محلول‌پاشی تری‌سیکلازول باعث افزایش طول ریشه، سطح ریشه و حجم ریشه شد که این نتیجه بر اساس نتایج سایر محققان مبنی بر تاثیر مصرف تری‌آزول‌ها بر افزایش طول ریشه (آساری بوما و همکاران، ۱۹۸٦؛ رونچی و همکاران، ۱۹۹۹؛ ردماچر، ۲۰۰۰؛ ژو و همکاران، ۲۰۰٤)، قابل تایید است (جدول ۱۱). مصرف تری‌سیکلازول متناسب با افزایش طول ریشه، باعث افزایش وزن خشک ریشه نیز گردید، به‌طوری که بالاترین وزن خشک ریشه مربوط به محلول‌پاشی تری‌سیکلازول (T)، (با میانگین ۲٥۰ میلی‌گرم) بوده و تیمار غرقابی (W) با میانگین ۷۱ میلی‌گرم، کمترین وزن خشک ریشه را داشت (جدول ۱۱). بالاترین سطح و حجم ریشه مربوط به گیاهچه‌های شاهد (C) (به‌ترتیب با میانگین ۸/٦٥٤ سانتی‌متر مربع و ۰/٦٤٤۷ سانتی‌متر مکعب) بود و بعد از آن تیمار تری‌سیکلازول (به‌ترتیب با میانگین‌های ۷/٥۹۷ سانتی‌متر مربع و ۰/٤۹۳۳ سانتی‌متر مکعب) در رتبه بعدی قرار گرفت

Archive of SID

www.SID.ir

(جدول ۱۱). نسبت سطح برگ به سطح ریشه تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها نداشت (جـدول ۱۰)، لیکن تیمارهای تری‌سیکلازول + غرقابی (T+W) و غرقابی (به‌ترتیب با میانگین ۰/۳۵۱۵ و ۰/۲۷٦٦)، بیشترین و کمترین مقدار را در بین تیمارها داشتند (جدول ۱۱).

جدول ۸- تجزیه واریانس صفات ریشه‌ای گیاهچه‌های کلزا در تیمارهای محلول‌پاشی تری‌سیکلازول و تنش غرقابی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		RMD	RLD	DRMD	RD	RSD	RF
تیمار	۳	۰/۰۱۵**	۹/۹٦*	۰/۰۱۷**	۲/۰۰۷*	۷/۸۷**	٦٤٧٥/۲۱۹*
خطا	۸	۰/۰۰۱	۱/۳٤٦	۰/۰۰۲	۸/۸۸	۵/٦	۳٤٦۰/۹۹
ضریب‌تغییرات (درصد)		۱٦/٤٤	۱٦/۹۲	۱۲/۸۳	۱۰/۸۹	۱٦/٤٤	۱٦/۷۹

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

جدول ۹- مقایسه میانگین صفات ریشه‌ای گیاهچه‌های کلزا در تیمارهای محلول‌پاشی تری‌سیکلازول و تنش غرقابی

تیمار	RMD (کیلوگرم بر مترمکعب)	RLD (کیلومتر بر مترمکعب)	DRMD (کیلوگرم بر مترمکعب)	RD (متر)	RSD (کیلومتر مربع بر مترمکعب)	RF (متر بر کیلوگرم)
W	۰/۱۲ b	٤۸۹۱٤٦۵۹۵ b	۰/۰٦ c	۰/۰۰۱٦b	۰/۰۰۰۲۷b	٤۰۳/٦۵ a
T+W	۰/۱٦ b	۵٦۷۹٤۵۲۸۷ b	۰/۹۰ bc	۰/۰۰۱۸ab	/۰۰۰۳۷b	۳٤۰/٤۸ab
T	۰/۲٤ a	۸۵۳٤۰٤٦۹۸ a	۰/۲۲ a	۰/۰۰۱۸ab	۰/۰۰۰۵٤a	۳٦۲/۱٦ab
C	۰/۲۸ a	۸۲۳٦٦۹۳٤۳ a	۰/۱۷ ab	۰/۰۰۲۲a	۰/۰۰۰٦۳a	۲۹۰/۵۵ b

وزن ریشه به حجم خاک RMD ، طول ریشه به حجم خاک RLD، وزن خشک ریشه بـه حجـم خـاکDRMD، قطـر ریشه RD، چگالی سطح ریشه RSD، وزن‌تر ریشه به طول ریشه RF

جدول ۱۰- تجزیه واریانس صفات ریشه‌ای گیاهچه‌های کلزا در تیمارهای محلول‌پاشی تری‌سیکلازول و تنش غرقابی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		طول ریشه	سطح ریشه	حجم ریشه	وزن‌خشک ریشه	چگالی ریشه	سطح برگ به سطح‌ریشه	ریشه به شاخساره
تیمار	۳	۱۲/۵۲*	۱۱/۰٤*	۰/۰۷۱*	۰/۰۲۱**	۰/۰٦۵*	۲/۳٦ ns	۰/۰۰۳ ns
خطا	۸	۱/٦۹	۲/٤۱	۰/۰۲۲	۰/۰۰۲	۰/۰۱٤	۳/۸۳	۰/۰۱۷
ضریب‌تغییرات(درصد)		۱٦/۹۷	۲۳/۷۱	۱۳/۲٤	۲۲/۸۳	۲۵/۱۱	۱٤/۳٤	۲۰/۵۳

ns، ** و * به‌ترتیب فاقد تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱۱- مقایسه میانگین صفات ریشه‌ای گیاهچه‌های کلزا در تیمارهای محلول‌پاشی تری‌سیکلازول و تنش غرقابی

تیمار	طول ریشه (سانتی‌متر)	سطح ریشه (سانتی‌مترمربع)	حجم ریشه (سانتی‌مترمکعب)	وزن خشک ریشه (گرم)	چگالی ریشه	نسبت سطح برگ به سطح ریشه	ریشه به شاخساره
W	۵/۴۸۳b	۴/۴۵۳c	۰/۲۹ b	۰/۰۷۱c	۰/۲۳b	۴/۴۶a	۰/۲۸a
T+W	۶/۳۶۷b	۵/۴۸۹c	۰/۳۸ ab	۰/۱ bc	۰/۲۶b	۵/۷۹a	۰/۳۵a
T	۹/۵۶۷a	۷/۵۹۷ab	۰/۴۹ ab	۰/۲۵a	۰/۵۶a	۶/۴۷a	۰/۳۴a
C	۹/۲۳۳a	۸/۶۵۴a	۰/۶۵ a	۰/۱۹ab	۰/۳۰b	۶/۳۵a	۰/۳۴a

زمان وقوع تنش غرقابی بر تغییرات فیزیولوژیکی و عملکرد گیاه تحت تنش، تاثیر دارند. حساس‌ترین مرحله رشد گیاه کلزا به تنش غرقابی مرحله گیاهچه‌ای است (ژو و لین، ۱۹۹۵). نتایج این آزمایش نشان داد که غرقابی منجر به کاهش تمامی صفات گیاهچه‌ای و ریشه‌ای گیاهچه‌های کلزا شد (جدول‌های ۲، ۴، ۹ و ۱۱). ژو و لین (۱۹۹۵) گزارش کردند که بروز تنش غرقابی به‌مدت ۳ هفته، منجر به کاهش ارتفاع بوته، تعداد برگ‌های سبز، سطح برگ‌ها و وزن خشک کل گیاهچه‌های کلزای زمستانه شد. غرقابی سطح برگ‌ها، وزن خشک کل و تعداد برگ‌های سبز را در کلم معمولی کاهش داد (ایساراکری زایلا و همکاران، ۲۰۰۷). تنظیم‌کننده‌های رشد پیری گیاه را به تاخیر انداخته و خسارت غرقابی را تا حدی کاهش می‌دهند (ژو و لین، ۱۹۹۵). کاهش خسارت غرقابی در اثر محلول پاشی پاکلوبوترازول در دو گیاه گندم و کلزا نیز گزارش شده است (وب و فلچر، ۱۹۹۶؛ ژو و همکاران، ۱۹۹۷).

در این آزمایش مشاهده شد که محلول‌پاشی تری‌سیکلازول حتی در صورت عدم وقوع تنش غرقابی نیز باعث افزایش سطح برگ و وزن خشک گیاهچه‌های کلزا شد. به نظر می‌رسد که مصرف تری‌سیکلازول بر خلاف بسیاری از مواد مصنوعی، نه تنها زیانی برای گیاه ندارد بلکه می‌تواند ضمن تولید گیاهچه‌های قوی‌تر، باعث تقویت آنها برای مقابله با شرایط نامساعد پیش‌بینی نشده محیطی مانند تنش غرقابی که احتمال وقوع آن در زراعت‌های پاییزه بالا نیز هست، بشود و با کمک به استقرار بهتر آنها در زمین اصلی، به افزایش عملکرد دانه نیز کمک کند. بدین‌ترتیب می‌توان امیدوار بود که با محلول‌پاشی تری‌سیکلازول بر گیاهچه‌های کلزا در مراحل ابتدایی رشد، بتوان تا حدی خسارت غرقابی ناشی از بارندگی‌های ابتدای فصل رشد گیاه را که یکی از عوامل اصلی استقرار ضعیف گیاهچه‌های کلزای زمستانه در ابتدای رویش در مزرعه و کاهش میزان رشد و عملکرد دانه آن در

Archive of SID

www.SID.ir

مناطق شمالی کشور محسوب می‌شود، کاهش داد. تحقیقات تکمیلی به منظور ارزیابی تاثیر مصرف انواع ترکیبات تری‌آزول‌ها بر تنش غرقابی در کلزا در سطوح وسیع‌تر، اظهار نظر قطعی‌تر در باره این موضوع را امکان‌پذیر خواهد ساخت

منابع

Alizadeh, A. 2006. Crop-water relations. Astan Ghods Razavi Publication, Mashhad. 472pp. (In Persian).

Asami, T., Min, Y.K., Nagana, N., Yamagishi, K., Takatsuto, S., Fujioka, S., Murofushi, N., Yamaguchi, I. and Yoshida, S. 2000. Characterization of brassinozole, a triazole-type brassinosteroid biosynthesis inhibitor. Plant Physiol. 123: 93-99.

Asare-Boamah, N.K., Hofstra., G., Fletcher, R.A. and Dumbroff, E.B. 1986. Triadimefon protects bean plants from water stress through its effects on abscisic acid. Plant Cell Physiol. 27: 383-390.

Berova, M., and Zlatev, Z. 2003. Physiological response of paclobutrazol-treated triticale plants to water stress. Biol. Plant. 46:133-136.

Ganjali, A., Kafi, M., Bagheri, A.R. and Shahriari Ahmadi, F. 2003. Allometric relationship for root and shoot characteristics of chickpea seedlings (*Cicer arietinum* L.) J. Agri. Sci. Thecnol. 18: 1.67-80.

Gilley, A., and Fletcher, R.A. 1997. Relative efficacy of paclobtrazol, propinozole and tetraconazole as stress protectants in wheat seedlings. Plant Growth Reg. 21: 169-175.

Gutirrez Boem, F.H., Lavado, R.S. and Porcelli, C.A. 1996. Note on the effects of winter and spring waterlogging on growth, chemical composition and yield of rapeseed. Field Crops Res.47: 175-179.

Hajabbasi, M.A. 2001. Tillage effects on soil compactness and wheat root morphology. J. Agric. Sci. Technol. 3:67-77.

Issarakraisila. M, Ma, Q. and Turner, D.W. 2007. Photosynthetic and growth responses of juvenile Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) and Caisin (*Brassica rapa* subsp. *parachinensis*) to waterlogging and water deficit. Sci Hort. 111: 107-113.

Jiang, H., and Frey, J. 1998. Drought responses of perennial ryegrass treated with growth regulators. Hort Sci. 33: 270-273.

Kafi, M., Lahouti, M., Zand, a., Sharifi, h., and Goldani, M. 1999. Plant physiology. Jihad Daneshghahi Mashhad Publication. 456 pp. (Translated in Persian).

Kalil, I. A., and Rahman, H. 1995. Effects of paclobutrazol on growth, hloroplast pigments and sterol biosynthesis of maize (*Zea mays* L.). Plant Sci. 105: 15-21.

Archive of SID

www.SID.ir

Leul, M. and Zhou, W.J. 1998. Alleviation of water logging damage in winter rape by application of Uniconazole: Effects on morphological characteristics, hormones and photosynthesis. Field Crops Res. 59:121-127.

Mackay, C.E., Hall, J.C., Hofstra, G. and Fletcher, R.A. 1990. Uniconazole-increased changes in abscisic acid, total amino acids, and proline in *Phaseolus vulgaris*. Pesticide Biochem. Physiol. 37: 74-82.

Marshall, J.G., Rutledge, R.G., Blumwald, E. and Dumbroff, E.D. 2000. Reduction in turgid water in jack pine, white spruce and black spruce in response to drought and paclobutrazol. Tree Physiol. 20: 701-707.

Norouzian, M. 1998. Catalog of authorized pesticides in Iran. Plant Protection Organization Publication. 233pp.

Ozmen, A.D., Ozdemir, F. and Turkan, I. 2003 Effects of paclobutrazol on response of two barley cultivars to salt stress. Biol. Plant. 46: 263-268.

Rademacher, W. 2000. Growth Retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 51: 501-531.

Ronchi, A., Farina, G., Gozzo, F. and Tonelli, C. 1999. Effects of triazolic fungicide on maize plant metabolism: modifications of transcript abundance in resistance-related pathways. Plant Sci. 130: 51-62.

Saaverda, J.A., Palta, J.P., and Stang, E.J. 1991. Influence of uniconazole on freezing stress resistance of cold acclimating *(S. commersonii)* and of non acclimating *(S. tuberosum)* potato species. Plant Physiol. 96: 1-59.

Senaratna, T., Mackay, C., Mckersie, B., and Fletcher, R. 1988. Uniconazole-induced chilling tolerance in tomato and it relationship to antioxidant content. J. Plant Physiol. 133: 56-61.

Steffens, D. Hütsch, B.W. Eschholz, T. Lošák, T. and Schubert, S. 2005. Water logging may inhibit plant growth primarily by nutrient deficiency rather than nutrient toxicity com. Plant Soil Env. 51: 545–552.

Still, J.R. and Pill, W.G. 2004. Growth and stress tolerance of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in response to seed treatment with paclobutrazol. J. Hort. Sci. Biot. 79: 197-203.

Sylvester-Bradley, R. and Makepeace, R.J. 1984. A code for stage of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Aspects. Applied Biol. 6:399-419.

Webb, J.A. and Fletcher, R.A. 1996. Paclobutrazol protects wheat seedling from injury due to waterlogging. Plant Growth Reg. 16, 201-206.

Weijun, Z. and Melakeselam, L. 1999. Uniconazole-induced tolerance of rape plants to heat stress in relation to changes in hormonal levels, enzyme activities and lipid peroxidation. Plant Growth Reg. 27: 2. 99-104.

Yazdi Samadi, B., Rezaee, A. and Valizadeh, M. 1997. Statistics Designs in Agricultural Researchs. Tehran University Publication. 764p.

Zhang, M., Duan, l., Tian, X., He, Z., Li, J., Wang, B. and Li, Z. 2006. Uniconazole-induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to

Archive of SID

www.SID.ir

changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. J. Plant Physiol.164: 709-717.

Zhou, W.J. 1994. Oilseed rape cultivation. Agricultural Press Beijing, China.142-212.

Zhou, W., and Lin, X. 1995. Effects of waterlogging at different growth stages on physiological characteristics and seed yield of winter rape (*Brassica napus* L.). Field Crops Res. 44: 103–110.

Zhou, W.J, Zhao, D.S., and Lin, X.Q. 1997. Effects of waterlogging on nitrogen accumulation and allevation of waterlogging damage by application of nitrogen fertilizer and mixtotal in winter rape (*Brassica napus* L.). Plant Growth Reg. 16: 47-53.

Zhuo, L., van Peppel, A., Li, X. and Welander, M. 2004. Changes of leaf water potential and endogenous cytokinins in young apple trees treated with or without paclobutrazol under drought conditions. Sci. Hort. 99: 133-141.

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 3 (1): 73-88
www.ejcp.info

The effect of application of Tricyclazole on water logging damage alleviation in canola seedlings

H. Alikhani Fard[1] and M. Esfahani[2]
[1, 2]M.Sc Student and Academic Stuff. Agronomy & Plant Breeding Dept. Fac. of Agriculture, University of Guilan

Abstract

The effect of Tricyclazole application on waterlogging damage alleviation in canola seedlings was evaluated in a pot experiment in complete randomized design layout with three replications. Treatments included: control (no waterlogging), waterlogging, Tricyclazole plus waterlogging and tricyclazole. Tricyclazole (75%) applied at three-leaf stage on canola seedlings. Seedlings were exposed to waterlogging at five-leaf stage for 21 days. Results showed that waterlogging decreased survived seedling percent, plant height, leaf area, chlorophyll content, total dry weight, root/shoot ratio in comparison with the control. Application of Tricyclazole plus waterloggging increased leaf area, chlorophyll content, total dry weight in comparison with the control (1.38, 7.11 and 28.9%, respectively) and reduced plant height (12.9%). Tricyclazole plus waterlogging increased survived seedling percent, plant height, leaf area, chlorophyll content, total dry weight, root/shoot ratio in comparison with the waterlogged seedlings by 21.2 , 38.91 , 17.5 , 31.56 , 60 and 27.17%, respectively. Treatments had significant effect on survived seedling percent, number of dry leaf per seedling, total dry weight, shoot dry weight, stem dry weight, leaf dry weight, leaf area, width of widest leaf and chlorophyll content of canola seedlings ($P<0.5$). Root parameters; Taproot Length (TL), Root Area (RA), Root Volume (RV), Root Dry Weight/Root Volume (RDW/RV), Root Mass Density (RMD), Root Length Density (RLD), Dry Root Mass Density (DRMD), Root Diameter (RD) , Root Surface Area Density (RSD), Root Length/Root Fresh Mass (RF) were significantly differ ($P<0.5$) in treatments. It seems that the application of Tricyclazole prior to waterlogging, may alleviate the adverse effects of flash flooding in canola seedlings.

Keywords: Tricyclazole; Waterlogging; Root; Canola.

*- Corresponding Author; Email: mesfahan@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir