

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

۱- امین آنالی، 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 متحمل تر 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 و طی 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 به صورت 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 شرایط شوری بالا (۱۱ دسی‌زیمنس بر متر) و شوری کم (۲ دسی‌زیمنس بر متر) به ترتیب 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 Hyola401، Hyola420، RGS، Option501، SYN، Mozart و Rindow دارای عملکرد دانه بالایی بودند. بررسی میانگین عملکرد دانه در شرایط شوری بالا و شوری کم نشان داد که ارقام Hyola420، Option501، Hyola401، Opera، RGS، Option500، Mozart، SYN و Sarigol به ترتیب با متوسط عملکردهای ۲۸۷۱/۴، ۲۸۱۴/۴، ۲۴۰۰/۷، ۲۳۹۴/۷، 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

[۱]. 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 شناسایی می‌گردند تا از آن‌ها برای کشت در مناطق با محدودیت شوری استفاده شود.

به‌طور کلی تنش شوری، رشد را در مراحل مختلف رویش گیاهان زراعی تحت تاثیر قرار می‌دهد [۸] و خانواده براسیکا و گونه کلزا نیز از این قاعده 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

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

### مواد و روش‌ها

در این آزمایش ارقام Hyola 401، Hyola420، Rindow، Option500، Talent، Sarigol، SLM، Zarfam، CV.Star، Mozart، Elite، Opera، RGS، Option501، 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 تکرار در 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 به دست 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<sup>۱</sup>، STI<sup>۲</sup>، MP<sup>۳</sup>، Tol<sup>۴</sup> و GMP<sup>۵</sup> برای عملکرد دانه محاسبه گردید. داده‌های به دست 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.

شوری کلزا در مراحل مختلف رشد مشاهده شده است [۱]. کلزا در گروه گیاهان زراعی متحمل به شوری قرار دارد. فرانکوئیس [۶] سطح آستانه تحمل به شوری را برای ارقام Westar و Tobin به ترتیب ۱۱ و ۹/۷ دسی‌زیمنس بر متر با شیب ۱۳ و ۱۴/۳ درصد به دست آورد. این ارقام در شوری خاک حدود ۱۴ دسی‌زیمنس 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 به دست 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 متابولیکی 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.

1- Stress Susceptibility index

2- Stress Tolerant Index

3- Mean Productivity

4- Tolerance

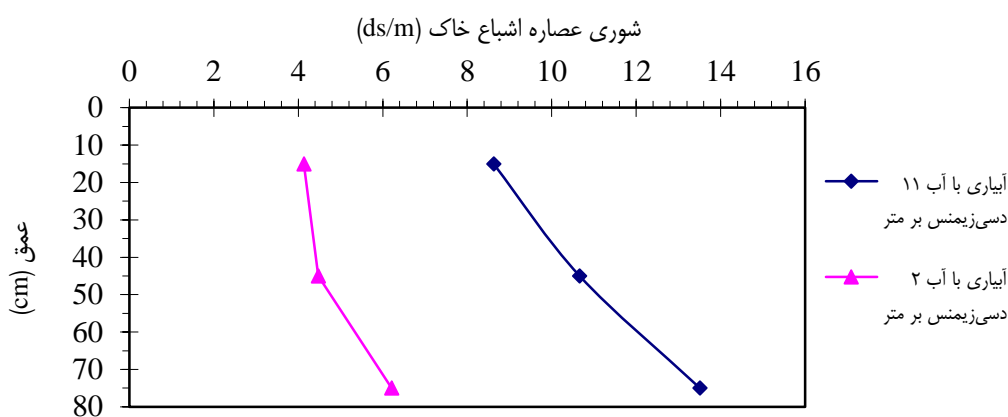
5- Geometric Mean Productivity

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 این که 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 آن که کم بود (۰/۲۸ گرم) ولی در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار 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 نشان‌دهنده غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

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

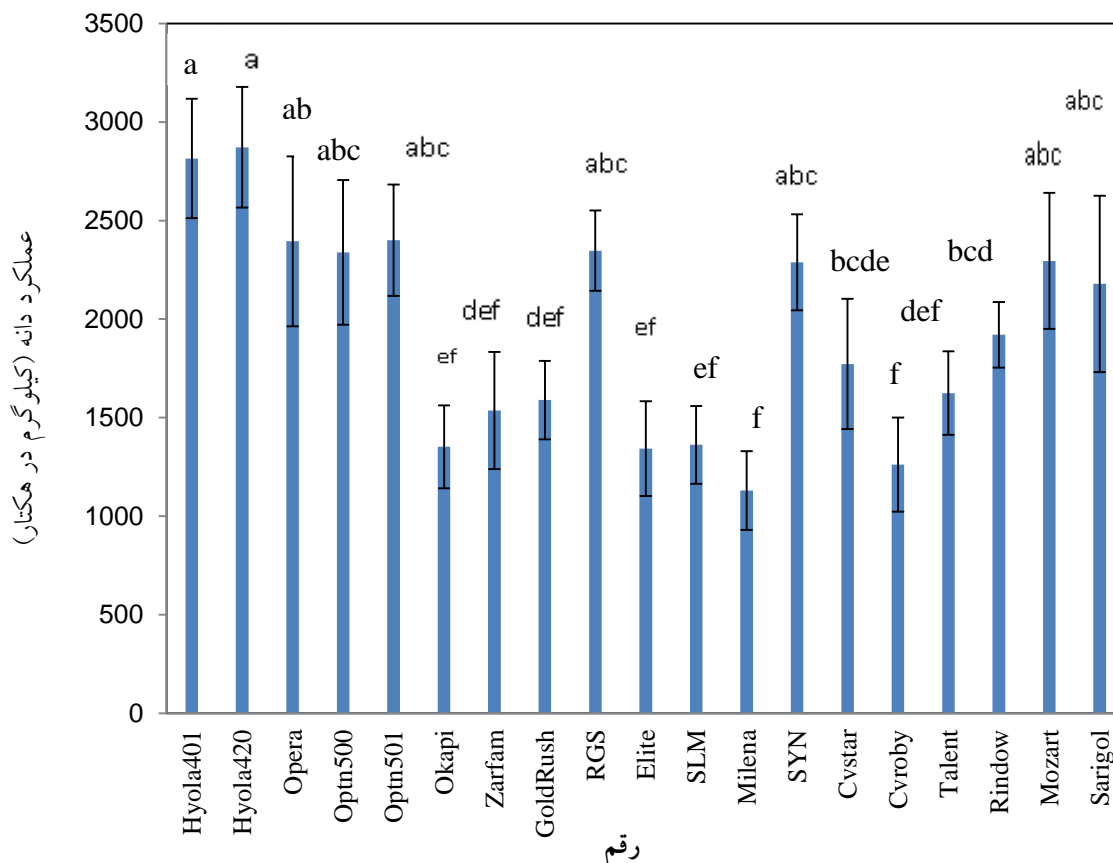
شوری آب/ صفت	عملکرد کل	عملکرد دانه	شاخص برداشت	وزن هزار دانه
شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر	۱۲۱۴۸/۴	۲۴۱۹/۸	۲۰/۰۴	۳/۴۶
شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر	۷۵۴۴/۹	۱۴۵۶/۵	۱۹/۲۵	۳/۱۸
مقدار F و سطح معنی‌داری	* /۰/۱۶۲	** /۰/۰۵۴	ns /۱۸۳۸	* /۰/۳۳۲

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،

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، Option500، RGS، Opera، Option501، Hyola401، SYN، Mozart و Sarigol به ترتیب ۲۸۷۱/۴، ۲۸۱۴/۴، ۲۴۰۰/۷، ۲۳۹۴/۷، ۲۳۴۷/۴، ۲۳۳۸/۵، ۲۲۹۵/۴ و ۲۲۸۵/۵ کیلوگرم در هکتار به دست 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

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

رقم	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد کل	عملکرد کل	
			۱۱ dS/m	۲ 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 معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

محققین واکنش به شوری تعداد زیادی از گیاهان حساس تا متحمل به شوری را طبقه بندی کرده اند [۹]. آستانه تحمل به شوری دو رقم کلزا را ۹/۷ و ۱۱/۰ دسی زیمنس بر متر برآورد کرد [۶]. هر چند به نظر می رسد 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 می کند. بنابراین، در شوری ۱۳ تا ۱۵ دسی زیمنس بر متر به نقطه ۵۰ درصد کاهش عملکرد ( $C_{mid}$ ) می رسد. محققین دیگری نیز آستانه تحمل به شوری دو رقم کلزا را ۴/۸ دسی زیمنس 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 هوایی، تغذیه و سطح حاصل خیزی، مدیریت آبیاری، مدیریت زراعی و حتی آلاینده های هوا مثل ازن بستگی دارد.

در این پژوهش، شاخص های حساسیت و تحمل به تنش محاسبه گردید (جدول ۵). براساس شاخص حساسیت به تنش، مقدار کمتر SSI نشان دهنده تغییرات

کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب و در نتیجه پایداری بیشتر آن ژنوتیپ است [۵]. براساس شاخص STI ژنوتیپ های پایداری، دارای مقادیر بالاتر STI هستند [۴]. همچنین انتخاب ژنوتیپ های برتر در این شاخص ها براساس Tol کمتر و MP بیشتر است [۱۳]. هر چند شرط لازم برای ایجاد ارتباط مثبت و منطقی بین شاخص های Tol و MP این است که واریانس ژنتیکی در محیط تنش بزرگ تر از محیط غیر تنش باشد. هر چه شاخص تحمل Tol کوچک تر باشد نشان دهنده این است که عملکرد ژنوتیپ ها در دو محیط تنش و بدون تنش نزدیک تر بوده و یا گیاه به تنش متحمل تر است. انتخاب بر این اساس باعث انتخاب ژنوتیپ هایی می شود که در شرایط تنش عملکرد بالایی 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 می شود. در صورتی که هدف افزایش عملکرد در شرایط تنش باشد، انتخاب بر اساس MP می تواند سودمند باشد. هر چند باید

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 نماییم [۱۲]. در این صورت ارقام معرفی شده که دارای توان عملکرد بالایی هستند در نواحی از مزرعه که شوری کم است عملکرد قابل توجهی خواهند داشت. در نقاط شور مزرعه نیز کاهش عملکردشان قابل قبول و اقتصادی خواهد بود.

### نتیجه گیری

شاید از بین تمام راهکارهای تولید در شرایط شور، انتخاب ارقام متحمل به شوری به ویژه در بین اصلاح‌گران و فیزیولوژیست‌ها بیشتر مورد توجه است. این که 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. در صورتی که بتوان با انجام آزمایش‌های بیشتر، پایداری عملکرد این ارقام را در مدت زمان بیشتر و شرایط مختلف آب و هوایی بسنجیم و مولفه‌های فیزیولوژیکی بیشتری (شامل دفع سدیم، جذب

در نظر داشت که این انتخاب، باعث کاهش همزمان میانگین بهره‌وری و عملکرد در شرایط بدون تنش می‌شود. به‌طور کلی، 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.

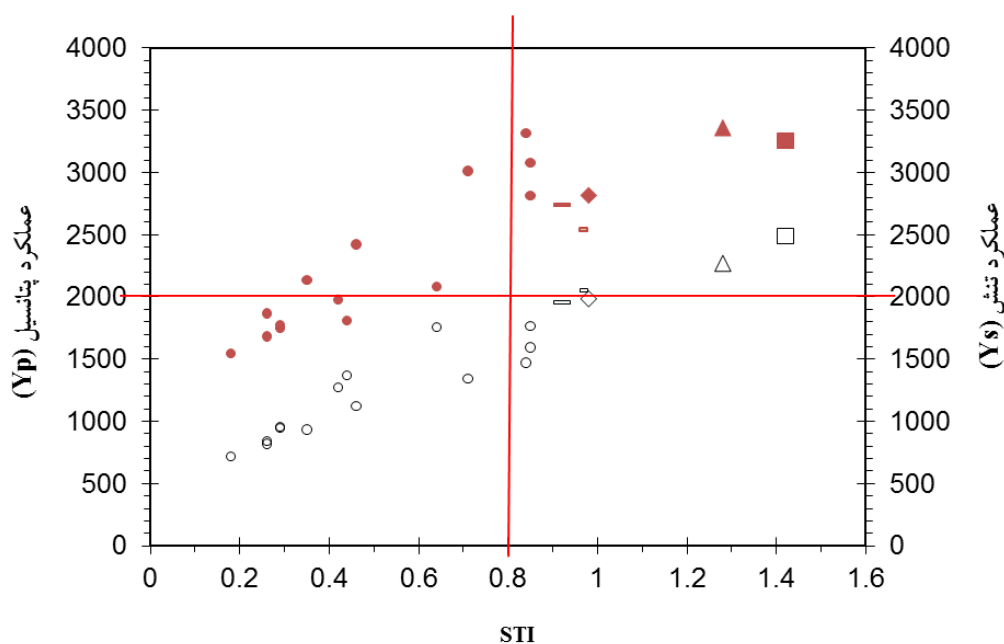
بر اساس جدول ۵ و شکل ۳، ارقام Hyola420، Option501، Mozart، RGS دارای شاخص تحمل به تنش بالا هستند (نیمه سمت راست نمودار). در ضمن این ارقام دارای عملکرد بالا در شرایط تنش و غیرتنش هستند (نیمه بالای نمودار). بنابراین، ارقامی که عملکرد تنش و غیرتنش آن‌ها در ربع بالا و سمت راست نمودار واقع شوند، ارقام متحمل 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 این که 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. به‌طور کلی، 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. محققین نیز با مطالعه بر روی

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

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



شکل ۳- 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.

## 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., & Anaghali, 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 Genuchten, 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.



## 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 41 genotypes 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, respectively.

**Keywords:** Colza; Soil salinity; Tolerance indices.