انتخاب ارقام متحمل به شوری کلزا با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش

۱- امین آناقلی، استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد
anagholi@areo.ac.ir
۲- محمد جواد روستا، دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان فارس
۳-آرمان آذری، استادیار دانشگاه ولی عصر رفسنجان

دریافت: ۱۳۹۴/۰۱/۱۹
پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۳۰

چکیده

به منظور انتخاب رقم یا ارقام متحمل‌تر کلزای روغنی در شرایط شور و تعیین واکنش به شوری در آن‌ها، ۶۰ رقم کلزا طی دو سال مورد بررسی قرار گرفت. در نخستین سال، از طریق طرح آگمنت به کاهش هدف‌دار و منطقی ارقام پرداخته شد وطی آن تعداد ۴۱ ژنوتیپ حذف شد در سال دوم به ارزیابی ۱۹ رقم برتر پرداخته شد. در این پژوهش، واکنش به شوری ارقام کلزا انتخاب شده، بررسی می‌شود. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی رستاق یزد اجرا گردید. فاکتور اصلی شوری آب آبیاری (۲ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتور فرعی ارقام کلزا بودند که در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بر اساس نتایج آزمایش، میانگین عملکرد دانه ارقام در شرایط شوری بالا (۱۱ دسی‌زیمنس بر متر) و شوری کم (۲ دسی‌زیمنس بر متر) به‌ترتیب ۲۴۱۹/۸ و ۱۴۵۶/۵ کیلوگرم در هکتار بود و این تفاوت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. در شرایط شوری کم ارقام Hyola401، Opera، Option500، Sarigol، Hyola420، SYN و Option501 دارای عملکرد دانه بالاتری نسبت به بقیه بودند. در شرایط شوری بالا نیز ارقام Hyola420، Hyola401، Option501، RGS، Mozart، SYN و Rindow دارای عملکرد دانه بالایی بودند. بررسی میانگین عملکرد دانه در شرایط شوری بالا و شوری کم نشان داد که ارقام Hyola420، Hyola401، Option501، Opera، RGS، Option500، Mozart، SYN و Sarigol به‌ترتیب با متوسط عملکردهای ۲۸۷۱/۴، ۲۸۱۴/۴، ۲۴۰۰/۷، ۲۳۹۴/۷، ۲۳۴۷/۴، ۲۳۳۸/۵، ۲۲۹۵/۴، ۲۲۸۸/۵ و ۲۱۷۸/۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین تولید دانه را داشتند.

واژگان کلیدی: کلزا؛ شوری خاک؛ شاخص‌های تحمل.

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این گیاهان از نباتات مهم زراعی هستند که با تأمین روغن، پروتئین و کنجاله در استقلال کشور نقش اساسی دارند. بخش عمده روغن گیاهی مورد نیاز داخل کشور، از طریق واردات تامین می‌گردد و تنها بخش کوچکی از آن از منابع داخلی حاصل می‌شود. کلزا، سومین منبع تولید روغن گیاهی در جهان است. در ایران نیز در سال‌های اخیر با اجرای طرح توسعه کشت آن، به عنوان اصلی‌ترین گیاه تولید کننده دانه‌های روغنی مطرح گردید و بالاتر از سویا و پنبه دانه، در مکان اول قرار گرفت [۱، ۷ و ۱۵].

با توجه به وسعت اراضی شور و وجود منابع آب شور فراوان و نیز کاهش سرانه مصرف آب، کشور از نظر منابع آب و خاک کشاورزی در وضعیت نامطلوبی قرار دارد [۳ و ۱۱]. برای استفاده مناسب و پایدار از این نهاده‌ها، ناگزیر به ارزیابی گیاهان در شرایط تنش‌های محیطی کشور هستیم. از راهکارهای اصلی در شرایط تنش شوری استفاده از تنوع زیاد در بین ارقام یک گیاه زراعی نسبت به تنش شوری است. در این روش ارقام متحمل‌تر شناسائی می‌گردند تا از آن‌ها برای کشت در مناطق با محدودیت شوری استفاده شود.

به‌طورکلی تنش شوری، رشد را در مراحل مختلف رویش گیاهان زراعی تحت تاثیر قرار می‌دهد [۸] و خانواده براسیکا و گونه کلزا نیز از این قائده جدا نیست [۷]. در برآوردهای انجام شده، ژنوتیپ‌های فعلی گونه کلزا قادر نیستند عملکرد قابل توجهی را در سطوح شوری بالای ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر تولید کنند. اختلاف بین گونه‌ای (جنس براسیکا) و درون گونه‌ای قابل توجهی در تحمل به

Archive of SID

www.SID.ir

شوری کلزا در مراحل مختلف رشد مشاهده شده است [۱]. کلزا در گروه گیاهان زراعی متحمل به شوری قرار دارد. فرانکویس [۶] سطح آستانه تحمل به شوری را برای ارقام Westar و Tobin به‌ترتیب ۱۱ و ۹/۷ دسی‌زیمنس بر متر با شیب ۱۳ و ۱۴/۳ درصد به‌دست آورد. این ارقام در شوری خاک حدود ۱۴دسی‌زیمنس بر متر دچار ۵۰ درصد افت عملکرد گردیدند. اما بر اساس آزمایش انجام شده توسط شهبازی و کیانی [۱۵] بر روی ارقام طلایه و استقلال در منطقه آق‌قلا واقع در شمال گرگان آستانه تحمل به شوری هر دو ۴/۸ دسی‌زیمنس بر متر و به ترتیب با شیب ۸/۸ و ۱۰/۴ درصد گزارش گردید. آن‌ها شاخص تحمل به تنش ارقام طلایه و استقلال را به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۸۳ به‌دست آوردند.

بیشترین اثر زیانبار شوری بر رشد کلزا کاهش اندازه بوته، سطح فتوسنتز کننده و عملکرد گیاه است [۱ و ۷]. در این پژوهش‌ها، شوری سبب کاهش معنی‌دار اندازه گیاه، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن ۱۰۰۰ دانه و کیفیت روغن شد. وزن ریشه و اندام هوایی گونه‌های کلزا نیز تحت تاثیر شوری کاهش یافت هر چند که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین گونه‌های مختلف وجود داشت. تنش شوری در مرحله رویشی تعداد دانه را کاهش داد که دلیل اصلی آن کاهش فتوسنتز تحت تاثیر شوری بود. دلیل اصلی کاهش وزن دانه‌ها، تنش اسمزی و یونی ناشی از تنش شوری بود. درصد روغن دانه تحت تاثیر شوری قرار نگرفت [۶]. شوری همچنین سبب افزایش معنی‌دار درصد گلوکوزینات دانه کلزا شد [۷]. کاهش روغن کلزا تحت تاثیر شوری در تمام ارقام کلزا از یک روند خاص پیروی نمی‌کند و تفاوت‌های ژنتیکی در این میان نقش اساسی دارند. به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که تجمع سدیم در بافت دانه ارقام حساس به شوری باعث کاهش فعالیت‌های متابولیسمی و کاهش طول دوره پرشدن دانه می‌شود. در بسیاری از پژوهش‌های انجام گرفته، همبستگی منفی میان تجمع سدیم در دانه و درصد روغن دانه دیده می‌شود [۱]. در این پژوهش سعی شد تا نخست ارقام متحمل به شوری کلزا شناسائی گردند، سپس واکنش به شوری این ژنوتیپ‌ها مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ارقام Hyola 401، Hyola420، Rindow، Zarfam، SLM، Sarigol، Talent، Option500، Option501، RGS، Opera، Elite، Mozart، CV.Star، CV.Roby، SYN، Milena، Okapi و GoldRush که از غربال اولیه از سال قبل (۱۳۸۸-۱۳۸۷) انتخاب شده بود، به صورت طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکراردر مزرعه تحقیقاتی شوری یزد مورد بررسی قرار گرفت. فاکتور اصلی شوری آب (آبیاری با آب ۲ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتور فرعی، ارقام کلزا (۱۹ ژنوتیپ) بودند. در طول اجرای آزمایش و در مراحل مختلف رشدی از کرت‌های آزمایشی نمونه خاک تهیه گردید تا شوری متوسط در پروفیل خاک و در عمق توسعه ریشه به‌دست آید (شکل ۱). در طول فصل رشد همه مراقبت‌های زراعی لازم شامل وجین و تنک کردن، کنترل علف‌های هرز، مبارزه با شته، آبیاری به موقع، کود پاشی سرک انجام شد. صفات اندازه‌گیری شده در پایان فصل رشد شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن هزار دانه بود. در ضمن شاخص‌های SSI[1]، STI[2]، MP[3]، Tol[4] و GMP[5] برای عملکرد دانه محاسبه گردید. داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌ها و محاسبات با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD محافظت شده و اثر متقابل معنی‌دار، با استفاده از برش‌دهی مورد تجزیه و تحلیل بیشتر قرار گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نمونه‌گیری‌های پروفیل خاک در طول فصل رشد و نیز الگوی جذب آب از منطقه توسعه ریشه [۲]، متوسط شوری عصاره اشباع خاک منطقه توسعه ریشه در کرت‌های آزمایشی تعیین گردید (جدول ۱). بنابراین، ملاک در ارزیابی و محاسبه مولفه‌های واکنش به شوری، اعداد جدول مذکور هستند که در واقع گیاه به این شوری‌ها واکنش نشان می‌دهد.

1- Stress Susceptibility index
2- Stress Tolerant Index
3- Mean Productivity
4- Tolerance
5- Geometric Mean Productivity

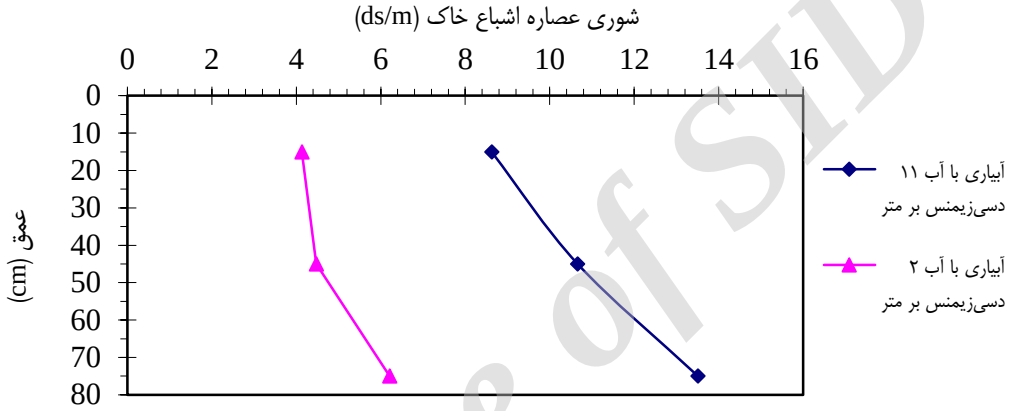
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- متوسط شوری عصاره اشباع خاک در کرت‌های آزمایشی

تکرار	شوری آب ۲ dS/m	شوری آب ۱۱ dS/m
۱	۵/۳۷	۱۱/۷۵
۲	۴/۳۳	۱۰/۲۴
۳	۴/۳۰	۸/۹۴

شکل ۱ نیز متوسط شوری خاک در طول فصل رشد را نشان می‌دهد. در ترسیم این شکل، از متوسط کرت‌های آزمایشی در هر سطح از شوری آب آبیاری استفاده شده است. با توجه به این‌که خاک دارای مقداری شوری اولیه بود، بنابراین، در تیمار آب ۲ دسی‌زیمنس بر متر، شوری عصاره اشباع خاک بالاتر از حد انتظار است. البته این مقادیر کمتر از حد آستانه تحمل کلزا است [۹].



شکل ۱- میانگین شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد و در پروفیل خاک

در این آزمایش اثر شوری آب بر عملکرد دانه، عملکرد کل و وزن هزار دانه معنی دار گردید (جدول ۲). متوسط صفات در شوری‌های ۲ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر در جدول ۳ آمده است. کاهش عملکرد کل در آب با شوری بالا نسبت به آب با شوری کم شور در حدود ۳۸ درصد است. این کاهش برای عملکرد دانه در حدود ۳۱ درصد است. تغییرات وزن هزار دانه نیز با وجود آن‌که کم بود (۰/۲۸ گرم) ولی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد کل	شاخص برداشت	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۹۴۹۷/۳ **	۱۹۴۳۸/۲ ns	۴۴/۴ ns	۰/۳۸ **
شوری آب	۱	۲۶۴۴۸۹/۵ **	۶۰۳۹۷۱۶/۵ *	۱۸/۰ ns	۲/۲ *
خطای اصلی	۲	۱۴۳۰/۱	۱۰۰۴۱۵/۱	۴/۵	۰/۰۸
رقم	۱۸	۱۷۴۷۵/۸ **	۵۶۶۰۹/۷ ns	۱۰۸/۵ **	۰/۵ **
شوری×رقم	۱۸	۲۴۰۴/۱ ns	۶۵۷۳۶/۳ *	۲۲/۹ ns	۰/۰۵ ns
خطای کل	۷۲	۱۸۹۶/۰	۳۷۷۱۶/۸	۱۶/۹	۰/۰۳
ضریب تغییرات (٪)		۲۲/۵	۱۹/۷	۲۰/۹	۵/۷

علامت‌های ns ، * و ** به ترتیب نشان‌دهندهٔ غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

Archive of SID

www.SID.ir

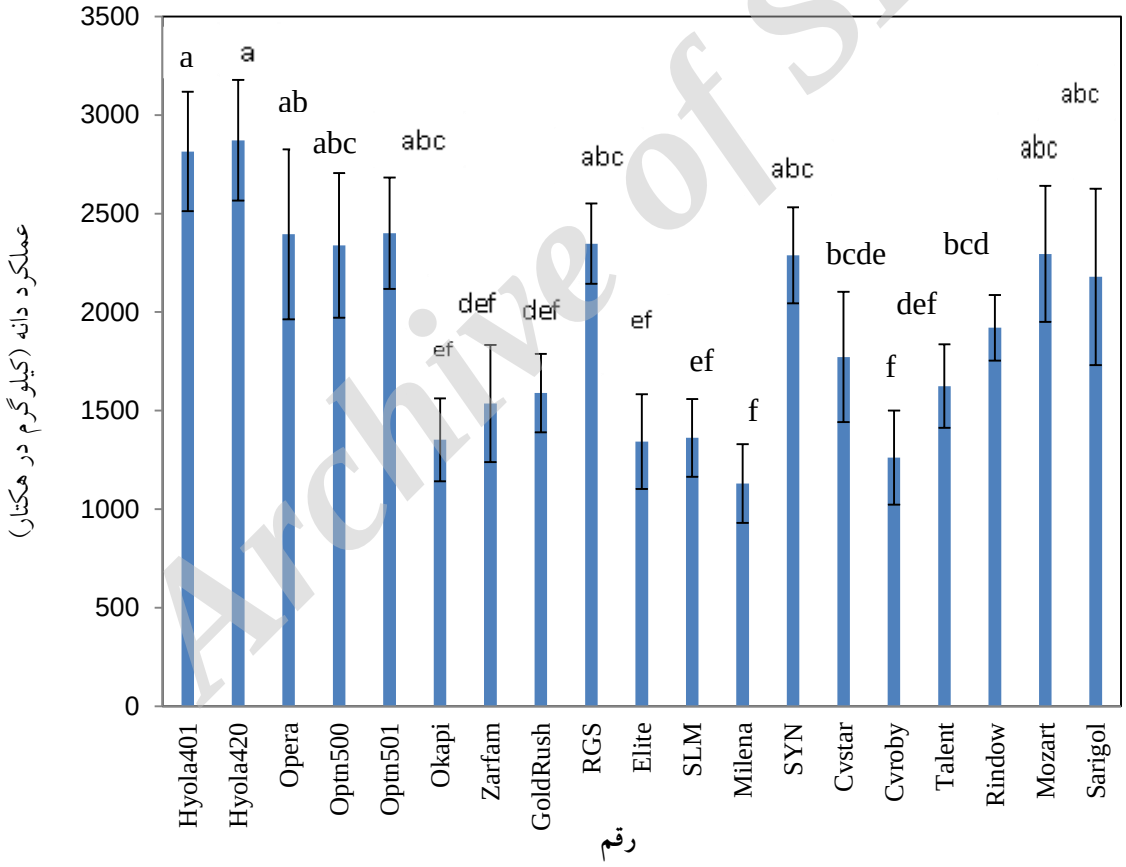
جدول ۳- مقادیر عملکرد کل، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن هزار دانه در شوری‌های آب آبیاری

شوری آب/ صفت	عملکرد کل	عملکرد دانه	شاخص برداشت	وزن هزار دانه
شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر	۱۲۱۴۸/۴	۲۴۱۹/۸	۲۰/۰۴	۳/۴۶
شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر	۷۵۴۴/۹	۱۴۵۶/۵	۱۹/۲۵	۳/۱۸
مقدار F و سطح معنی‌داری	۰/۰۱۶۲ *	۰/۰۰۵۴ **	۰/۱۸۳۸ ns	۰/۰۳۳۲ *

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

در این آزمایش بین ارقام مورد بررسی از نظر عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد دیده شد (جدول ۲). بالاترین میانگین عملکرد دانه در ارقام Hyola420، Hyola401، Option501، RGS، Opera، Option500، Mozart، SYN و Sarigol به‌ترتیب ۲۸۷۱/۴، ۲۸۱۴/۴، ۲۴۰۰/۷، ۲۳۹۴/۷، ۲۳۴۷/۴، ۲۳۳۸/۵، ۲۲۹۵/۴ و ۲۲۸۵/۵، ۲۱۷۸/۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شکل ۲).

در این آزمایش همچنین اثر متقابل شوری و رقم برای عملکرد کل معنی‌دار گردید بنابراین، برای بررسی بیشتر، این اثر متقابل با استفاده از روش برشدهی مورد بررسی بیشتر قرار گرفت (جدول ۴). در این بررسی مشاهده گردید که تغییرات عملکرد در دو سطح شوری آب آبیاری در برخی ارقام معنی‌دار نمی‌باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- برشدهی اثر متقابل شوری × رقم بر اساس رقم برای عملکرد کل

رقم	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد کل	عملکرد کل	
			۲ dS/m	۱۱ dS/m
CV Roby	۱	۱۱۸۸۴۸ ns	۱۰۰۸۱/۵	۷۲۶۶/۷
CV Star	۱	۵۲۹۶۵۰ **	۱۲۲۶۳/۰	۶۳۲۰/۷
Elite	۱	۴۴۱۰۸۶ **	۱۲۴۶۳/۰	۷۰۴۰/۲
Gold Rush	۱	۹۰۴۴۶ ns	۱۱۶۵۵/۵	۹۲۰۰/۰
Hyola401	۱	۲۴۰۸۹۰ *	۱۲۹۲۹/۶	۸۹۲۲/۲
Hyola420	۱	۱۰۸۱۵۳ ns	۱۳۲۴۴/۴	۱۰۵۵۹/۲
Milena	۱	۴۸۹۰۶۱ **	۱۱۱۷۳/۰	۵۴۶۳/۰
Mozart	۱	۴۰۹۰۷۴ **	۱۲۶۷۰/۴	۷۴۴۸/۱
Okapi	۱	۱۶۵۱۸۸ *	۱۰۵۴۸/۱	۷۲۳۰/۰
Opera	۱	۱۲۶۱۶۹۰ **	۱۵۵۷۷/۸	۶۴۰۶/۵
Option500	۱	۶۲۵۸۳۰ **	۱۴۲۰۰/۰	۷۷۴۰/۷
Option501	۱	۱۸۹۲۳۵ *	۱۱۳۴۰/۷	۷۷۸۸/۹
RGS	۱	۱۵۶۸۹۶ *	۱۲۱۶۵/۶	۸۹۳۱/۵
Rindow	۱	۱۰۳۷۲۴ ns	۹۹۴۴/۴	۷۳۱۴/۸
SLM	۱	۸۱۰۳ ns	۹۰۹۴/۴	۸۳۵۹/۴
SYN	۱	۲۲۲۹۸۰ *	۱۲۲۰۰/۰	۸۳۴۴/۴
Sarigol	۱	۷۰۴۵۲۳ **	۱۲۹۰۳/۷	۶۰۵۰/۴
Talent	۱	۵۵۴۷۶۶ **	۱۲۶۹۲/۶	۶۶۱۱/۱
Zarfam	۱	۸۰۲۸۲۵ **	۱۳۶۷۱/۴	۶۳۵۵/۶

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

محققین واکنش به شوری تعداد زیادی از گیاهان حساس تا متحمل به شوری را طبقه‌بندی کرده‌اند [۹].آستانه تحمل به شوری دو رقم کلزا را ۹/۷ و ۱۱/۰ دسی‌زیمنس بر متر برآورد کرد [۶]. هر چند به نظر می‌رسد که این اعداد برای تحمل به شوری یک گیاه زراعی خیلی بالا باشد، ولی پس از این نقطه با شیب ۱۴/۰ و ۱۳/۳ درصد شروع به کاهش می‌کند. بنابراین، در شوری ۱۳ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر به نقطه ۵۰ درصد کاهش عملکرد (C_{mid}) می‌رسد. محققین دیگری نیز آستانه تحمل به شوری دو رقم کلزا را ۴/۸ دسی‌زیمنس بر متر با شیب ۸/۸ و ۱۰/۴ درصد گزارش کردند [۱۳]. آستانه تحمل به شوری در داخل یک گونه بسیار متغیر است. در یک ژنوتیپ نیز این اعداد به شرایط آب و هوائی، تغذیه و سطح حاصل‌خیزی، مدیریت آبیاری، مدیریت زراعی و حتی آلاینده‌های هوا مثل ازن بستگی دارد.

در این پژوهش، شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش محاسبه گردید (جدول ۵). براساس شاخص حساسیت به تنش، مقدار کمتر SSI نشان دهندهٔ تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب و در نتیجه پایداری بیشتر آن ژنوتیپ است[۵]. براساس شاخص STI ژنوتیپ‌های پایدارتر، دارای مقادیر بالاتر STI هستند [۴]. همچنین انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در این شاخص‌ها براساس Tol کمتر و MP بیشتر است [۱۳]. هرچند شرط لازم برای ایجاد ارتباط مثبت و منطقی بین شاخص‌های Tol و MP این است که واریانس ژنتیکی در محیط تنش بزرگ‌تر از محیط غیر تنش باشد. هر چه شاخص تحمل Tol کوچک‌تر باشد نشان‌دهندهٔ این است که عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش نزدیک‌تر بوده و یا گیاه به تنش متحمل‌تر است. انتخاب بر این اساس باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در شرایط تنش عملکرد بالائی دارند ولی توانمندی عملکردشان کم است. در بیشتر حالات، همبستگی بین MP و Tol منفی است. همچنین انتخاب بر اساس MP، باعث افزایش عملکرد در هر دو محیط می‌شود. درصورتی‌که هدف افزایش عملکرد در شرایط تنش باشد، انتخاب بر اساس MP می‌تواند سودمند باشد. هرچند باید

Archive of SID

www.SID.ir

در نظر داشت که این انتخاب، باعث کاهش همزمان میانگین بهره‌وری و عملکرد در شرایط بدون تنش می‌شود. به‌طورکلی، شاخص SSI به دلیل استفاده از ثابت سختی شرایط محیط (SI)، و شاخص STI به دلیل استفاده از ثابت میانگین هندسی $GMP = \sqrt{Y_p \times Y_s}$، کارآیی بیشتری در انتخاب لاین‌های برتر دارند.

بر اساس جدول ۵ و شکل ۳، ارقام Hyola420، Hyola401، Option501، Mozart و RGS دارای شاخص تحمل به تنش بالا هستند (نیمه سمت راست نمودار). در ضمن این ارقام دارای عملکرد بالا در شرایط تنش و غیرتنش هستند (نیمه بالای نمودار). بنابراین، ارقامی که عملکرد تنش و غیرتنش آن‌ها در ربع بالا و سمت راست نمودار واقع شوند، ارقام متحمل به شوری خواهند بود. این ارقام هم دارای شاخص STI بالا و هم عملکرد بالا در شرایط تنش و غیرتنش می‌باشند. عملکرد در شرایط تنش این ارقام با علائم توخالی در همین ربع واقع شده است. البته RGS و Option501 تقریباً روی خط فاصل واقع شده‌اند (شکل ۳). از بین این ارقام ، رقم Hyola420 دارای شاخص Tol کم و MP بالا است. شاخص Tol کم نشان‌دهنده فاصله کم عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش است. MP بالا نیز نشان‌دهنده میانگین بهره‌وری بالا است. هرچند سه رقم دیگر شامل Opera، Option500 و SYN دارای عملکرد در شرایط غیرتنش در ربع بالا و سمت راست هستند، ولی به دلیل این‌که عملکرد در شرایط تنش آن‌ها کمتر است، بنابراین در گروه ارقام متحمل نخواهند بود (شکل ۳) .

به نظر می‌رسد که رقم Hyola420 دارای آستانه تحمل به شوری پائینی بوده و همانند بررسی[۶] دارای شیب کم است، بنابراین، شوری که باعث کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در آن می‌شود، بالا خواهد بود. به‌طورکلی، رقم Hyola420 دارای عملکردهای مطلق بالایی است (شکل ۳). در عمل نیاز به داشتن ارقامی است که در شرایط شور دارای عملکرد مطلق بیشتری باشند. محققین [۱۰] بیان کردند که به‌دلیل غیریکنواختی اراضی شور، نیازی به داشتن ارقام متحمل به شوری نیست و فعالیت‌های اصلاحی را بایستی برای بالا بردن ظرفیت عملکرد متمرکز نمود. محققی نیز با مطالعه بر روی گیاهان زراعی شامل گندم نان، گندم دوروم، تریتیکاله و جو اظهار داشت که برای کشت در شرایط شور بایستی از ارقامی که دارای عملکرد بیشتر در شرایط غیرشور هستند استفاده نمائیم [۱۲]. در این صورت ارقام معرفی شده که دارای توان عملکرد بالائی هستند در نقاطی از مزرعه که شوری کم است عملکرد قابل توجهی خواهند داشت. در نقاط شور مزرعه نیز کاهش عملکردشان قابل قبول و اقتصادی خواهد بود.

نتیجه‌گیری

شاید از بین تمام راهکارهای تولید در شرایط شور، انتخاب ارقام متحمل به شوری به ویژه در بین اصلاح‌گران و فیزیولوژیست ها بیشتر مورد توجه است. این‌که گیاهان زراعی مانند جو، پنبه، چغندر قند، آسپاراگوس و حتی نیشکر شرایط شور را بهتر از گیاهان زراعی دیگر تحمل می‌نمایند، در تمام شرایط آب و هوایی ثابت شده است [۱۶]. این واقعیت که در بین ارقام یک گیاه زراعی، رقم متحمل به شوری وجود داشته باشد، چالشی بوده که همواره مورد توجه و آزمایش قرار گرفته است. تلاش‌های زیادی برای تولید و معرفی ارقام متحمل به شوری انجام شده است. با این وجود بخش کمی از این تلاش‌ها منجر به معرفی رقم متحمل به شوری در سطح کشاورز شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تنوع خیلی زیادی از نظر تحمل به شوری در ارقام کلزا وجود دارد. هرچند تحمل به شوری بالا و داشتن آستانه تحمل به شوری زیاد نمی‌تواند ملاک انتخاب رقم متحمل باشد و بایستی شاخص‌های دیگری مثل شاخص تحمل به تنش و عملکرد واقعی (نه نسبی) را در نظر گرفته شود. در ضمن پایداری عملکرد در طول زمان و در شرایط مختلف اقلیمی نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

بر اساس مجموع عوامل ذکر شده به نظر می‌رسد که ارقام Hyola420، Hyola401، Option501، Mozart، RGS و GoldRush در این آزمایش دارای شاخص‌های تحمل به تنش بهتری هستند. درصورتی‌که بتوان با انجام آزمایش‌های بیشتر، پایداری عملکرد این ارقام را در مدت زمان بیشتر و شرایط مختلف آب و هوائی بسنجیم و مولفه‌های فیزیولوژیکی بیشتری (شامل دفع سدیم، جذب

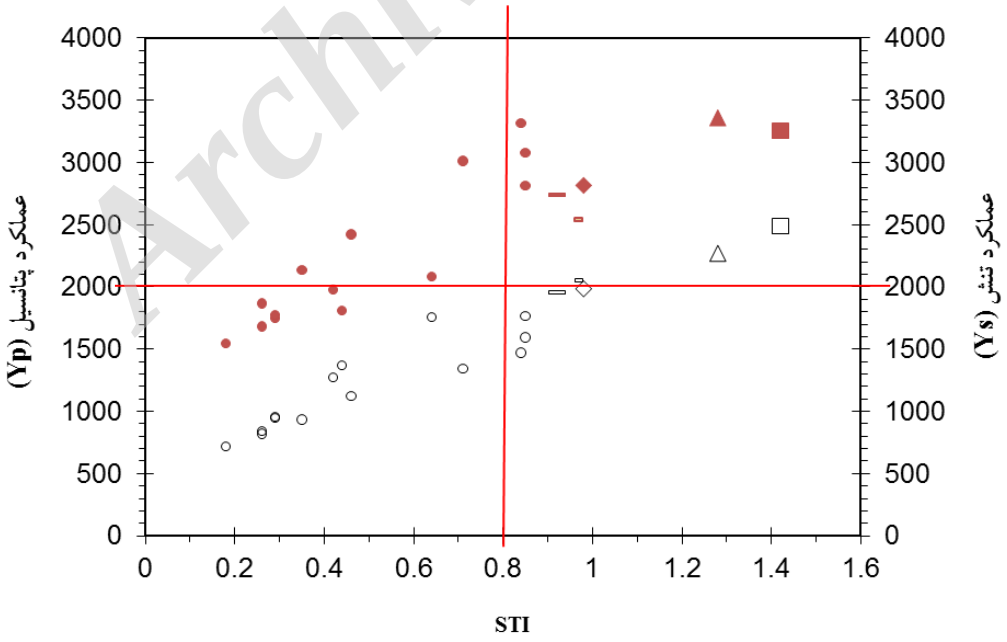
Archive of SID

www.SID.ir

پتاسیم، تولید اسمولیت‌های پرولین، بتائین و غیره و نیز کده‌بندی یون‌های مازاد در واکوئل) نیز در این ژنوتیپ‌ها بررسی شود، در این‌صورت با اطمینان بیشتری می‌توان توصیه‌های کاربردی جهت کشت در اراضی شور و انجام کارهای به نژادی را با استفاده از این ژنوتیپ‌ها، ارائه نمود.

جدول ۵- شاخص‌های حساسیت و تحمل به شوری در ارقام کلزای مورد مطالعه

رقم/شاخص	شاخص تحمل به تنش (STI)	شاخص حساسیت به تنش (SSI)	میانگین هندسی (GMP)	میانگین بهره‌وری (MP)	اختلاف عملکرد (Tol)
CV Roby	۰/۲۶	۱/۳۰	۱۱۷/۹۳	۱۲۶/۱۹	۸۳/۹۴
CV Star	۰/۴۶	۱/۲۹	۱۶۲/۹۹	۱۷۷/۲۶	۱۲۹/۸۹
Elite	۰/۲۶	۱/۴۰	۱۲۳/۱۳	۱۳۴/۳۳	۱۰۴/۷۸
Gold Rush	۰/۴۴	۰/۵۹	۱۵۶/۷۴	۱۵۸/۹۵	۴۴/۰۴
Hyola401	۱/۲۸	۰/۷۶	۲۷۳/۰۹	۲۸۱/۴۴	۱۰۸/۹۰
Hyola420	۱/۴۲	۰/۶۱	۲۸۳/۳۳	۲۸۷/۱۴	۷۶/۸۳
Milena	۰/۱۸	۱/۲۹	۱۰۴/۱۷	۱۱۳/۱۰	۸۲/۷۰
Mozart	۰/۹۶	۰/۴۳	۲۲۷/۰۶	۲۲۹/۵۴	۴۸/۵۰
Okapi	۰/۲۹	۱/۱۳	۱۲۹/۲۶	۱۳۵/۲۵	۷۸/۸۷
Opera	۰/۸۴	۱/۴۰	۲۱۹/۰۴	۲۳۹/۴۷	۱۸۴/۴۱
Option500	۰/۸۵	۱/۲۳	۲۲۰/۳۹	۲۳۳/۸۵	۱۴۸/۵۱
Option501	۰/۹۸	۰/۷۸	۲۳۵/۲۲	۲۴۰/۰۷	۸۳/۰۹
RGS	۰/۹۲	۰/۷۱	۲۳۱/۲۹	۲۳۴/۷۴	۷۸/۴۹
Rindow	۰/۶۴	۰/۳۷	۱۹۱/۱۲	۱۹۲/۰۶	۳۲/۹۲
SLM	۰/۲۹	۱/۱۸	۱۲۹/۶۰	۱۳۶/۲۴	۸۲/۵۷
SYN	۰/۸۵	۰/۹۳	۲۲۲/۶۸	۲۲۸/۸۵	۱۰۴/۸۲
Sarigol	۰/۷۱	۱/۳۵	۲۰۰/۷۰	۲۱۷/۸۸	۱۶۶/۴۹
Talent	۰/۴۲	۰/۸۴	۱۵۶/۵۳	۱۶۲/۴۸	۷۰/۱۲
Zarfam	۰/۳۵	۱/۴۴	۱۴۰/۹۷	۱۵۳/۶۹	۱۲۰/۴۵
ارقام مورد مطالعه	۰/۶۵	۱/۰۰	۱۸۵/۵۴	۱۹۳/۸۳	۹۶/۳۳



شکل۳- نمودار عملکرد ارقام در شرایط غیرتنش (علائم توپر) و شرایط تنش (علائم توخالی) نسبت به شاخص تحمل به تنش (STI). تذکر: علائم ■(Hyola420)، ▲(Hyola401)، ♦(Option501)،-(Mozart) و ━ (RGS)مربوط به ارقامی است که دارای STI بالا بوده و دارای عملکرد بالا در شرایط غیر تنش و تنش است (در ربع بالا و سمت راست). ارقام که با علامت ● نشان داده شده‌اند، دیگر ارقام مورد مطالعه بوده که دارای شاخص STI پائین و عملکرد کم هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

References

[1]. Ashraf, M., & McNeilly, T. (2004). Salinity tolerance in Brassica oil seeds. *Critical Reviews in Plant Science*, 23, 157-174.

[2]. Ayers, R.S., & Westcot, D.W. (1985). Water quality for agriculture. FAO. *Irrigation and Drainage paper* 29. Rome.

[3]. Banaei, M.H., Moameni, A., Bybordi, M., & Malakouti, M.J. (2005). The soils of Iran (New achievements in perception, management and use). Soil and water research institute. *Sana publication.*

[4]. Fernandez, G.C.J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp. 257-270. In: Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan.

[5]. Fischer, R.A., & Maurer. R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29, 897-912.

[6]. Francois, L.E. (1994). Growth, seed yield and oil content of canola under saline conditions. *Agronomy Journal*, 86, 233-237.

[7]. Hatami, D. (2005). Investigation of salinity of NaCl on physiological characteristic of Canola varieties in growth stage. MS. Thesis, Agriculture College, Tehran University, (in Farsi).

[8]. Khorsandi, F., & Anagholi, A. (2009). Reproductive compensation of cotton after salt stress relief at different growth stages. *Journal of Agronomy and Crop Science.* 195, 278-283.

[9] Maas, E.V., & Hoffman, G.J. (1977). Crop salt tolerance–current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage*,102, 115–134.

[10]. MirMohamadi Mibodi, S.A.M., & Gareyazi, B. (2002). Physiological and breeding of salinity stress aspects in plants. *Isfahan industrial university Publication*, (in Farsi).

[11]. Momeni, A. (2011). Geographical distribution and salinity levels of soil resources of Iran. *Iranian Journal of Soil Research*, 24(3), 203-215. (in Farsi).

[12]. Richards, R.A. (1983). Should selection for yield in saline regions be made on saline or non-saline soils? *Euphytica*, 32, 431-438.

[13]. Rosielle, A.A., & Hamblin, J. (1981). Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science*, 21, 943-946.

[14]. Royo, A., & Aragues, R. (1999). Salinity-yield response functions of barley genotypes assessed with a triple line source sprinkler system. *Plant and Soil*, 209, 9-20.

[15]. Shahbazi, M., & Kiani, A. (2002). Determination of salinity tolerance threshold in commercial Canola varieties. AREO. Agricultural and Natural Research Center of Golestan province. Project No. 117-12-20-77067. (in Farsi).

[16]. Shannon, M.C., & Noble, C.L. (1990). Genetic approaches for developing economic salt-tolerant crops. In: K.K. Tanji (ed). Agricultural salinity Assessment and Management.(pp. 161-185).New York: *ASCE. Publication.*

[17]. Steppuhn, H., Van Genuchten, M. Th., & Grieve, C.M. (2005a). Root-zone Salinity: I: Selecting and product-yield index and response functions for crop tolerance. *Crop Science*, 45, 209-220.

[18]. Steppuhn, H., Van Genuchten, M. Th., & Grieve, C.M. (2005b). Root-Zone Salinity: II: Indices for tolerance in agricultural crops. *Crop Science*, 45, 221-232.

[19]. Van Genuchtan, M. Th. & Hoffman G. J. (1984). Analysis of crop salt tolerance data. Soil Salinity under Irrigation- process and management. *Ecological Studies*, 51, Springer-Verlag, N. Y. pp. 258-271.

Archive of SID

www.SID.ir

Selection of salt tolerance varieties of canola by using of tolerant indices

1-A. Anagholi, Assistant Professor of Nasional Salinity Research Center, Yazd
anagholi@areo.ac.ir
2-M. J. Rousta, Associated Professor of Agriculture and Natural Resources Center of Fars Province
3-A. Azari, Assistant Professor of Vali Asr Rafsanjan University

Received: 08 Apr 2015
Accepted: 19 May 2016

Abstract

In order to selecting of salinity tolerant variety (ies) of Canola in saline conditions and determination of the salinity response, 60 canola varieties were evaluated during two years. In the first year we reduced the number of varieties in the way of logic reduction by Augment experiment. Total of 41genotypes were eliminated and 19 of them were evaluated in the second year. So, the salinity response of selected varieties was investigated in this paper. The experiment was conducted as a split plot design with randomized complete block design in three replications. The salinity of irrigated waters (2 and 11 dS/m) were as main plot and varieties were placed in subplots. Based on the results of the experiment, the average of grain yield was 2419.8 and 1456.5 kg.ha^{-1} in high and low salinity conditions respectively, so that there was significant differences between them at 1% level of probability. In the low saline condition, the varieties of Hyola401, Opera, Option500, Sarigol, Hyola420, SYN and Option501 were produced higher grain yield rather than others. Also in the high saline condition, the varieties of Hyola420, Hyola401, Option501, RGS, Mozart, SYN, and Rindow had higher grain yield rather than others. Evaluated of the grain yield in both low and high saline condition showed that the varieties of Hyola420, Hyola401, Option501, Opera, RGS, Option500, Mozart, SYN, and Sarigol were produced highest average yields of 2871.4, 2814.4, 2400.7, 2394.7, 2347.4, 2338.5, 2295.4, 2288.5 and 2178.8 kg.ha^{-1}, respectively.

Keywords: Colza; Soil salinity; Tolerance indices.

Archive of SID

www.SID.ir