نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۱ ، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۰، ص ۱۳۰-۱۲۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 1, Mar. – Apr. 2011, p. 123-130
Archive of SID

بررسی تأثیر تنش شوری بر رشد رویشی، فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت و غلظت مالون دی آلدهید برگ ارقام کلزا

روزبه فرهودی [۱]

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۱
تاریخ پذیرش: ۹۰/۱/۱۷

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی واکنش ارقام کلزا به تنش شوری در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش واکنش سه رقم کلزا (فورنکس، اکامر و کنسول) در مرحله رشد رویشی در چهار سطح شوری۰(شاهد)، ۴۰ ، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl بررسی شد. نتایج نشان داد بالاترین سطح تنش شوری در ارقام فورنکس و اکامر در مقایسه با شاهد به ترتیب حدود ۵۸ و ۸۲ درصد وزن خشک برگ کاهش داد. رقم فورنکس در بالاترین سطح شوری با کمترین غلظت سدیم و غلظت مالون دی آلدهید برگ در کنار بیشترین غلظت پتاسیم برگ و فعالیت آنزیم پراکسیداز در مقایسه با سایر ارقام به شوری تحمل بیشتری نشان داد.

واژه های کلیدی: وزن خشک، آنزیم پراکسیداز، سدیم، پتاسیم

مقدمه

امروزه تقاضای روزافزون جهت تولیدات گیاهی با کاهش مساحت زمین های قابل کشت به واسطه محدودیت منابع آب و خاک، فرسایش خاک و ... توأم گردیده است. شوری آب و خاک زراعی نیز از جمله عواملی هستند که مانع از حصول عملکرد کافی در گیاهان زراعی می گردند. براساس گزارش FAO (۱۳) در مناطقی که مشکل شوری آب و خاک زراعی مطرح است شوری سبب ۱۰ الی ۶۰ درصد کاهش در عملکرد محصولات گیاهان زراعی می گردد. وسعت اراضی شور ایران بر اساس آمار منابع مختلف بین ۳۴ الی ۲۳ میلیون هکتار برآورد گردیده است، بطوریکه آمار FAO (۱۳) حاکی از این است که ۲۵/۵ میلیون هکتار از اراضی ایران شور و ۸/۵ میلیون هکتار بسیار شور هستند. اما جعفری (۲) وسعت اراضی شور ایران را حدود ۲۳ میلیون هکتار برآورد نموده است. براساس تعریف شانون و گریو (۲۵) تنش شوری عبارت است از حضور بیش از اندازه نمک های قابل حل و عناصر معدنی در محیط رشد ریشه که منجر به کاهش توانایی گیاه در جذب آب کافی از محلول خاک می شود. اشرف و امسی نیلی (۶) تنش شوری را تجمع یون هایی نظیر سدیم، پتاسیم، سولفات و کلر در محیط ریزوسفر بیان نمودند به نحوی که رشد و نمو طبیعی گیاه را مختل سازد. ایشان اختلال در فرایند جذب آب توسط گیاهان، تجمع املاحی نظیر سدیم در بافت گیاهی و عدم توازن یون ها در خاک و گیاه را از اثرات تنش شوری بیان نمودند. گیاهان متحمل به شوری قادرند با توجه به مکانیزم‌های مختلفی مانند کده‌بندی یون‌ها در سلول های ریشه (۲۰،۷) کاهش جذب یون های مضر مانند سدیم و افزایش جذب یون های مفید مانند پتاسیم و کلسیم (۱۹)، فعال کردن آنزیم های آنتی اکسیدانت و هم چنین تنظیم اسمزی (۱۷)، حفظ فتوسنتز در شرایط تنش شوری به کمک مکانیزم هایی نظیر باز نگه داشتن روزنه ها و حفظ فعالیت آنزیم های دخیل در فتوسنتز در شرایط تنش (۲۸) سبب حفظ پایداری عملکرد و جلوگیری از کاهش شدید رشد گیاه تحت تنش شوری گردند.

یکی از دلایل اصلی خسارت تنش های محیطی نظیر شوری بر گیاهان، تولید انواع رادیکال های آزاد اکسیژن است. کلروپلاست و میتوکندری که دو محل عمده حضور چرخه های انتقال الکترون در سلول های گیاهی می باشند همواره در معرض خطر تولید گونه های فعال اکسیژن قرار دارند. حضور گونه های فعال اکسیژن در محیط سلولی، سبب تخریب ماکروملکول های عمده سلولی نظیر DNA،RNA و آنزیم های حیاتی می شود که این خسارت را خسارت اکسیداتیو گویند (۵). همچنین یکی از اثرات بارز رادیکال

۱- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر
(Email: rfarhoudi@gmail.com)

www.SID.ir

Archive of SID

های آزاد اکسیژن بر سلامت سلول ها تخریب غشاهای سلولی است. بررسی غلظت مالون دی آلدهید بافت گیاهی می تواند بیانگر میزان تخریب غشا سلولی باشد زیرا این ترکیب تحت تأثیر تخریب و پراکسیده شدن غشا سلولی آزاد می شود (۹). با بررسی واکنش سه رقم برنج به تنش شوری دریافتند که تنش شوری سبب تخریب غشاهای سلولی و افزایش تولید مالون دی‌آلدهید شد، که میزان تولید مالون دی‌آلدهید در رقم حساس به شوری بسیار بیشتر از رقم مقاوم به شوری بود. گیاهان قادرند با تولید انواع ترکیبات آنزیمی آنتی اکسیدانت نظیر سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون ردکتاز و آسکوربات پراکسیداز و ترکیبات آنتی اکسدانت غیر آنزیمی نظیر کارتنویید و آلفا توکوفرول اقدام به حذف رادیکال های آزاد اکسیژن و اثر سمی آنها کنند (۱۷). قربانعلی و همکاران (۳) همبستگی مثبت و معنی داری میان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت پراکسیداز و کاتالاز با مقاومت به شوری ارقام کلزا مشاهده نمودند. اشرف و علی (۵) گزارش کردند که تنش شوری سبب افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت پراکسیداز و سوپراکسید دیسوتاز در برگ کلزا و کاهش اثرات نامطلوب تنش شوری می شود.

این تحقیق به منظور بررسی واکنش ارقام کلزا به تنش شوری و بررسی رابطه میان غلظت یون های سدیم و پتاسیم و همچنین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تحمل شوری ارقام کلزا انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر تنش شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و رشد ارقام کلزا و همچنین بررسی مکانیسم های احتمالی تحمل شوری در میان این ارقام انجام شد. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور های این آزمایش عبارت بودند از چهار سطح شوری محلول ۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول نمک NaCl ساخت شرکت سیگما و سه رقم کلزا (*Brassica napus*) پاییزه شامل اکامر، فورنکس و کنسول.

محیط کشت گلدان هایی به حجم ۳ لیتر بود که توسط مخلوط پرلیت دانه ریز و درشت به نسبت ۳ به ۱ پر شده بود. در زمان کاشت در هر گلدان پنج عدد بذر از رقم مورد نظر کشت شد و بعد از استقرار گیاهچه ها بوته های اضافی تنک شده و در هر گلدان دو گیاهچه باقی گذاشته شد. گلدان ها روزانه با ۱۰۰ میلی لیتر محلول هوگلند آبیاری می شد. ۱۰ روز پس از سبز شدن بذرها، آبیاری گلدان ها با آب شور آغاز شد. در مدت آزمایش دمای گلخانه در طی روز ، حدود ۲۳ الی۲۵ درجه سانتی گراد و در شب حدود ۱۴ الی ۱۶ درجه سانتی گراد بود. رطوبت گلخانه حدود ۷۵ درصد و میزان نور گلخانه ۱۰۰۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه بود. ۴۰ روز پس از آغاز تنش شوری برداشت گیاهان جهت بررسی صفات ذکر شده انجام شد.

اندازه گیری یون های سدیم و پتاسیم

به منظور اندازه گیری غلظت یون های سدیم و پتاسیم در برگ گیاه از روش آون (۲۱) استفاده شد. بعد از شستشوی بافت مورد نظر با آب مقطر، آنها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد جهت خشک شدن قرار داده شدند. سپس ماده خشک آسیاب شد. پس از آن یک گرم از آن جدا شده و در کوره الکتریکی با دمای ۵۸۰ درجه سانتیگراد به مدت چهار ساعت در کروزه چینی حرارت داده شدند. خاکستر به دست آمده با ۲۰ میلی لیتر اسید کلریدریک[1] ۲ نرمال شستشو داده شد تا کاتیون ها آزاد شوند. عصاره با کاغذ صافی صاف شد. به منظور اندازه گیری یون های سدیم و پتاسیم در محلول حاصله از دستگاه فلایم فتومتر[2] مدل Carl Ziess و منحنی استاندارد استفاده شد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز

جهت بررسی فعالیت این آنزیم ها ابتدا پروتئین برگ به روش آگراوال و همکارانش (۴) استخراج شد. برای بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز (۱.۱۱.۱.۱۳: EC) و کاتالاز (۶. ۱۱. ۱: EC) به روش چنس (۱۲) عمل شد. مخلوط واکنش شامل بافرفسفات ۱۰میلی مولار، ۸ میلی مولار گویاکول، ۲/۷۵ میلی مولار پراکسید هیدروژن و ۵۰ میکرو لیتر محلول پروتینی استخراج شده در بالا بود. پس از اضافه کردن پراکسید هیدروژن بلافاصله افزایش جذب در طول موج ۴۷۰نانومتر به مدت ۶۰ ثانیه قرائت شد. فعالیت ویژه آنزیم به صورت مایکرومول تتراگویاکول تشکیل شده در دقیقه در میلی گرم پروتئین بیان شد. برای بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز ۵۰ میکرو مول از محلول پروتینی استخراج شده از برگ به ۱۰۰ میلی مول بافر فسفات اضافه شد و سپس۳۰ میکرو لیتر پراکسید هیدروژن نیز به مخلوط اضافه شد. در نهایت این مخلوط در کووت اسپکتو فتومتر ریخته شد و در طول موج ۲۴۰ نانومتر فعالیت آنزیمی بر اساس تغییرات جذب در ۶۰ثانیه به ازای هر میلی گرم پروتین قرائت شد.

غلظت مالون دی آلدهید برگ

به منظور تعیین غلظت مالون دی آلدهید در برگ، ابتدا نیم گرم برگ تازه را در محلول ۲۰ درصد تیوکلرو استیک اسید۳ (TCA) که حاوی ۰/۵ درصد تیو باربیتوریک اسید۴ بود کاملا پودر کرده و آنگاه

1 - Choloridric Acid
2 - Flame Photometer
3 - Tiocloro Acetic Acid
4 - Barbituric Acid

www.SID.ir

Archive of SID

این مخلوط به مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی گراد در حمام بن ماری حرارت داده شد. سپس این مخلوط را در حمام یخ سرد کرده و طبق روش والنتوویک و همکارانش (۳۰) غلظت مالون دی آلدئید در طول موج ۵۳۲ نانومتر اندازه گیری شد.

محاسبات آماری داده های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار Mstatc انجام شد و برای رسم نمودار ها و گرافها از نرم‌افزار Excel و برای مقایسهٔ میانگین ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح۱ درصد) استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن خشک اندام هوایی

تجزیه واریانس نشان داد که وزن خشک اندام هوایی ارقام کلزا تحت تأثیر معنی دار شوری، رقم و اثر متقابل شوری و رقم قرار گرفت (جدول ۱). مقایسات میانگین اثر متقابل شوری و رقم نشان داد که در سطح شاهد تفاوت معنی داری میان ارقام مورد بررسی از نظر وزن خشک اندام هوایی مشاهده نشد (جدول ۲). ضمن این که در سطح شوری ۴۰ میلی مول NaCl وزن خشک اندام هوایی ارقام فورنکس و کنسول تفاوت معنی داری را با یکدیگر نشان نمی دهد، اما رقم اکامر کاهش وزن خشک معنی داری ($\alpha<0/01$) را در مقایسه با دو رقم فوق نشان داد. در سطوح شوری ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl ، رقم فورنکس بیشترین وزن خشک اندام هوایی (به ترتیب ۴/۵ و ۳/۸ گرم) را داشت (جدول ۲). در بالا ترین سطح تنش شوری کمترین و بیشترین درصد کاهش وزن خشک اندام هوایی ارقام کلزا در مقایسه با شاهد به ترتیب در ارقام فورنکس (۵۸ درصد) و اکامر (۸۲ درصد) دیده شد. اشرف و علی (۵) مشاهده نمودند تنش شوری سبب کاهش رشد و تجمع ماده خشک در برگ کلزا می شود. ایشان کاهش جذب پتاسیم در کنار افزایش شدید تجمع سدیم در برگ کلزا و تأثیر منفی آن بر فتوسنتز را دلیل این واکنش دانستند. مونس و جیمز (۱۸) با مطالعه واکنش ارقام گندم دوروم به تنش شوری بررسی وزن خشک بوته و بیوماس را یکی از صفات اصلی قابل بررسی و قابل اطمینان جهت بررسی واکنش گیاهان به تنش شوری بیان نمودند. همچنین نتایج این تحقیق با تحقیقات انفراد و همکارانش (۱) همخوانی دارد. ایشان نیز کاهش وزن خشک برگ ارقام کلزا تحت تأثیر تنش شوری را گزارش نمودند. شریفی و همکارانش (۲۶) با مطالعه واکنش سویا به تنش شوری،عوامل مختلفی چون کاهش فتوسنتز، تخریب غشاهای سلولی، کاهش آب قابل دسترس گیاه و تجمع یون سدیم در برگ را از عوامل اصلی کاهش وزن بیان نمودند. نتایج جدول ۳ نشان داد همبستگی مثبت و معنی داری میان وزن خشک اندام هوایی ارقام کلزا با فعالیت آنزیم پراکسیداز و غلظت یون پتاسیم دیده شد در حالیکه همبستگی منفی میان غلظت یون سدیم و وزن خشک اندام هوایی کلزا مشاهده گردید. نظیر و همکارانش (۲۰) با بررسی واکنش کلزا به تنش شوری بیان نمودند همبستگی منفی میان تجمع یون سدیم در برگ ارقام کلزا با سرعت فتوسنتز و تجمع ماده خشک در برگ وجود دارد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

غلظت یون سدیم و پتاسیم برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غلظت یون سدیم و پتاسیم در برگ ارقام کلزا تحت تأثیر شوری، رقم و اثر متقابل شوری و رقم قرار گرفت (جدول ۱). نتایج یک روند کلی افزایش غلظت یون سدیم تحت تأثیر شوری را نشان می دهند (جدول ۲). در سطح شوری ۴۰ میلی مول NaCl کمترین غلظت سدیم برگ در رقم فورنکس (۳۱ میلی گرم بر گرم ماده خشک) و بیشترین غلظت این یون در رقم اکامر (۹۸/۱ میلی گرم بر گرم ماده خشک) مشاهده شد (جدول ۲). در سطح شوری ۸۰ میلی مول NaCl نیز رقم اکامر بیشترین و رقم فورنکس کمترین غلظت یون سدیم برگ($\alpha<0/01$) را داشتند (جدول ۲). در سطح شوری ۱۲۰ میلی مول NaCl نیز رقم اکامر بیشترین (۱۶۵/۹ میلی گرم بر گرم ماده خشک) و رقم فورنکس کمترین (۶۲/۸ میلی گرم بر گرم ماده خشک) غلظت یون سدیم ($\alpha<0/01$) را در برگ داشتند. آنها به ترتیب از کمترین و بیشترین وزن خشک اندام هوایی در این سطح شوری برخوردار بودند (جدول ۲). هم چنین نظیر و همکارانش (۲۰) افزایش غلظت یون سدیم ، تحت تأثیر تنش شوری را عامل اصلی کاهش وزن خشک کلزا گزارش نمودند. تحقیقات انجام شده روی ارقام جو حاکی از آن است که ارقام مقاوم به شوری جو قادرند سطح یون سدیم در برگ خود را در سطحی کمتر از ارقام حساس به شوری نگهداری کنند (۱۰).

شکل ۱ بیانگر آن است که در بالاترین سطح تنش شوری کمترین و بیشترین درصد افزایش غلظت یون سدیم نسبت به شاهد، به ترتیب در ارقام فورنکس (۵۲ درصد) و اکامر (۸۱ درصد) دیده شد.

مقایسه میانگین غلظت یون پتاسیم برگ ارقام کلزا تحت تأثیر شوری و رقم (جدول ۲) نشان داد که یک روند کلی کاهش غلظت یون پتاسیم در برگ ارقام کلزا دیده شد. در شرایط عدم تنش شوری تفاوت معنی داری ($\alpha<0/01$) میان غلظت پتاسیم برگ ارقام کلزا مشاهده نشد. در سطح شوری ۴۰ میلی مول NaCl بیشترین غلظت پتاسم برگ در رقم کنسول و کمترین غلظت پتاسیم برگ در رقم اکامر دیده شد (جدول ۲).

در سطح شوری ۱۲۰ میلی مول NaCl بیشترین غلظت یون پتاسیم برگ در رقم فورنکس (۱۶۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک) و کمترین غلظت این یون در رقم اکامر (۸۱/۲ میلی گرم بر گرم وزن خشک) دیده شد (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - تجزیه واریانس میانگین مربعات تأثیر تنش شوری بر خصوصیات فیزیولوژیک ارقام کلزا

منبع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	غلظت سدیم برگ	غلظت پتاسیم برگ	فعالیت آنزیم پراکسیداز	فعالیت آنزیم کاتالاز	غلظت مالون دی آلدهید
بلوک	۲	۰/۳۸ ns	۴۴۵/۱ ns	۱۲۹/۱ ns	۰/۰۱۲ ns	۰/۰۳۱ ns	۰/۰۰۰ ns
رقم	۲	۸۹/۱ **	۶۰۰۱/۲ **	۲۸۷۹۶/۱ **	۱۵۶/۱ **	۱۰۴/۰ **	۰/۰۰۱۱ **
شوری	۳	۴۳/۲ **	۱۳۴۵/۱ **	۱۰۹۸/۱ **	۱۰۲/۱ **	۶۷/۵ **	۰/۰۰۱۵ **
رقم× شوری	۶	۳۳/۱ **	۶۲۲/۰ **	۱۹۳/۸ **	۹۰/۱۰ **	۳۳/۲ **	۰/۰۰۱۲ **
خطای آزمایش	۲۲	۵/۶	۸۱/۳	۱۲/۱	۶/۲	۸/۷	۰/۰۰۰۱۳
ضریب تغییرات (درصد)	----	۱۲/۳	۶/۱	۵/۲	۶/۱	۱۱/۵	۹/۵

ns و **: غیر معنی دار و معنی دار در سطح یک درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر رقم و شوری بر خصوصیات فیزیولوژیک ارقام کلزا*

رقم	سطوح شوری (میلی مول NaCl)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	غلظت سدیم برگ (میلی گرم بر گرم ماده خشک)	غلظت پتاسیم برگ (میلی گرم بر گرم ماده خشک برگ)	فعالیت آنزیم پراکسیداز(جذب به ازای هر میلی گرم پروتیین)	فعالیت آنزیم کاتالاز (جذب به ازای هر میلی گرم پروتیین)	غلظت مالون دی آلدهید (نانو مول بر گرم تر برگ)
فورنکس	شاهد	۷/۵ a	۲۳/۲ f	۲۱۱/۰ a	۳۱/۲ cd	۱۱/۷ a	۰/۰۰۲۲ d
کنسول		۷/۰ a	۲۵/۵ f	۲۰۱/۷ a	۲۸/۱ d	۱۳/۰ a	۰/۰۰۲۷ d
اکامر		۶/۱ ab	۲۰/۶ f	۲۲۱/۹ a	۳۳/۱ c	۱۲/۲ a	۰/۰۰۲۵ d
فورنکس	۴۰	۶/۴ ab	۳۱/۰ e	۱۹۸/۸ ab	۴۱/۹ cb	۱۴/۰ a	۰/۰۰۲۶ d
کنسول		۵/۶ b	۴۷/۱ d	۲۰۶/۲ a	۳۳/۰ c	۱۲/۶ a	۰/۰۰۶۵ cd
اکامر		۳/۹ c	۷۴/۱ bc	۱۷۱/۱ b	۳۴/۸ c	۱۳/۰ a	۰/۰۱۴ c
فورنکس	۸۰	۴/۵ bc	۵۱/۰ cd	۱۹۵/۱ ab	۴۸/۴ b	۱۰/۶ ab	۰/۰۲۸ d
کنسول		۳/۷ c	۷۲/۰ bc	۱۵۱/۱ c	۳۶/۱ c	۱۰/۱ ab	۰/۰۱۴ c
اکامر		۲/۶ d	۹۸/۱ b	۱۰۱/۲ d	۳۵/۰ c	۹/۲ b	۰/۰۳۱ b
فورنکس	۱۲۰	۳/۱ cd	۶۲/۸ c	۱۶۱/۰ bc	۵۷/۰ a	۷/۷ c	۰/۰۳۳ b
کنسول		۲/۱ e	۱۰۱/۵ b	۱۰۹/۱ d	۳۹/۰ c	۸/۴ c	۰/۰۴۱ ab
اکامر		۱/۱ f	۱۶۵/۹ a	۸۱/۲ e	۲۸/۷ d	۷/۴ c	۰/۰۵۴ a

*:در هر ستون میانگین هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح پنج درصد نمی باشند.

**: درصد تغییر بیانگر میزان تغییر (کاهش یا افزایش) صفت وزن خشک برگ بر حسب درصد در هر سطح در مقایسه با شاهد می باشد.

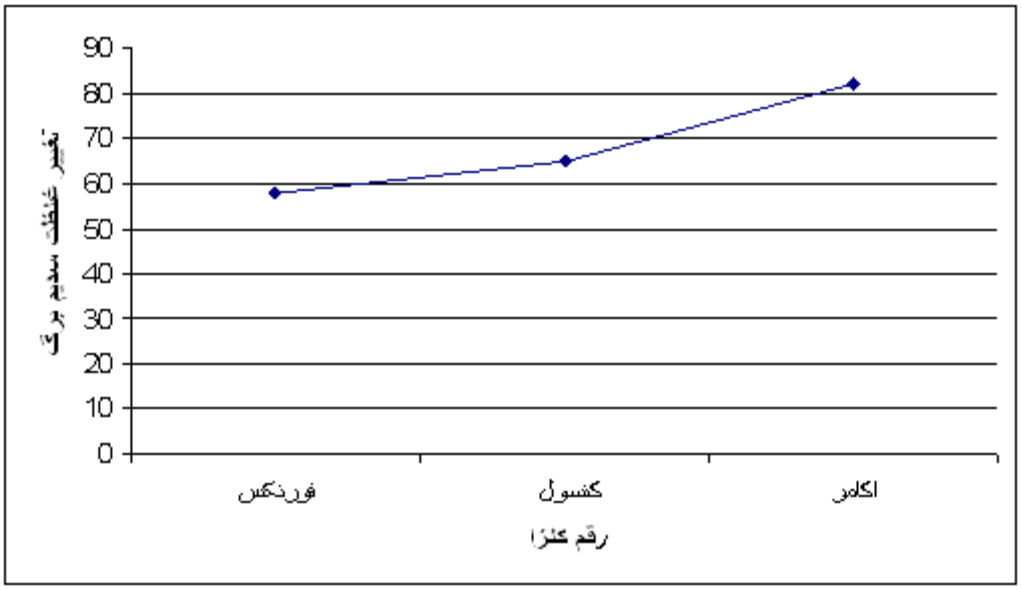
جدول ۳- همبستگی میان وزن خشک برگ و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ارقام کلزا

صفات مورد بررسی	فعالیت آنزیم کاتالاز	فعالیت آنزیم پراکسیداز	غلظت پتاسیم برگ	غلظت سدیم برگ	غلظت مالون دی آلدهید	وزن خشک برگ
وزن خشک اندام هوایی	۰/۴۲ *	۰/۷۰ **	۰/۶۸ **	-۰/۷۶ **	-۰/۸۳ **	۱
غلظت مالون دی آلدهید	۰/۴۷ *	-۰/۸۳ **	-۰/۴۳ *	۰/۷۳ **	۱	
غلظت سدیم برگ	۰/۶۳ *	۰/۵۳ *	-۰/۳۷ ns	۱		
غلظت پتاسیم برگ	۰/۲۱ ns	۰/۵۸ *	۱			
فعالیت آنزیم پراکسیداز	۰/۲۸ ns	۱				
فعالیت آنزیم کاتالاز	۱					

Ns، * و **: غیر معنی دار، معنی دار در سطح پنج درصد و معنی دار در سطح یک درصد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- درصد افزایش غلظت سدیم برگ ارقام کلزا در بالاترین سطح تنش شوری در مقایسه با شاهد

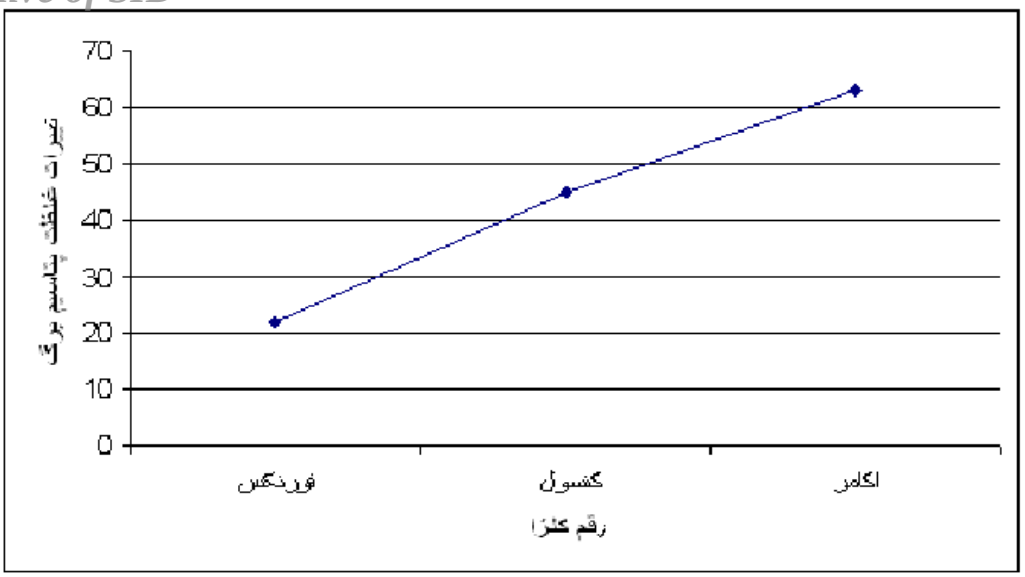
نقش مثبت یون پتاسیم در تحمل تنش شوری و کاهش اثرات منفی یون سدیم بر رشد گیاهچه کلزا در تحقیقات قبلی تایید شده است (۵، ۷، ۱۵ و ۲۳). تحقیقات پروایز و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که در شرایط تنش شوری، ارقام گندمی که غلظت پتاسیم بیشتری در برگ خود داشتند از فتوسنتز و وزن خشک برگ بالاتری برخوردار بودند. در آزمایش حاضر رقم فورنکس که در تمام سطوح شوری از وزن خشک اندام هوایی بیشتری برخوردار بود از کمترین غلظت یون سدیم و بیشترین غلظت یون پتاسیم در تمام سطوح شوری به ویژه بالاترین سطح شوری برخوردار بود (جدول ۲). نتایج شکل ۲ بیانگر کاهش ۲۲ درصدی غلظت پتاسیم برگ، در رقم فورنکس در سطح شوری ۱۲۰ میلی مول نمک NaCl در مقایسه با شاهد است در حالیکه این کاهش برای رقم اکامر و کنسول به ترتیب حدود ۶۲ و ۴۵ درصد است. نتایج جدول ۳ بیانگر همبستگی مثبت میان غلظت یون سدیم و غلظت مالون دی آلدهید برگ ارقام کلزا است که بیانگر تأثیر منفی تجمع یون سدیم بر سلامت غشا سلولی است. مونس و جیمز (۱۸) نیز همبستگی مثبت و معنی داری میان تجمع یون سدیم و تخریب غشا سلولی برگ گندم تحت تأثیر تنش شوری مشاهده نمودند. به طور کلی بررسی غلظت یون های سدیم و پتاسیم در برگ ارقام کلزا بیانگر کاهش غلظت پتاسیم و افزایش یون سدیم در برگ هر سه رقم تحت تأثیر تنش شوری بود با این تفاوت که تجمع یون سدیم در رقم حساس به شوری اکامر در مقایسه با دو رقم دیگر بیشتر بود و کاهش غلظت پتاسیم در برگ این رقم نیز در مقایسه با شاهد بیشتر بود. تحقیقات یوکوی و همکارانش (۳۱) نیز بیانگر نقش مثبت یون پتاسیم در تحمل تنش شوری در گیاهان است. اشرف و امسی نیلی (۶) با مطالعه گیاهان خانواده براسیکا بیان نمودند که حفظ سطح بالایی از غلظت یون پتاسیم در شرایط تنش شوری جهت حفظ کارایی این گیاهان ضروری است.

فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز

تجزیه واریانس نشان داد که فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز در برگ ارقام کلزا تحت تأثیر معنی دار شوری، رقم و اثر متقابل شوری و رقم قرار گرفت (جدول ۱). جدول مقایسه میانگین تأثیر شوری و رقم بر فعالیت آنزیم پراکسیداز ارقام کلزا (جدول ۲) نشان داد که در شرایط عدم تنش شوری کمترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در رقم کنسول مشاهده شد. در سطح شوری ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl بیشترین و کمترین فعالیت آنزیم پراکسیداز به ترتیب در ارقام فورنکس و اکامر مشاهده شد (جدول ۲). پراکسیداز مجموعه ای از آنزیم های چرخه اسکوبات- گلوتایتون ردکتاز هستند که قادرند با حذف آب اکسیژنه آن را به آب تبدیل کنند. بسیاری از محققین فعالیت این آنزیم ها را به عنوان یک عامل کلیدی جهت حفاظت گیاهان در مقابل تنش های محیطی عنوان نموده‌اند (۱۷).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- درصد کاهش تغییرات غلظت پتاسیم برگ ارقام کلزا در بالاترین سطح تنش شوری در مقایسه با شاهد

اشرف و علی (۵) مشاهده نمودند که تنش شوری سبب افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در برگ کلزا و کاهش اثرات مخرب تنش شوری شد. ملونی و همکارانش (۱۷) با مطالعه پنبه در شرایط تنش شوری مشاهده نمودند که افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز تحت تأثیر تنش شوری منجر به کاهش تخریب غشاهای سلولی و آسیب دیدگی گیاه پنبه شد. در آزمایش حاضر رقم فورنکس در بالاترین سطح تنش شوری بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز و کمترین میزان تخریب غشا سلولی را داشت (جدول۲). یونیایار و سکیس (۲۹) گزارش نمودند که تنش خشکی سبب افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت در گوجه فرنگی شد. ساریام و همکارانش (۲۴) گزارش نمودند که تجمع یون سدیم تحت تأثیر تنش شوری در برگ ارقام گندم منجر به افزایش تخریب غشا های سلولی شد در حالیکه تحقیقات نشان داده که آنزیم پراکسیداز نقش بسزایی در کاهش فعالیت رادیکال های آزاد اکسیژن ناشی از تنش شوری و تجمع یون سدیم در برگ گیاهان زراعی دارد (۴، ۸). جدول مقایسه میانگین تأثیر شوری و رقم بر فعالیت آنزیم کاتالاز نشان داد در سطوح شوری ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl فعالیت آنزیم کاتالاز در مقایسه با شاهد در هر سه رقم مورد بررسی کاهش یافت که بیانگر کاهش فعالیت این آنزیم تحت تأثیر تنش شوری است. کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز تحت تأثیر تنش شوری در تحقیقات پیشین نیز گزارش شده است (۱۱) در حالیکه بعضی از محققین افزایش فعالیت این آنزیم تحت تأثیر تنش شوری را گزارش نموده‌اند (۵). به طور کلی می توان گفت نقش آنزیم کاتالاز در مقایسه با آنزیم پراکسیداز در تحمل شوری ارقام مطالعه کمتر بود. نتایج جدول ۳ نشان داد همبستگی منفی و معنی داری میان غلظت مالون دی آلدهید برگ ارقام کلزا و فعالیت آنزیم پراکسیداز و آنزیم کاتالاز دیده شد که نشان دهنده کاهش اثرات تنش شوری توسط افزایش فعالیت این آنزیم ها است. اسرینیواسولا و همکارانش (۲۷) واکنش گیاهچه های ارزن دم روباهی به تنش شوری را بررسی نمودند. ایشان همبستگی مثبت و معنی داری میان سلامت غشا سلولی و میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت در ارزن تحت تأثیر تنش شوری مشاهده نمودند.

غلظت مالون دی آلدهید برگ

تجزیه واریانس نشان داد که غلظت مالون دی آلدهید برگ ارقام کلزا تحت تأثیر شوری، رقم و اثر متقابل شوری و رقم قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین تأثیر شوری و رقم بر غلظت مالون دی آلدهید برگ (جدول ۲) ارقام کلزا نشان داد که در سطح شاهد تفاوت معنی داری ($\alpha<0/01$) میان ارقام کلزا از نظر غلظت مالون دی آلدهید برگ وجود نداشت. در تمام سطوح شوری بیشترین غلظت مالون دی آلدهید برگ در رقم اکامر دیده شد (جدول ۲) که بیانگر تخریب شدید غشا سلولی در این رقم تحت تأثیر شوری است. جونز و همکاران (۱۶) افزایش غلظت مالون دی آلدهید برگ تحت تأثیر تنش شوری را ذرت گزارش نمودند. اسرینیواسولا (۲۷) بیان نمودند که تجمع یون سدیم تحت تأثیر تنش شوری در گیاه ارزن منجر به تخریب غشا سلولی و آسیب به گیاهچه ارزن شد. در آزمایش حاضر رقم اکامر که بیشترین غلظت سدیم برگ و نشت پذیری غشا سلولی را در سطوح شوری بالا داشت کمترین وزن خشک برگ را در این سطوح شوری نشان داد (جدول ۲) که نشانگر تأثیر منفی یون سدیم بر غشا سلولی و اختلال در رشد کلزا است. بندوگلو و همکاران (۸) افزایش غلظت مالون دی آلدهید برگ تحت تأثیر تنش شوری را در گیاهچه های برنج را گزارش نمودند. ایشان بیان نمودند که تخریب غشاهای سلولی تحت

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر تنش شوری و تولید مالون دی آلدهید برگ که ناشی از تخریب و تجزیه چربی های غشا سلولی است می تواند به عنوان یک معیار مناسب برای بررسی واکنش گیاه برنج به تنش شوری بررسی شود. همبستگی مثبت میان غلظت مالون دی آلدهید برگ ارقام کلزا و غلظت یون سدیم بیانگر نقش مخرب یون سدیم، در سلامت غشاهای سلولی است (جدول۳).

نتیجه گیری

یکی از عوامل اصلی خسارت زای تنش های محیطی ، نظیر شوری، خشکی و سرما بر گیاهان، تولید انواع رادیکال های آزاد اکسیژن است. کلروپلاست و میتوکندری که دو محل عمده حضور چرخه های انتقال الکترون در سلول های گیاهی می باشند همواره در معرض خطر تولید گونه های فعال اکسیژن قرار دارند. حضور گونه های فعال اکسیژن در محیط سلولی، سبب تخریب غشا های سلولی، ماکروملکول های عمده سلولی نظیر RNA، DNA و آنزیم های حیاتی می شود (۵). بر اساس نتایج می توان گفت وزن خشک برگ ارقام کلزا با تجمع یون سدیم همبستگی منفی داشت در حالیکه افزایش غلظت یون پتاسیم و افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز سبب جلوگیری از کاهش وزن خشک برگ کلزا گردید. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که افزایش سطح تنش شوری سبب تخریب غشا های سلولی و افزایش غلظت مالون دی آلدهید برگ شد که شدت تخریب غشا سلولی در رقم اکامر بیش از دو رقم دیگر بود (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که در بالاترین سطح تنش شوری رقم فورنکس که حداقل غلظت سدیم برگ، نشت پذیری غشا سلولی و غلظت مالون دی آلدهید برگ را داشت بیشترین وزن خشک برگ را داشت (جدول ۲). این موضوع بیانگر رابطه منفی میان افزایش غلظت مالون دی آلدهید برگ با رشد گیاه است. از سوی دیگر نتایج نشان داد که بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز و در نتیجه کمترین تخریب غشا سلولی (تولید مالون دی آلدهید) در سطوح شوری ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl در رقم فورنکس مشاهده شد در حالیکه کمترین فعالیت آنزیم پراکسیداز و بیشترین تخریب غشا سلولی در رقم اکامر دیده شد (جدول ۲) که نشانگر تأثیر مثبت فعالیت این آنزیم بر کاهش اثر منفی رادیکال های آزاد اکسیژن بر سلامت غشاهای سلولی در رقم فورنکس تحت تأثیر تنش شوری است (۴، ۱۷ و ۲۳). به طور کلی نتایج آزمایش نشان داد رقم فورنکس در بالاترین سطح شوری کمترین غلظت یون سدیم و تخریب غشا سلولی را داشت در حالیکه بیشترین غلظت یون پتاسیم و فعالیت آنزیم پراکسیداز نیز متعلق به این رقم بود. با توجه به نتایج می توان گفت رقم فورنکس در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه تحمل نسبی به تنش شوری دارد زیرا وزن خشک برگ این ارقام در تمام سطوح شوری و از جمله بالاترین سطح شوری در مقایسه با شاهد کمتر از سایر ارقام کاهش یافت.

منابع

۱- انفراد، ا.، ک.، پوستینی، ن.، مجنون حسینی، ع.، طالعی، و ا.، ع.، خواجه احمد عطاری. ۱۳۸۲. واکنش های فیزیولوژیکی ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در مرحله رشد رویشی نسبت به تنش شوری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال هفتم. شماره ۴: ۱۱۳-۱۰۳.

۲- جعفری، م. ۱۳۷۹. سیمای شوری در ایران. موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع. نشریه شماره ۹۵. تهران. ایران.

۳- قربانعلی، م.، آ.، ساطعی، و آ.، مقیسه. ۱۳۸۲. تأثیر مقادیر متفاوت شوری بر فعالیت آنزیم های کاتالاز، پراکسیداز و نیترات رد کتاز در ریشه وبرگ های ارقام کلزا. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۵۸ (پی آیند بهار ۱۳۸۲): ۴۳-۳۹.

4- Agrawal, S., R. K. Sairam, G.C. Srivasta, A. Tyagi and R. C. Meena. 2005. Role of ABA, salicylic acid, calcium and hydrogen peroxide on antioxidant enzymes induction in wheat seedling. Plant Science. 169: 559-570.

5- Ashraf, M. and Q. Ali. 2008. Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). Environmental and Experimental Botany 63: 266–273.

6- Ashraf, M. and T. McNeilly. 2004. Salinity tolerance in Brassica oilseeds. Critical Review of Plant Science. 23(2): 157-174.

7- Ashraf, M., N. Nazir and T. McNeilly. 2001. Comparative salt tolerance of amphidiploids and diploid Brassica species. Plant Science. 160: 683-689.

8- Bandeoglu, E., F. Eyidogan, M. Yucel. And H.A. Oktem. 2004. Antioxidant response of shoots and roots of lentil to NaCl Salinity stress. Plant Growth Regulation. 42:69-77.

9- Bhattacharjee, S. and A. K. Mukherjee. 2002. Salt stress induced cytosolute accumulation, antioxidant response and membrane deterioration in three rice cultivars during early germination. Seed Science and Technology. 30: 279-287.

10- Carden, D. E., D. J. Wakker, T. J. Flowers. and A. J. Miller. 2003. Single cell measurement of the concentration of cytosolic Na^+ and K^+ to salt tolerance. Plant Physiology. 131: 676-685.

11- Cavalanti, F. R., J. P. M. S. Lima, S. L. F. Silva, R. A. Viegas and J. A. G. Silveira. 2007. Roots and leaves display

www.SID.ir

Archive of SID
contrasting Oxidative response during salt stress and recovery in cowpea. Journal of Plant Physiology. 164: 591-600.
12- Chance,C. M. 1995. Assay of catalase and peroxidases, Methods of Enzymology. 11: 764-775.
13- FAO, 2000. Available on URL:http://www.fao.org
14- FAO, 2005. Available on URL:http://www.fao.org
15- Farhoudi, R., Sharifzadeh, F. Poustini, K. Makkizadeh, M.T. and Kochak por, M. 2007. The effects of NaCl priming on salt tolerance in canola (*Brassica napus*) seedlings grown under saline conditions. Seed Science and Technology. 35, 754-759
16- Gunes, A., A. Inal, M. Alpuslan, F. Fraslan, E. Guneri and N. Cicek. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. Journal of Plant Physiology. 164: 728-736.
17- Meloni, D. A., M. A. Oliva, C. A. Martinez and J. Cambraia. 2003. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. Brazilian Journal of Plant Physiology. 15 (2): 12-21.
18- Munns, R. and R. A. James. 2003. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil. 253: 201-218.
19- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment. 25: 239-250.
20- Nazir, N., M. Ashraf and E. Rasul. 2001. Genomic relationship in oilseed Brassica with respect to salt tolerance, photosynthetic capacity and ion relationship. Pakistan Journal of Botany.33: 483-501.
21- Owen, C. P. 1992. Plant analysis reference producers for the southern region of the United States. The University of Georgia. PP: 33-45.
22- Santos, C., I. P. Falcao, G. C. Pinto, H. Olivera and J. Loureiro. 2002. Nutrient response and glutamate and proline metabolism in sunflower plants under Na_2SO_4 stress. Journal of plant Nutrient and Soil Science. 165: 366-372.
23- Sariam, R. K. and A. Tyagi. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Current Science. 86(3): 407-421.
24- Sariam, R. K., K. V. Rao and G. C. Srivastava. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science. 163: 1037-1046.
25- Shannon, M. C. and C. M. Grieve. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Horticulture. 78: 5-8.
26- Sharifi, M., M. Ghorbanli and H. Ebrahimzadeh. 2006. Improved growth of salinity-stressed soybean after inoculation with salt pre-treated mycorrhizal fungi. Journal of Plant Physiology. Available online at: www.10.1016/j.jplph.2006.06.016.
27- Sreenivasulu, N., B. Grimm, U. Wobns and W. Weschke. 2000. Diffrentl response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensetive seedling of foxtail millet. Physiology Plantarum. 109: 435-442.
28- Stedute, P., R. Albrizio, P. Giorio and G. Sorrention. 2000. Gas-exchange response and stomatal and non-stomatal limitations to carbon assimilation of sunflower under salinity. Environmental and Experimental Botany.44:243-255.
29- Unyayar, S. and F.O. Cekic. 2005. Changes in antioxidative enzymes of young and mature leaves of tomato seedling under drought stress. Turkish Journal of Biology. 29: 211-216.
30- Valentovic, P., M. Luxova, L. Kolarovi and O. Gasparikora. 2006. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, memberane stability and water relation in two maize. Plant Soil Environment. 52 (4):186-191.
31- Yokoi, S., R. A. Bressan and M. Hasegawa. 2002. Salt stress tolerance of plants. JIRCAS Working Reports. 25-33.
www.SID.ir