

## تعیین ارقام کلزای مناسب کاشت در مناطق شور توسط شاخص‌های کمی تحمل

آرمان آذری<sup>۱</sup>، سیدعلی محمد مدرس ثانوی<sup>۲\*</sup>، امین آناقلی<sup>۳</sup>، سیدعلی محمد چراغی<sup>۴</sup>، محمود غلامی<sup>۵</sup>، حسین عسکری<sup>۶</sup>، بهرام عزیزاده<sup>۷</sup> و کمال سادات اسیلان<sup>۸</sup>  
۱، ۲، دانشجوی دوره دکتری، استاد دانشگاه تربیت مدرس، ۳، ۴، ۵، مربی، استادیار، مربی پژوهشی مرکز ملی تحقیقات شوری یزد، ۶، استادیار دانشکده مهندسی فناوری‌های نوین دانشگاه شهید بهشتی، ۷، استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، ۸، استادیار دانشگاه پیام نور، تهران، ایران  
(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲۸ - تاریخ تصویب: ۹۰/۱۱/۱۹)

### چکیده

به منظور تعیین ژنوتیپ‌های مناسب کاشت در مناطق شور، این مطالعه ۲ ساله (۸۷-۸۶ و ۸۸-۸۷) با انجام غربالگری بین ژنوتیپ‌های مورد استفاده، در مرکز ملی تحقیقات شوری واحد یزد به اجرا درآمد. در سال اول، ۵۸ ژنوتیپ کلزا از گونه‌های *B. Brassica napus* و *B. juncea* و *rapa* در آزمایش آگمنت در دو سطح تنش شوری آب آبیاری ۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کاشته شد. ۱۹ ژنوتیپ بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش انتخاب و در سال دوم در یک آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو سطح تنش شوری آب آبیاری ۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. پس از برداشت عملکرد، به دلیل همبستگی قوی بین شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین حسابی، میانگین هندسی و میانگین هارمونیک با عملکرد دانه در شرایط شاهد (عدم تنش) و تنش، برترین شاخص‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل کلزا شناخته شدند. بر اساس نمودار پراکنش سه بعدی، تحلیل بای‌پلات و تجزیه خوشه‌ای این شاخص‌ها، ارقام Hyola401 و Hyola420 متحمل‌ترین Option501، RGS003 و SYN به عنوان ارقام متحمل شناخته شدند. CVRoby، Elite، Milena، Okapi، SLM046 و Zarfam از حساسیت بالایی نسبت به شوری برخوردار بودند. در این مطالعه مشخص شد که گونه *B. napus* نسبت به سایر گونه‌ها از تحمل به شوری بیشتری برخوردار است.

**واژه‌های کلیدی:** کلزا، شوری، شاخص‌های تحمل، بای‌پلات، تجزیه خوشه‌ای.

### مقدمه

سال ۲۰۵۰ میلادی بیش از ۵۰ درصد زمین‌های کشاورزی شور شوند (Mirmohammady Meibody & Ghareyazie, 2002). شوری خاک و آب بویژه در مناطقی که آبیاری اجتناب ناپذیر است، یک مشکل فزاینده است (Munns et al., 2008). بهترین روش برای بدست آوردن عملکرد مناسب در خاک‌های شور، استفاده از گیاهان متحمل به شوری می‌باشد. ابتدایی-

رشد و عملکرد گیاه در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده متعدد، محدود می‌گردد. (Mirmohammady Meibody & Ghareyazie, 2002). در این ارتباط، عامل مهم تعیین کننده عملکرد، توانایی گیاهان زراعی در تحمل تنش می‌باشد (Wang et al., 2003). پیش‌بینی می‌شود تا

می‌تواند منجر به گزینش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا و حساسیت به تنش پایین شود.

Fernandez (1992) گزارش کرد بر مبنای میزان عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط واجد و فاقد تنش، ۴ گروه قابل تشخیص می‌باشد:

گروه A: ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در هر دو محیط، گروه B: ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا فقط در محیط واجد تنش، گروه C: ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا فقط در محیط فاقد تنش، گروه D: ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پائین در هر دو محیط. که بر این اساس مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در منطقه A قرار می‌گیرند. وی در ادامه گزارش کرد که شاخص MP قابلیت لازم برای تفکیک گروه‌های A و B را ندارد. همچنین ژنوتیپ‌های برتر بر اساس آن دارای عملکرد بالا ولی تحمل به تنش پائین هستند. به همین منظور، وی شاخص تحمل به تنش (STI (Stress Tolerance Index را ارائه و توصیه کرد.

شاخص حساسیت به تنش SSI (Stress Susceptibility Index) از طرف Fischer and Mourer (1987) پیشنهاد شد. بین این شاخص با عملکرد در شرایط عدم وجود تنش خشکی همبستگی منفی وجود دارد و ژنوتیپ‌های دارای مقادیر کم آن به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناخته می‌شوند. اما در عین حال، این ژنوتیپ‌ها دارای پتانسیل عملکرد پائینی می‌باشند (Clark et al., 1992). بین شاخص‌های SSI و TOL همبستگی مثبت وجود دارد (Yousofi Azar et al., 2008). مطالعه تحمل به خشکی روی ارقام پائیزه گندم و هیبریدهای حاصل از تلاقی آن‌ها نشان داد گزینش بر اساس شاخص‌های SSI و TOL به دلیل داشتن توارث پذیری خصوصی پائین، از کیفیت لازم برخوردار نبوده و سایر شاخص‌های تحمل و بویژه STI به دلیل دارا بودن توارث پذیری خصوصی متوسط می‌توانند برای انتخاب ارقام دارای عملکرد بالا در هر دو محیط واجد و فاقد تنش مفید باشند (Saba et al., 2001).

Fernandez (1992) در بررسی خود از شاخص‌های تحمل به تنش (STI (Stress Tolerance Index و میانگین هندسی تولید (GMP (Geometric Mean Productivity) استفاده نمود و گزارش کرد که شاخص

ترین اقدام در اصلاح گیاهان برای تحمل به شوری، شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر است. این کار مستلزم وجود تنوع و انجام غربالگری مناسب بین آن‌هاست (Mirmohammady Meibody & Ghareyazie, 2002). چرا که تفاوت در حساسیت یا تحمل به تنش هم در بین گونه‌ها و هم در ارقام یک گونه نیز وجود دارد (Bansal and Sinha, 1991).

بر اساس تقسیم‌بندی تقسیم‌بندی Mass and Hoffman (1977) کلزا در گروه گیاهان زراعی متحمل به شوری قرار دارد. سطح آستانه شوری برای آن ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بوده و در شوری خاک ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر دچار ۵۰ درصد افت عملکرد می‌گردد (Shannon, 1997). این گیاه دارای صفات بارزی چون درصد روغن بالا و راندمان مطلوب استحصال روغن از دانه، کیفیت مطلوب روغن و دارا بودن مقادیر فراوان اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک، تنوع ارقام فراوان و دامنه سازگاری وسیع می‌باشد (Khajehpour, 2004). در سال‌های اخیر با اجرای طرح توسعه کشت کلزا، عنوان اصلی‌ترین گیاه تولید کننده دانه‌های روغنی مطرح است (Hatami, 2006).

شاخص‌های متفاوتی برای کمی کردن واکنش ژنوتیپ‌ها به تنش‌های محیطی (به ویژه تنش خشکی) و تعیین میزان تحمل آن‌ها ارائه شده است. شاخص تحمل (Tolerance Index) (TOL) توسط Rosille and Hambilin (1981) ارائه گردید. گزینش بر اساس سطوح پائین این شاخص، منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌گردد که عملکرد آن‌ها در محیط دارای تنش نسبت به محیط بدون تنش کاهش کمتری داشته و مقدار بالای شاخص TOL نشان دهنده حساسیت ژنوتیپ‌ها به تنش است. انتخاب بر اساس این شاخص منجر به گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در شرایط تنش و عملکرد پائین در شرایط عدم تنش خواهد شد (Fernandez, 1992). با این حال این شاخص قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های پر تولید در هر دو محیط واجد و فاقد تنش از ژنوتیپ‌های پر تولید فقط در محیط دارای تنش نمی‌باشد. بر این اساس Ramirez & Kelly (1998) شاخص میانگین تولید (MP (Mean Productivity) را توصیه کردند که انتخاب بر مبنای آن

*juncea* در یک آزمایش آگمنت در دو سطح تنش شوری آب آبیاری ۲ (آب) و ۱۲ (آب چاه) دسی‌زیمنس بر متر با ۴ شاهد در ۶ تکرار کاشته شد. بلوک کاشت هر سطح تنش به ۶ کرت‌های کوچکتر تقسیم و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در آن‌ها کاشته شدند (۵ بلوک ۱۰ تایی و یک بلوک ۸ تایی). ژنوتیپ‌های شاهد در کلیه کرت‌ها به صورت تصادفی در بین ژنوتیپ‌های هر کرت توزیع شدند. کاشت هر ژنوتیپ روی یک خط و به طول ۳ متر با رعایت دو متر فاصله از دو طرف صورت گرفت. پس از برداشت بر اساس تجزیه واریانس شاهد‌های مورد استفاده، عملکرد ارقام مورد آزمایش با استفاده از اثر بلوک ناقص تصحیح گردید و بر اساس عملکرد تولیدی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش شوری (Ys) و بدون تنش شوری (Yp)، شاخص‌های کمی تحمل محاسبه گردید. ارقام مورد مطالعه با استفاده از آزمون LSD و سطح احتمال ۵٪ مشخص و انتخاب گردیدند. برای محاسبه خطای استاندارد عمومی از رابطه زیر استفاده (Yazdi Samadi et al., 1998).

$$S\bar{d} = \sqrt{[MSe(2c+1)/2c]}$$

بر اساس آن‌ها، ۱۹ ژنوتیپ برتر انتخاب گردیده و در سال دوم در یک آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو سطح تنش شوری آب آبیاری ۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. کاشت به صورت کرتی، شامل ۴ خط ۳ متری با فاصله ردیف ۴۵ سانتی‌متر برای هر رقم در هر کرت انجام گرفت. مجدداً پس از برداشت، با استفاده از عملکرد تولیدی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش شوری (Ys) و بدون تنش شوری (Yp)، شاخص‌های کمی تحمل محاسبه گردید.

جهت تفکیک دقیق‌تر ژنوتیپ‌های گروه A از گروه‌های B و C، از رسم نمودار سه بعدی x، y و z در محیط نرم افزار Statistica 8 استفاده شد. در این نمودار، x، y و z به ترتیب عملکرد در شرایط عدم تنش (Yp)، عملکرد در شرایط تنش (Ys) و هر یک از شاخص‌های تحمل (STI، GMP و HM) می‌باشند. بررسی‌های آماری و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵٪ در محیط نرم‌افزار SAS انجام شد. نرم افزار

STI، بهترین شاخص جهت گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی و دارای عملکرد بالا می‌باشد. این نتیجه را نیز Abolhasani & Saeidi (2006) نیز گزارش کردند. Yousofi Azar and Rezaei, (2008) ضمن تایید شاخص‌های STI، MP، GMP و HM، در نهایت STI و HM (Harmonic Mean) را برتر از دیگر شاخص‌ها دانستند. در مطالعه‌ای دیگر (Azizi Chakhrechaman et al., 2009) نیز STI، GMP و HM را به عنوان شاخص‌های برتر معرفی کردند. اما در زمینه تنش شوری، بررسی کمتری به عمل آمده است. Sabouri et al., (2009) شاخص STI را برای انتخاب ارقام متحمل به شوری برنج و تشخیص تفاوت بین ژنوتیپ‌ها، بهترین معرفی کردند. در بررسی دیگر (Afiuni et al., 2006) روی ۶ رقم گندم، جهت انتخاب رقم متحمل به شوری با استفاده از شاخص‌های تحمل، تفاوتی بین شاخص‌های STI، SSI، MP و GMP مشاهده نکردند. Golestani Araghi & Assad, (1998) در مطالعه خود گزارش کردند که صفات دمای کانوپی، مقاومت روزه‌ای و سرعت از دست دادن آب (RWL: Rate of Water Loss) شاخص‌های مفید تحمل به خشکی هستند و این شاخص‌ها، همبستگی خطی معنی‌داری با شاخص کاهش نسبی عملکرد (Yr (Reduction yield ratio) داشتند. در ارتباط با کاربرد شاخص‌های تحمل در گزینش ژنوتیپ‌های متحمل کلزا، تنها مطالعه Shamseddin Saeid & Farahbakhsh, (2008) رقم کلزا گزارش شده که در آن عدم تفاوت بین شاخص‌های STI، MP و GMP و نتیجه یکسان آن‌ها را بیان کردند. این مطالعات از تنوع رقم کمی برخوردار بودند. علاوه بر این، تا کنون این بررسی‌ها در شرایط مزرعه و با تنوع گونه‌های دیگر کلزا صورت نگرفته است. به این دلایل، تحقیق حاضر به اجرا در آمد.

## مواد و روش‌ها

این بررسی با تنوع رقم و گونه مناسب و هدف غربالگری جهت کاهش جمعیت ژنوتیپ‌های مورد استفاده، به صورت ۲ ساله در مرکز تحقیقات ملی شوری در یزد به اجرا در آمد. در سال اول، تعداد ۵۸ ژنوتیپ کلزا از گونه‌های *Brassica napus*، *B. rapa* و *B.*

### نتایج و بحث

نتایج سال اول (آزمایش آگمنت) به دلیل حجم زیاد اطلاعات، به صورت مختصر ارائه می‌گردد. بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر کلیه شاخص‌های تحمل محاسبه شده اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). در نتیجه تفکیک و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل با استفاده از شاخص‌ها، به خوبی امکان پذیر است. از بین شاخص‌های متعدد تحمل به تنش، آن‌هایی که دارای همبستگی بالایی با عملکرد در هر دو شرایط

STATGRAPHICS Plus 5.1 برای رسم نمودار بای پلات دو مولفه اول، جهت بررسی همبستگی شاخص‌ها با یکدیگر و با ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تعیین پر تولیدترین و پایدارترین رقم و بهترین شاخص جهت ارزیابی و معرفی رقم متحمل به تنش شوری مورد استفاده قرار گرفت. از تجزیه کلاستر با روش UPGMA و با معیار فاصله اقلیدوسی جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس میزان تحمل به شوری در محیط نرم افزار MINITAB 14 استفاده گردید.

جدول ۱- مقایسه میانگین ارقام مورد آزمایش در سال اول بر اساس آزمون آگمنت

شماره رقم	نام رقم	Yp	Ys	SSI	TOL	Yr	STI	MP	GMP	HM
۱	Herald	۷/۵۷	۳/۶۷	۳/۳۸	۳/۹۰	۰/۵۲	۵/۶۲	۵/۲۷	۰/۴۳	۴/۴۹
۲	Reder	۷/۱۸	۴/۱۳	۲/۷۹	۳/۰۵	۰/۴۲	۵/۶۶	۵/۴۵	۰/۴۶	۵/۲۴
۳	Calibra	۵/۷۲	۷/۲۲	-۱/۷۲	-۱/۵۰	-۰/۲۶	۶/۴۷	۶/۴۳	۰/۶۵	۶/۳۸
۴	CVRoby	۱۱/۲۷	۸/۹۷	۱/۳۴	۲/۳۰	۰/۲۰	۱۰/۱۲	۱۰/۰۵	۱/۵۸	۹/۹۹
۵	Sinatra	۷/۴۷	۷/۸۳	-۰/۳۲	-۰/۳۶	-۰/۰۵	۷/۶۵	۷/۶۵	۰/۹۱	۷/۶۵
۶	Talayeh	۴/۲۷	۱۰/۴۳	-۹/۴۷	-۶/۱۶	-۱/۴۴	۷/۳۵	۶/۶۷	۰/۷۰	۶/۰۶
۷	Milena	۲/۷۵	۹/۹۸	-۱۷/۲۶	-۷/۲۳	-۲/۶۳	۶/۳۷	۵/۲۴	۰/۴۳	۴/۳۱
۸	Hyola420	۱۸/۰۸	۱۵/۳۲	۱/۰۰	۲/۷۶	۰/۱۵	۱۶/۷۰	۱۶/۶۴	۴/۳۳	۱۶/۵۹
۹	Parade	۶/۶۵	۷/۴۲	-۰/۷۶	-۰/۷۷	-۰/۱۲	۷/۰۴	۷/۰۲	۰/۷۷	۷/۰۱
۱۰	Zarfam	۱۲/۳۲	۱۷/۷۰	-۲/۸۷	-۵/۳۸	-۰/۴۴	۱۵/۰۱	۱۴/۷۷	۳/۴۱	۱۴/۵۳
۱۱	NK5	۱۳/۶۳	۵/۳۱	۴/۰۱	۸/۳۲	۰/۶۱	۹/۴۷	۸/۵۱	۱/۱۳	۷/۶۴
۱۲	Ascona	۲/۸۳	۵/۶۷	-۶/۵۹	-۲/۸۴	-۱/۰۰	۴/۲۵	۴/۰۱	۰/۲۵	۳/۷۸
۱۳	VDH8003	۷/۷۲	۶/۶۸	۰/۸۸	۱/۰۴	۰/۱۳	۷/۲۰	۷/۱۸	۰/۸۱	۷/۱۶
۱۴	Opera	۱۲/۳۵	۸/۰۲	۲/۳۰	۴/۳۳	۰/۳۵	۱۰/۱۹	۹/۹۵	۱/۵۵	۹/۷۲
۱۵	Banjo	۶/۰۷	۸/۵۸	-۲/۷۱	-۲/۵۱	-۰/۴۱	۷/۳۳	۷/۲۲	۰/۸۱	۷/۱۱
۱۶	CVStar	۹/۵۷	۱۰/۲۷	-۰/۴۸	-۰/۷۰	-۰/۰۷	۹/۹۲	۹/۹۱	۱/۵۴	۹/۹۱
۱۷	Option500	۱۰/۹۰	۹/۲۹	۰/۹۷	۱/۶۱	۰/۱۵	۱۰/۱۰	۱۰/۰۶	۱/۵۸	۱۰/۰۳
۱۸	Hyola401	۱۰/۰۲	۱۴/۵۵	-۲/۹۷	-۴/۵۳	-۰/۴۵	۱۲/۲۹	۱۲/۰۷	۲/۲۸	۱۱/۸۷
۱۹	Okapi	۷/۸۵	۸/۳۲	-۰/۳۹	-۰/۴۷	-۰/۰۶	۸/۰۹	۸/۰۸	۱/۰۲	۸/۰۸
۲۰	Hopper	۸/۳۰	۷/۱۰	۰/۹۵	۱/۲۰	۰/۱۴	۷/۷۰	۷/۶۸	۰/۹۲	۷/۶۵
۲۱	KN2	۶/۶۸	۳/۸۰	۲/۸۳	۲/۸۸	۰/۴۳	۵/۲۴	۵/۰۴	۰/۴۰	۴/۸۴
۲۲	Hysin	۰/۵۵	۰/۸۸	-۳/۹۴	-۰/۳۳	-۰/۶۰	۰/۷۲	۰/۷۰	۰/۰۱	۰/۶۸
۲۳	Boomrang	۶/۶۵	۵/۸۵	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۱۲	۶/۲۵	۶/۲۴	۰/۶۱	۶/۲۲
۲۴	SYN	۱۴/۸۳	۸/۳۸	۲/۸۵	۶/۴۵	۰/۴۳	۱۱/۶۱	۱۱/۱۵	۱/۹۴	۱۰/۷۱
۲۵	GoldRush	۱۱/۷۵	۹/۹۲	۱/۰۲	۱/۸۳	۰/۱۶	۱۰/۸۴	۱۰/۸۰	۱/۸۲	۱۰/۷۶
۲۶	Aviso	۸/۰۳	۶/۷۵	۱/۰۵	۱/۲۸	۰/۱۶	۷/۳۹	۷/۳۶	۰/۸۵	۷/۳۳

ادامه جدول ۱- مقایسه میانگین ارقام مورد آزمایش در سال اول بر اساس آزمون آگمنت

۶/۲۴	۰/۶۸	۶/۶۰	۶/۹۹	۰/۴۹	۴/۵۷	۳/۲۴	۴/۷۰	۹/۲۷	Consul	۲۷
۶/۸۱	۰/۷۳	۶/۸۲	۶/۸۴	-۰/۱۴	-۰/۹۲	-۰/۹۵	۷/۳۰	۶/۳۸	Cheyene	۲۸
۲/۴۵	۰/۱۱	۲/۶۵	۲/۸۷	۰/۵۵	۲/۱۷	۳/۶۱	۱/۷۸	۳/۹۵	Wotan	۲۹
۱/۰۳	۰/۱۰	۲/۵۹	۶/۴۶	۰/۹۶	۱۱/۸۴	۶/۲۸	۰/۵۴	۱۲/۳۸	BP	۳۰
۵/۸۳	۰/۵۷	۶/۰۳	۶/۲۴	۰/۴۱	۳/۱۷	۲/۶۶	۴/۶۵	۷/۸۲	PAUC	۳۱
۰/۵۶	۰/۰۱	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۲۸	۰/۱۹	۱/۸۶	۰/۴۸	۰/۶۷	NK1	۳۲
۱۱/۷۲	۲/۴۲	۱۲/۴۵	۱۳/۲۵	۰/۵۰	۸/۹۰	۳/۳۱	۸/۷۷	۱۷/۶۷	Rimbow	۳۳
۶/۸۲	۰/۷۶	۶/۹۶	۷/۱۱	۰/۳۳	۲/۸۵	۲/۱۹	۷/۶۸	۸/۵۳	VDH8001	۳۴
۱۵۲/۰۳	۲/۴۱	۱۲/۴۲	۱۲/۸۳	۰/۴۰	۶/۴۰	۲/۶۲	۹/۶۳	۱۶/۰۳	Talent	۳۵
۶/۲۵	۰/۶۲	۶/۳۰	۶/۳۵	۰/۲۲	۱/۵۵	۱/۴۳	۵/۵۷	۷/۱۲	Licord	۳۶
۰/۲۸	۰/۰۱	۰/۵۴	۱/۰۷	۰/۹۲	۱/۸۳	۶/۰۷	۰/۱۵	۱/۹۸	Echo	۳۷
۶/۴۶	۰/۷۱	۶/۷۲	۶/۹۹	۰/۴۳	۳/۸۳	۲/۸۲	۵/۰۷	۸/۹۰	Amber	۳۸
۵/۹۲	۰/۵۵	۵/۹۴	۵/۹۶	-۰/۱۷	-۰/۹۲	-۱/۱۰	۶/۴۲	۵/۵۰	Ceres	۳۹
۲/۲۸	۰/۰۸	۲/۳۱	۲/۳۴	۰/۲۹	۰/۷۸	۱/۸۸	۱/۹۵	۲/۷۳	Valesca	۴۰
۶/۷۲	۰/۷۲	۶/۸۰	۶/۸۹	-۰/۳۷	-۲/۱۳	-۲/۴۰	۷/۹۵	۵/۸۲	NK6	۴۱
۰/۸۱	۰/۰۵	۱/۸۳	۴/۰۹	۰/۹۴	۷/۳۲	۶/۲۰	۰/۴۳	۷/۷۵	Parkland	۴۲
۸/۲۵	۱/۱۰	۸/۴۰	۸/۵۵	۰/۳۲	۳/۲۰	۲/۰۷	۶/۹۵	۱۰/۱۵	Olpera	۴۳
۳/۶۳	۰/۲۲	۳/۷۷	۳/۹۲	۰/۴۳	۲/۱۳	۲/۸۱	۲/۸۵	۴/۹۸	Option501	۴۴
۱۳/۲۶	۳/۱۴	۱۴/۱۷	۱۵/۱۵	۰/۵۲	۱۰/۷۰	۳/۴۳	۹/۸۰	۲۰/۵۰	Sarigol	۴۵
۲/۶۹	۰/۲۲	۳/۷۴	۵/۲۰	-۴/۵۳	-۷/۲۱	-۲۹/۷۷	۸/۸۰	۱/۵۹	Hotshot	۴۶
۴/۹۲	۰/۳۸	۴/۹۲	۴/۹۳	-۰/۰۲	-۰/۰۹	-۰/۱۲	۴/۹۷	۴/۸۸	Modena	۴۷
۱۰/۴۲	۱/۸۵	۱۰/۸۹	۱۱/۳۹	۰/۴۵	۶/۶۳	۲/۹۶	۸/۰۷	۱۴/۷۰	RGS003	۴۸
۴/۹۹	۰/۳۹	۵/۰۱	۵/۰۴	۰/۱۸	۰/۹۷	۱/۱۵	۴/۵۵	۵/۵۲	Akamar	۴۹
۰/۳۱	۰/۰۱	۰/۳۲	۰/۳۴	۰/۴۵	۰/۲۰	۲/۹۸	۰/۲۴	۰/۴۴	SWC	۵۰
۰/۵۴	۰/۰۱	۰/۶۴	۰/۷۶	۰/۷۰	۰/۸۲	۴/۶۰	۰/۳۵	۱/۱۷	Landrace	۵۱
۴/۹۹	۰/۳۹	۵/۰۳	۵/۰۷	-۰/۲۹	-۱/۲۷	-۱/۸۸	۵/۷۰	۴/۴۳	NK3	۵۱
۱۱/۸۵	۲/۲۱	۱۱/۹۰	۱۱/۹۵	۰/۱۶	۲/۱۴	۱/۰۸	۱۰/۸۸	۱۳/۰۲	Elite	۵۳
۸/۹۲	۱/۳۳	۹/۲۲	۹/۵۳	-۰/۶۸	-۴/۸۱	-۴/۴۳	۱۱/۹۳	۷/۱۲	Alice	۵۴
۸/۰۶	۱/۰۴	۸/۱۴	۸/۲۳	-۰/۳۴	-۲/۴۰	-۲/۲۴	۹/۴۳	۷/۰۳	SLM046	۵۵
۵/۱۰	۰/۴۷	۵/۵۰	۵/۹۲	-۱/۱۸	۴/۴۰	-۷/۷۶	۸/۱۲	۳/۷۲	Rusmus	۵۶
۱۲/۸۹	۲/۷۳	۱۳/۲۰	۱۳/۵۳	۰/۳۶	۵/۸۵	۲/۳۳	۱۰/۶۰	۱۶/۴۵	Mozart	۵۷
۵/۶۴	۰/۵۱	۵/۷۴	۵/۸۴	-۰/۴۶	-۲/۱۸	-۳/۰۱	۶/۹۳	۴/۷۵	Olga	۵۸
۸/۸۰	۰/۴۶	۸/۹۹	۹/۵۰	۹/۵۰	۰/۳۱	۱۲/۴۹	۱۵/۳۸	۲۰/۱۰	$\bar{S}_d$	
۱۸/۷۵	۰/۹۸	۱۹/۱۵	۲۰/۲۵	۲۰/۲۵	۰/۶۷	۲۶/۶۲	۳۲/۷۷	۴۲/۸۴	LSD <sub>5%</sub>	

هستند و انتخاب بر اساس این شاخص‌ها عملکرد را در محیط‌های دارای تنش افزایش می‌دهد (Malekshahi et al., 2009; Abolhasani & Saeidi, 2006)

واجد و فاقد تنش باشند، می‌توانند به عنوان برترین شاخص‌ها معرفی شوند. زیرا این شاخص‌ها قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط

وجود و عدم وجود تنش شوری مشاهده شد. اما شاخص HM به دلیل داشتن همبستگی بیشتر با عملکرد در شرایط تنش شوری ( $Y_s$ ) به عنوان مینا قرار گرفت (جدول ۲).

راستا ضرایب همبستگی بین شاخص‌ها با عملکرد دانه تولیدی در هر دو محیط دارای تنش و فاقد تنش شوری محاسبه گردید. بین شاخص‌های  $Y_r$ , STI, GMP, MP و HM همبستگی معنی‌داری با عملکرد در هر دو شرایط

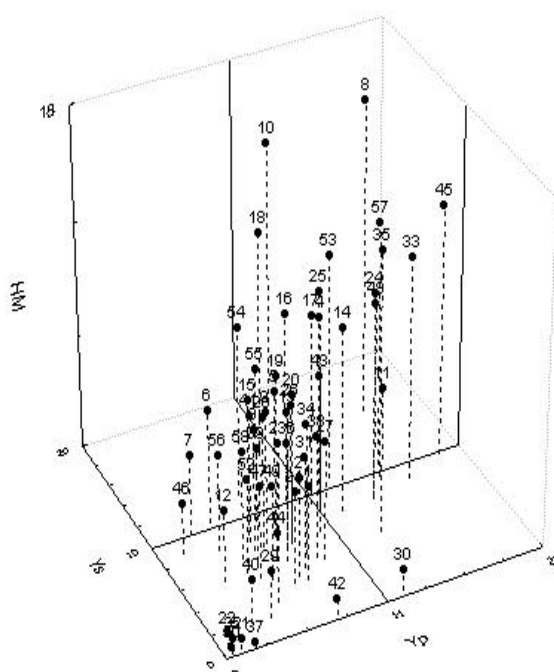
جدول ۲- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل با عملکرد در شرایط عدم وجود ( $Y_p$ ) و وجود تنش ( $Y_s$ ) شوری<sup>۱</sup>.

$Y_r$	HM	GMP	MP	STI	TOL	SSI	$Y_s$	
۰/۷۶**	۰/۸۷**	۰/۸۸**	۰/۹۲**	۰/۸۶**	۰/۵۶*	-۰/۰۹	۰/۷۵**	$Y_p$
-۰/۵۸*	۰/۹۵**	۰/۹۲**	۰/۹۰**	۰/۸۹**	۰/۰۲	-۰/۶۲**		$Y_s$

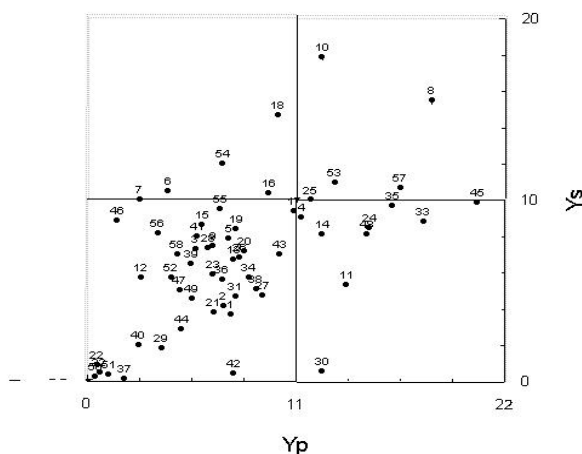
۱: \* و \*\* به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

می‌باشند. اما به دلیل بدون تکرار بودن آزمون آگمنت و بالا بودن احتمال خطای آزمایش، بنابراین ژنوتیپ‌های موجود در نواحی دیگر که در مجاورت ناحیه A هستند و یا دارای عملکرد تنش ( $Y_s$ ) بالایی هستند، نیز انتخاب شدند. این شماره‌ها عبارتند از: ۴، ۷، ۱۴، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۴، ۳۵، ۴۴، ۴۵، ۴۸، ۵۵ و ۵۷. نام و گونه این ژنوتیپ‌ها در جدول ۳ مشخص شده است.

نمودارهای سه و دو بعدی (بر اساس  $Y_p$ ,  $Y_s$  و شاخص HM) رسم گردید. بر این اساس ژنوتیپ‌های مورد آزمون بر مبنای توانایی تولید خود در نواحی چهار گانه بوجود آمده توزیع گردیدند (شکل ۱ و ۲). بررسی این شکل نشان داد که ژنوتیپ‌های ۸، ۱۰، ۲۵، ۳۳ و ۵۷ در ناحیه A قرار گرفتند. یعنی دارای عملکرد بالا در هر دو محیط و متحمل به شوری



شکل ۱- توزیع سه بعدی ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس عملکرد در شرایط وجود ( $Y_s$ ) و عدم وجود ( $Y_p$ ) تنش شوری و شاخص HM.



شکل ۲- توزیع دو بعدی ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس عملکرد شرایط وجود (Ys) و عدم وجود (Yp) تنش شوری و شاخص HM.

(Yp) و شاخص‌های کمی تحمل به روش LSD در سطح ۵ درصد در گونه‌ها و ارقام مختلف کلزا در سال دوم، پس از برداشت عملکرد دانه، مجدداً شاخص‌های تحمل محاسبه گردید. نتیجه تجزیه واریانس آن‌ها بیانگر اختلاف بسیار معنی‌دار ارقام بر اساس شاخص‌های تحمل می‌باشد (جدول ۴).

اگر میانگین ارقام در هر شاخص را به عنوان یک معیار کلی انتخاب در نظر گرفته و ارقام برتر را مشخص نماییم، جدول ۵ شکل خواهد گرفت. به طور کلی، ژنوتیپ‌هایی که دارای مقادیر پایین شاخص‌های TOL، SSI و Yr هستند، به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناخته می‌شوند. در نتیجه از نظر این سه شاخص، به ترتیب رتبه برتر، شماره‌های ۴، ۵، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۸ دارای کمترین حساسیت به تنش شوری هستند (جدول ۵). ولی اغلب ژنوتیپ‌های مطلوب از نظر این سه شاخص، قابلیت تولید کمتری از میانگین ارقام مورد آزمایش در شرایط بدون تنش دارند.

همچنین آن‌ها بر اساس سایر شاخص‌های تحمل نیز جزء ژنوتیپ‌های برتر محسوب نمی‌شوند (جدول ۳). شاخص TOL قادر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی است که بر اثر تنش، دچار کاهش تولید شده باشند. در نتیجه این ژنوتیپ‌ها دارای پتانسیل تولید پائینی خواهند بود.

بر همین مبنا Fernandez (1992) بیان کرد که از این شاخص برای شناسایی ارقام پر محصول‌گزینه شده بر مبنای سایر شاخص‌ها می‌توان استفاده نمود.

نتیجه تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر تولید بیومس در شرایط بدون تنش و تنش اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها وجود داشته و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای پتانسیل تولید متفاوتی هستند (جدول ۲). همان‌طور که در جدول ۳ مشخص شده، ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۱۰، ۱۱، ۶ و ۱۷ در شرایط بدون تنش و شماره‌های ۵، ۱۳، ۶، ۱۷ و ۱۴ توانایی تولید بالایی در شرایط وجود تنش برخوردار بوده و ارقام در هر محیط فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند. توجه به شماره‌های مشترک دو محیط نشان می‌دهد که ۶۰ درصد همپوشانی وجود دارد. در صورتی که به ژنوتیپ‌های مشترک با تولید عملکرد بیش از میانگین کل ارقام توجه شود (جدول ۵)، این همپوشانی به ۸۰ درصد خواهد رسید. بنابراین پتانسیل تولید رقم در شرایط بدون تنش می‌تواند یک معیار ساده برای انتخاب ارقام توانایی تولید مطلوب در شرایط وجود تنش باشد. به طور مشابه، همین وضعیت در مورد ارقام کم تولید وجود داشته و از ۶ رقم کم تولید فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در هر محیط (به ترتیب از کم به زیاد شماره ۱، ۷، ۹، ۱۶، ۴ و ۳ در عدم تنش و ۷، ۳، ۱، ۱۹، ۱۶ و ۹ در وجود تنش)، ۵ رقم مشترک می‌باشد که این امر نتیجه قبل را تایید می‌کند (جدول ۴). از وجود همبستگی قوی و معنی‌دار بین این دو نیز این مطلب استنتاج می‌گردد (جدول ۶). جدول ۳: مقایسه میانگین عملکرد در شرایط عدم تنش شوری (Ys) و عدم تنش

جدول ۳- ارقام انتخاب شده از آزمون سال اول برای کاشت در سال دوم.

شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	گونه	شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	گونه
۴	CVRoby	<i>B. rapa</i>	۱۷	Optn500	<i>B. napus</i>
۱۶	CVStar	<i>B. napus</i>	۴۴	Optn501	<i>B. napus</i>
۵۳	Elite	<i>B. napus</i>	۴۸	RGS003	<i>B. napus</i>
۲۵	GoldRush	<i>B. rapa</i>	۳۳	Rimbow	<i>B. napus</i>
۱۸	Hyola401	<i>B. napus</i>	۴۵	Sarigol	<i>B. napus</i>
۸	Hyola420	<i>B. napus</i>	۵۵	SLM046	<i>B. napus</i>
۷	Milena	<i>B. napus</i>	۲۴	SYN	<i>B. napus</i>
۵۷	Mozart	<i>B. napus</i>	۳۵	Talent	<i>B. napus</i>
۱۹	Okapi	<i>B. napus</i>	۱۰	Zarfam	<i>B. napus</i>
۱۴	Opera	<i>B. napus</i>			

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد در شرایط عدم تنش شوری (Ys) و عدم تنش (Yp) و شاخص های کمی تحمل به روش LSD در سطح ۵ درصد در گونه ها و ارقام مختلف کلزا

شماره رقم	نام رقم	نام گونه	Yp	Ys	SSI	TOL	Yr	STI	MP	GMP	HM
۱	CVRoby	<i>B. rapa</i>	۱۳۴/۷	۸۴/۳	۱/۵۶۶	۸۹/۵	۰/۶۰۵	۰/۱۹۷	۱۰۹/۷	۱۰۲/۳	۹۵/۷
۲	CVStar	<i>B. napus</i>	۲۴۲/۳	۱۱۲/۷	۱/۳۳۳	۸۸/۵	۰/۵۱۳	۰/۴۹۳	۱۷۷/۳	۱۶۳/۰	۱۵۰/۳
۳	Elite	<i>B. napus</i>	۱۸۶/۷	۸۲/۳	۱/۴۵۱	۱۰۵/۰	۰/۵۵۷	۰/۲۸۳	۱۳۴/۳	۱۲۳/۰	۱۱۳/۰
۴	GoldRush	<i>B. rapa</i>	۱۸۱/۰	۱۳۶/۷	-/۱۶۱۳	۲۲/۰	۰/۲۳۷	۰/۴۷۳	۱۵۹/۰	۱۵۷/۰	۱۵۴/۳
۵	Hyola401	<i>B. napus</i>	۳۳۶/۰	۲۱۴/۳	-/۱۵۰۷	۶۴/۵	۰/۳۳۷	۱/۲۸۷	۲۷۵/۰	۲۶۳/۳	۲۵۳/۰
۶	Hyola420	<i>B. napus</i>	۲۹۲/۳	۲۰۰/۵	-/۱۸۵۵	۱۰۳/۰	۰/۳۳۰	۱/۴۹۰	۲۷۰/۳	۲۸۴/۰	۲۶۱/۷
۷	Milena	<i>B. napus</i>	۱۵۴/۷	۷۲/۰	۱/۳۳۵	۸۲/۷	۰/۵۱۳	۰/۱۹۷	۳/۱۱۳	۱۰۴/۰	۹۶/۰
۸	Mozart	<i>B. rapa</i>	۲۶۸/۵	۱۲۹/۰	۱/۵۲۳	۱۵۷/۰	۰/۴۲۰	۰/۷۸۷	۲۰۶/۷	۱۹۹/۷	۱۹۳/۳
۹	Okapi	<i>B. napus</i>	۱۷۴/۷	۹۵/۷	۱/۱۶۸	۷۹/۰	۰/۴۵۰	۰/۳۱۷	۱۳۵/۳	۱۲۹/۰	۱۲۳/۷
۱۰	Opera	<i>B. napus</i>	۳۳۲/۰	۱۴۷/۰	۱/۴۴۵	۱۸۴/۳	۰/۵۶۰	۰/۹۰۰	۲۳۹/۷	۲۱۹/۰	۲۰۱/۰
۱۱	Optn500	<i>B. napus</i>	۳۰۸/۰	۱۵۹/۷	۱/۲۶۶	۱۴۸/۳	۰/۴۸۷	۰/۹۲۰	۰/۲۳۴	۲۲۰/۳	۲۰۸/۰
۱۲	Optn501	<i>B. napus</i>	۲۴۸/۳	۱۵۸/۵	۱/۰۲۶	۱۰۳/۰	۰/۳۹۵	۰/۸۸۷	۲۲۳/۷	۲۱۸/۳	۲۱۳/۳
۱۳	RGS003	<i>B. napus</i>	۲۴۰/۷	۱۹۵/۳	-/۱۶۸۷	۶۸/۵	۰/۲۶۵	۰/۸۶۰	۲۱۸/۳	۲۱۶/۰	۲۱۴/۳
۱۴	Rimbow	<i>B. napus</i>	۲۰۲/۳	۱۷۵/۷	-/۱۴۸۲	۴۲/۰	۰/۱۸۵	۰/۱۶۶۷	۱۸۸/۷	۱۸۸/۰	۱۸۷/۳
۱۵	Sarigol	<i>B. napus</i>	۲۴۷/۰	۱۳۴/۷	۱/۳۹۶	۱۲۲/۵	۰/۵۴۰	۰/۷۶۷	۲۱۸/۰	۲۰۰/۷	۱۸۵/۰
۱۶	SLM046	<i>B. napus</i>	۱۷۷/۳	۹۴/۷	۱/۲۱۷	۸۲/۷	۰/۴۷۰	۰/۳۱۳	۱۳۶/۰	۱۲۹/۷	۱۲۳/۳
۱۷	SYN	<i>B. napus</i>	۲۸۱/۳	۱۷۶/۷	-/۱۹۶۱	۱۰۴/۷	۰/۳۷۳	۰/۹۱۷	۲۲۹/۰	۲۲۲/۷	۲۱۶/۷
۱۸	Talent	<i>B. napus</i>	۱۹۷/۷	۱۱۴/۷	-/۱۵۴۳	۳۵/۵	۰/۲۱۰	۰/۴۰۰	۱۵۵/۷	۱۴۵/۳	۱۳۶/۳
۱۹	Zarfam	<i>B. napus</i>	۲۱۴/۰	۹۳/۳	۱/۴۸۲	۱۲۰/۷	۰/۵۷۳	۰/۳۸۳	۱۵۳/۷	۱۴۱/۰	۱۲۹/۷
		LSD 5%	۵۹/۸	۴۸/۵	۰/۵۴	۵۰/۴	۰/۲۲	۰/۳۴	۴۷/۷	۴۴/۶	۴۹/۹
		سطح معنی داری جدول F	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		ضریب تغییرات	۱۵/۲	۲۰/۹	۲۵/۵	۲۶/۳	۲۷/۸	۲۸/۹	۱۵/۳	۱۴/۹	۱۷/۶
		میانگین	۲۳۲/۶	۱۳۵/۷	۱/۰۹	۹۴/۸	۰/۴۲۰	۰/۱۶۶۴	۱۸۸/۳	۱۸۱/۰	۱۷۱/۴



جدول ۵- ژنوتیپ‌های معرفی شده توسط هر شاخص، با مقادیر بیش از میانگین آن شاخص\*

HM	GMP	MP	STI	Yr	TOL	SSI	Ys	Yp
۶	۶	۵	۶	۱۴	۴	۱۴	۵	۵
۵	۵	۶	۵	۱۸	۱۴	۵	۱۳	۱۰
۱۷	۱۷	۱۰	۱۱	۴	۱۸	۱۸	۶	۱۱
۱۳	۱۱	۱۱	۱۷	۱۳	۵	۴	۱۷	۶
۱۲	۱۰	۱۷	۱۰	۵	۱۳	۱۳	۱۴	۷
۱۱	۱۲	۱۲	۱۲	۶	۹	۶	۱۱	۸
۱۰	۱۳	۱۳	۱۳	۱۷	۱	۱۷	۱۲	۱۲
۸	۱۵	۱۵	۸	۸		۱۲	۱۰	۱۵
۱۴	۸	۸	۱۵				۸	۲
۱۵	۱۴	۱۴	۱۴				۴	۱۳

\*: رتبه بندی برای شاخص‌های SSI، TOL و Yr به معکوس و از کوچک به بزرگ (با توجه به ماهیت این شاخص‌ها) آورده شده است.

### رسم نمودار سه بعدی

ضرایب همبستگی بین شاخص‌ها با عملکرد دانه تولیدی در هر دو محیط دارای تنش و فاقد تنش شوری محاسبه گردید. در این محاسبه، به دلیل زیاد بودن داده‌ها وارده (۵۸ عدد برای هر صفت)، سبب بزرگ شدن ضرایب همبستگی و افزایش میزان معنی‌داری آن‌ها شد. اما در مجموع، بین شاخص‌های MP، GMP، STI و HM همبستگی بسیار معنی‌داری با عملکرد در هر دو شرایط وجود و عدم وجود تنش شوری مشاهده شد (جدول ۶). با توجه به جدول همبستگی سال اول آزمایش، نتیجه می‌شود که این شاخص‌ها، مناسب‌ترین شاخص‌هایی می‌باشند که می‌توانند برای تخمین پایداری و توانایی تولید بیومس و همچنین دستیابی به رقم‌هایی با قدرت تولید ماده خشک بالا در هر دو محیط شور و غیر شور مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به تایید و پیشنهاد این شاخص‌ها توسط اغلب منابع (Malekshahi et al., 2009) و (Eskandari et al., 2008)، STI، MP و GMP (Farshadfar et al., 2001)، Zahravi, Yousofi Azar and Rezaei, (2008) (2009) شاخص‌های STI، MP، GMP و HAM) در رابطه با تنش خشکی و مطالعه Shamseddin (2008) Saeid & Farahbakhsh، روی کلزا در شرایط تنش شوری (شاخص‌های STI، MP و GMP)، می‌توان این شاخص‌ها را به عنوان برترین

براساس شاخص‌های MP، GMP، STI و HM.

ژنوتیپ‌های ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۷ مقادیر بیش از میانگین این شاخص‌ها را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). این در حالی است که ژنوتیپ‌های ۸، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ بر اساس همه یا برخی از شاخص‌های SSI، TOL و Yr، حساس به شوری شناخته می‌شوند. با وجود چنین اختلاف‌هایی، باید ژنوتیپ‌هایی را انتخاب کرد که توسط تمام یا اغلب شاخص‌ها از نظر متحمل بودن مورد تایید قرار گیرند.

مقایسه ژنوتیپ‌های برتر هر دو مجموعه نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های ۵، ۱۳ و ۱۴ توسط کلیه شاخص‌ها از نظر تحمل به شوری مورد تایید قرار گرفته و به عنوان ژنوتیپ‌های با تحمل بسیار متحمل شناخته می‌شوند (جدول ۵). همچنین تحمل به شوری شماره‌های ۶ و ۱۷ توسط ۶ شاخص و شماره‌های ۸ و ۱۲ توسط ۵ شاخص مقادیر بیش از میانگین جامعه را داشته و به عنوان ژنوتیپ‌های با تحمل به شوری خوب شناسایی می‌شوند.

اما شماره‌های ۱۴ و ۱۷ فاقد توانایی تولید عملکرد مناسب در شرایط عدم تنش می‌باشد. در مجموع با احتمال قوی می‌توان گفت شماره‌های ۵، ۱۳ و نیز شماره‌های ۶، ۸ و ۱۲ برای برنامه‌های ترویجی و تولید عملکرد در مناطق شور مناسب می‌باشند.

می‌باشد، در صورتی که شاخص‌های MP، GMP، STI برای تنش‌هایی با شدت بالا پیشنهاد می‌شوند.

شاخص‌های انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در تنش‌های مختلف معرفی کرد. Sio-Se Mardeh et al., (2006) نیز گزارش کردند که شاخص SSI برای اصلاح تحت تنش‌هایی با شدت کم مناسب

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین عملکرد در شرایط عدم وجود و وجود تنش شوری و شاخص‌های تحمل در سال دوم.

$Y_r$	HM	GMP	MP	STI	TOL	SSI	$Y_s$	
-۰/۰۴	۰/۸۷**	۰/۸۸**	۰/۹۴**	۰/۸۶**	۰/۵۶*	-۰/۰۹	۰/۷۶**	$Y_p$
-۰/۵۸**	۰/۹۵**	۰/۹۶**	۰/۹۰**	۰/۸۹**	۰/۰۲	-۰/۶۲**		$Y_s$
۰/۹۴**	-۰/۴۱	-۰/۳۶	-۰/۳۰	-۰/۳۴	۰/۷۲**			SSI
۰/۶۳**	۰/۲۵	۰/۳۰	-۰/۳۰	۰/۲۹				TOL
-۰/۳۰	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۹۷**					STI
-۰/۲۵	۰/۹۸**	۰/۹۸**						MP
-۰/۳۲	۰/۹۹**							GMP
-۰/۳۹								HM

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

مطرح باشد. ناحیه D اختصاص به ژنوتیپ‌های فاقد تولید مناسب در هر دو شرایط بوده ولی پایداری تولید بالایی دارند. با این حال از نظر برنامه‌های اصلاحی جهت تحمل به شوری، فاقد ارزش می‌باشند. در این ناحیه شماره‌های ۱، ۳، ۴، ۷، ۹، ۱۶، ۱۸ و ۱۹ واقع شدند. استفاده از نمونه‌دارهای سه بعدی برای تشخیص ژنوتیپ‌های ناحیه A از سایر نواحی، توسط محققین دیگر (۱، ۴، ۷، ۸، ۱۰، ۱۶ و ۱۷) نیز انجام گرفته است. اما جهت تصمیم‌گیری مناسب‌تر، از نرم افزار STATGRAPHICS و تفسیر نمودارهای به دست آمده از آن استفاده گردید.

#### تجزیه به مؤلفه‌های اصلی:

برای نشان دادن روابط بین ژنوتیپ‌ها و شاخص‌های تحمل به شوری در یک نمودار واحد از روش بای‌پلات استفاده می‌شود، زیرا این روش امکان مطالعه روابط بین بیش از سه متغیر را می‌دهد. بدین منظور ماتریس مورد نظر از داده‌های مربوط به نه شاخص و ۱۹ رقم کلزای مورد مطالعه تشکیل شد. از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، ۹ مؤلفه به دست آمد که، ۹۶ درصد از تغییرات بین داده‌ها توسط دو مؤلفه اول بیان می‌شود. ذکر این

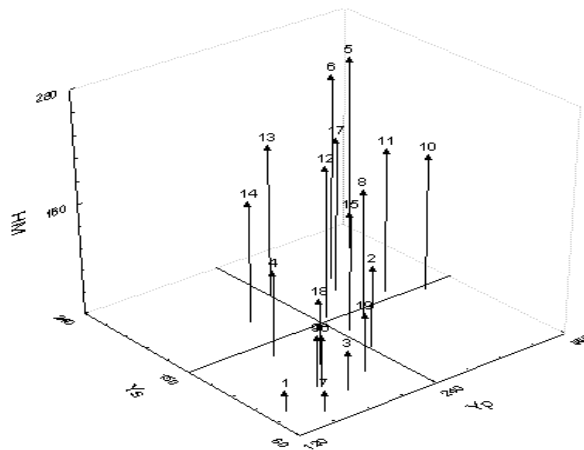
به دلیل همبستگی بالای بین شاخص‌های MP، GMP، STI و HM و تشابه نتایج، تنها نمودارهای سه و دو بعدی (بر اساس  $Y_p$ ،  $Y_s$  و شاخص HM) (با توجه به داشتن همبستگی بیشتر با عملکرد در شرایط تنش) ارائه گردید. بر این اساس ژنوتیپ‌های مورد آزمون بر مبنای توانایی تولید خود در نواحی چهار گانه بوجود آمده توزیع گردیدند (شکل ۳ و ۴).

بررسی این شکل نشان داد که ژنوتیپ‌های ۵، ۶، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۷ در ناحیه A قرار گرفتند. یعنی دارای عملکرد بالا در هر دو محیط و متحمل به شوری می‌باشند. ژنوتیپ‌های ۲، ۸، ۱۰ و ۱۵ در ناحیه B قرار گرفتند. این گروه دارای توانایی تولید بالا در صورت عدم وجود عامل محدود کننده شوری بوده و برای این مناطق قابل توصیه می‌باشد.

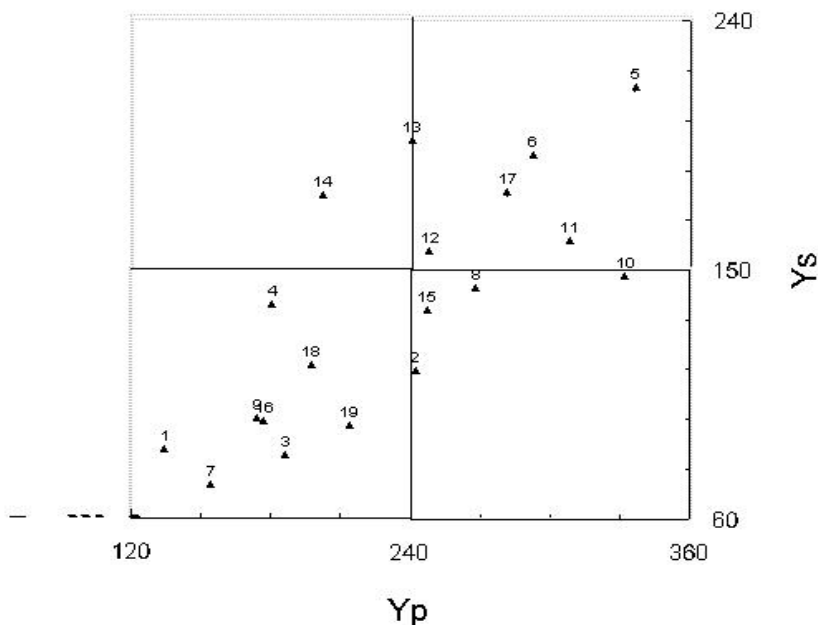
ژنوتیپ‌های واقع در ناحیه C از سازگاری خوبی با شرایط تنش شوری برخوردار می‌باشند و در این شرایط، عملکرد قابل قبولی تولید می‌کنند. اما در صورت نبود تنش شوری، توانایی تولید کمی داشته و مطلوب نمی‌باشند. از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تنها شماره ۱۴ واقع شد که می‌تواند به عنوان ژنوتیپ جایگزین

اول صورت گرفت. در نمودار همبستگی بین شاخص‌های ارزیابی (شکل ۵)، کسینوس زاویه بین دو شاخص، نمایانگر ارتباط و همبستگی بین آن دو است (Dehghani et al., 2008). به طوری که اگر زاویه بین دو شاخص صفر باشد، کسینوس زاویه برابر یک شده و همبستگی کامل و مثبت بین دو آن‌ها وجود خواهد داشت.

نکته ضروری است که صحت نتایج حاصل از نمودار بای پلات به میزان توجه تغییرات مشاهده شده توسط دو مولفه اصلی اول وابسته بوده و هر چه درصد این توجه بیشتر باشد، تطابق نتایج حاصل از آن با مقادیر واقعی بیشتر خواهد بود. در این مطالعه نیز درصد بالایی از تغییرات مشاهده شده توسط دو مولفه اصلی اول توجه می‌شود، بنابراین می‌توان انتظار مطلوبی از نتایج این بررسی داشت. ترسیم بای پلات براساس دو مؤلفه اصلی



شکل ۳- توزیع سه بعدی ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس عملکرد در شرایط وجود (Ys) و عدم وجود (Yp) تنش شوری و شاخص HM.



شکل ۴- توزیع دو بعدی ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس عملکرد در شرایط وجود (Ys) و عدم وجود (Yp) تنش شوری و شاخص HM.

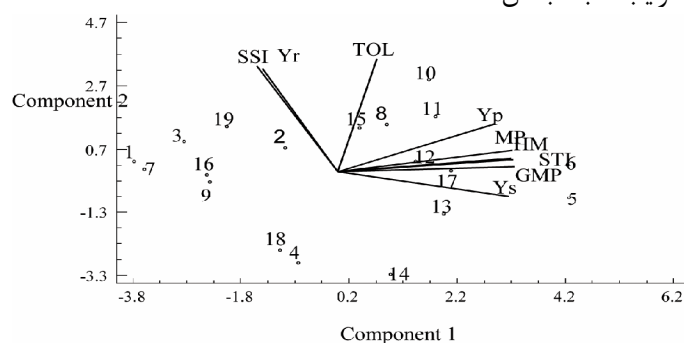
STI و HM و نیز بین SSI و Yr است که حاکی از همبستگی قوی و مثبت آن‌هاست. اما بین این دو گروه شاخص، همبستگی منفی وجود دارد.

هر چه زاویه از صفر بیشتر شود میزان همبستگی مثبت کاهش می‌یابد. با توجه به نمودار، بیشترین زاویه حاده بین شاخص‌های GMP، MP،

جدول ۷- سهم هر یک از دو مؤلفه اول در کل تغییرات مربوط به شاخص‌ها و مقادیر ضرایب شاخص‌ها برای هر مؤلفه

مؤلفه	Yp	Ys	SSI	TOL	STI	MP	GMP	HM	Yr	سهم هر مؤلفه
PC1	۰/۳۵	۰/۳۹	-۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	-۰/۱۷	۰/۶۷
PC2	۰/۲۴	-۰/۱۲	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۵۳	۰/۲۹

اختصاص یافت. اما با شاخص‌های Ys, STI, GMP و HM رابطه خاصی نشان داد (جدول ۷). بنابراین مؤلفه مذکور را می‌توان مؤلفه حساسیت به تنش نامید که انتخاب براساس مقادیر زیاد آن، موجب گزینش ژنوتیپ‌های حساس‌تر به تنش و پایداری عملکرد پائین می‌شود. بر این اساس، آن دسته از ژنوتیپ‌هایی که در محدوده مقابل شاخص‌های SSI, TOL و Yr قرار می‌گیرند، از آنجائی که دارای مقادیر عکس و یا کم شاخص‌های مذکور می‌باشند، به عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب معرفی می‌شوند. در مجموع، ژنوتیپ‌های مطلوب آن‌هایی هستند که در سمت راست و پائین نمودار قرار دارند که عبارتند از شماره‌های ۵، ۶، ۱۲، ۱۳ و ۱۷ (شکل ۳). همچنین بر اساس این نمودار می‌توان ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۳، ۷، ۹، ۱۶ و ۱۹ را به عنوان حساس‌ترین آن‌ها معرفی نمود.



شکل ۵. نمودار بای‌پلات در نه شاخص برای ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس مؤلفه‌های اصلی اول و دوم.

ژنوتیپ‌های شماره ۵ و ۶ یک گروه شدند که به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته می‌شوند. ژنوتیپ‌های ۱، ۳، ۷، ۹، ۱۶ و ۱۹ حساس‌ترین و گروه سوم که شامل شماره‌های ۴، ۱۴ و ۱۸ بود، نیمه حساس به شوری بودند. در گروه دیگر، ژنوتیپ‌های با قدرت تولید متوسط و نیمه متحمل به شوری بوده، قرار گرفتند که مشتمل

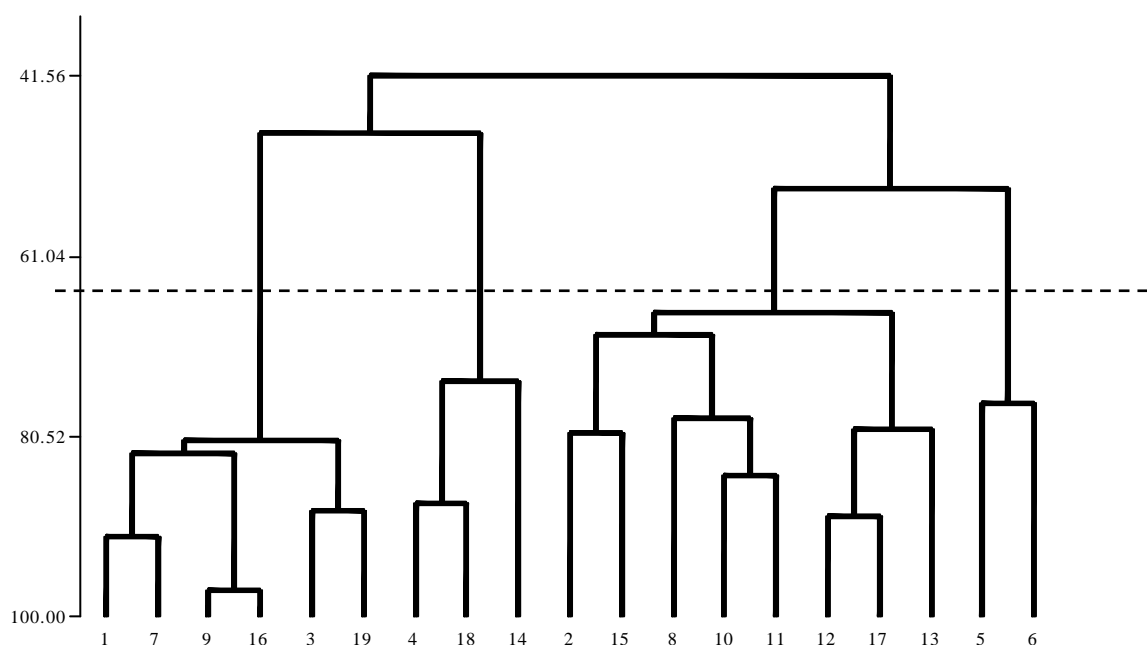
همان طور که گفته شد، ۹۶ درصد تغییرات مورد نظر بین داده‌ها توسط دو مؤلفه‌ی اول بیان می‌شود که سهم مؤلفه اول در بیان تغییرات کل شاخص‌ها برابر با ۶۷ درصد بود (جدول ۷). در مؤلفه اول، شاخص‌های Yp, Ys, STI, MP, GMP و HM بیشترین ضرایب را به خود اختصاص دادند و این مؤلفه به عنوان مؤلفه پتانسیل تولید معرفی می‌گردد. بنابراین انتخاب براساس این مؤلفه، ژنوتیپ‌هایی را گزینش می‌کند که توانایی تولید بالایی در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش شوری داشته و باید دامنه مثبت این مؤلفه در نظر گرفته شود. از آنجایی که سهم توجیه تغییرات آن نیز زیاد است، این مؤلفه اهمیت بیشتری در گزینش رقم دارد. مؤلفه دوم ۲۹ درصد تغییرات کل شاخص‌ها را بیان نمود. در این مؤلفه، شاخص‌های SSI, TOL و Yr نقش بیشتری داشتند و بیشترین ضرایب مثبت به آن‌ها

#### گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها به روش تجزیه کلاستر

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر مبنای کلیه شاخص‌های تحمل (با معکوس کردن شاخص‌های SSI, TOL و Yr) با استفاده از تجزیه کلاستر و روش UPGMA استفاده شد. دندروگرام مربوطه در شکل ۶ نشان داده شده است. بر این اساس ژنوتیپ‌ها در ۵ گروه دسته بندی می‌شوند.

و یا در شرایط شدت تنش شوری کمتر استفاده کرد. این گروه‌بندی تا حدود زیادی با نتیجه حاصل از تجزیه بای‌پلات شاخص‌ها و مقایسه میانگین آن‌ها مطابقت دارد.

بر شماره‌های ۲، ۸، ۱۰، ۱۱ و ۱۵ بودند، در گروه پنجم، ژنوتیپ‌های متحمل به تنش شوری قرار گرفتند که عبارت بودن از شماره‌های ۱۲، ۱۳ و ۱۷ قرار گرفتند. از این ژنوتیپ‌ها می‌توان به عنوان جایگزین ارقام متحمل



شکل ۶- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس شاخص‌های تحمل.

### نتیجه گیری

از گونه *B. napus* هستند که هم برای کاشت و هم برای برنامه‌های اصلاحی قابل توصیه می‌باشند. رقم شماره ۱۷ (SYN) توسط سه روش به عنوان متحمل به شوری شناسایی شد. در نتیجه این رقم به همراه ارقام متحمل Option501 و RGS003 (به ترتیب با شماره‌های ۱۲ و ۱۳) از گونه *B. napus* برای استفاده در برنامه‌های ترویجی مناسب می‌باشند. Milena, Elite, CVRoby, Zarfam و SLM046, Okapi (به ترتیب با شماره‌های ۱، ۳، ۷، ۹، ۱۶ و ۱۹) حساس به شوری محسوب می‌شوند. نکته جالب در این رابطه، حساسیت بیشتر گونه *B. rapa* نسبت به گونه *B. napus* می‌باشد که این امر می‌تواند به دلیل ماهیت آمفی دیپلوئید بودن گونه *B. napus* باشد که با دارا بودن دستجات کروموزومی بیشتر، حاوی ژن‌های تحمل به شوری بیشتری نیز باشد.

مقایسه ۴ روش بکار رفته برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر نشان داد که روش تجزیه کلاستر و بای‌پلات کاملاً با یکدیگر مطابقت دارند. روش پراکنش سه بعدی و انتخاب بر اساس تایید شاخص‌های تحمل نیز از دقت مطلوبی برخوردار می‌باشند. بنابراین در صورت عدم دسترسی به نرم افزارهای خاص، می‌توان با استفاده از سایر روش‌های استفاده شده در این مطالعه، به نتایج قابل قبولی برای انتخاب ارقام متحمل به تنش‌های محیطی رسید. با توجه به دقت و راحتی، استفاده از روش تجزیه کلاستر با توجه به میانگین‌ها توصیه می‌شود.

به طور کلی، با توجه به روش‌های تحلیل نتایج ارائه شده و مقایسه میانگین صورت گرفته می‌توان گفت که ارقام Hyola401 و Hyola420 (به ترتیب با شماره‌های ۵ و ۶) به عنوان ارقام متحمل به شوری و پر تولید کلزا

## REFERENCES

1. Abolhasani, Kh. & Saeidi, G. (2006). Evaluation of drought tolerance of safflower lines based on tolerance and sensitivity indices to water stress. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 10(3), 407-418. (In Farsi)
2. Afiumi, D., Marjovvi, A. & Rezaei, M. (2006). Response of six bread wheat cultivars to saline irrigation. *Asian Journal of Plant Sciences*. 5(6), 1057-1060
3. Azizi Chakhrechaman, S., Mostafaei, H., Imanparast L. & Eivazi, M. R. (2009). Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil region, *Iranian Journal of Food and Agricultural Environment*. 7(2), 283- 288.
4. Bansal, K. C. & Sinha, S. K. (1991). Assessment of drought resistance of 20 accessions of *Triticum aestivum* and related species. I. Total dry matter and grain yield stability, *Euphytica*. 56, 7- 14.
5. Clark, J. M., Depauw, R. M. & Ownley-Smith, T. F. (1992). Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat, *Crop Science*. 32, 723- 728.
6. Dehghani H., Omidiand, H. & Sabaghnia, N. (2008). Graphic analysis of trait relations fo Rapeseed using the biplot method, *Agronomy Journal*. 100(5), 1443- 1449.
7. Eskandary Torbaghan, M., Astarai, A. R., Eskandary Torbaghan, B., Tajgardan, T. & Eskandary Torbaghan, M. (2008). Evaluation of methods for quantification of Cl/SO4 ratios irrigation water and municipal refuse compost in soil tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.). : Application in Industry and Education. In proceeding of *International conference on science and technology*, pp. 666- 674.
8. Farshadfar, F., Zamani, M., Motallebi, M. & Imamjomeh, A. (2001). Selection for drought resistance in chickpea lines. *Iranian Journal of Agricultural Science*. 32(1), 65-77. (In Farsi)
9. Fernandez, G. C. J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp. 225-270. In: C. G. Kuo. (Eds), *Adaptation of Food Crops to Temperature and Water-Stress*. AVRDC, Shanhai, Taiwan.
10. Fischer, R. A. & Mourer, R. (1987). Drought resistant in spring wheat cultivar. I. Grain responses. *Australian Journal of Agricultural Resource*. 29, 895-897.
11. Golestani Araghi, S. & Assad M. T. (1998). Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. *Euphytica*. 103(2), 293-299.
12. Goudarzi, M. & Pakniyat, H. (2008). Evaluation of wheat cultivars under salinity stress based on some agronomic and physiological traits. *Journal of Agricultural Society and Science*. 45(1), 35- 38.
13. Hatami, D. (2006). *Assessment effect of NaCl salinity on physiological traits of Canola cultivars at reproductive stage*. M. Sc. Dissertation, Tehran university, Iran. (In Farsi)
14. Khajehpour, M. R. (2004). *Industrial crops*. Jahad Daneshgahi Isfahan University Press. (In Farsi)
15. Malekshahi H., Malekshahi, F. & Alizadeh, B. (2009). A study of drought tolerance indices in canolan (*Brassica napus* L.) genotypes. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 48(1), 77-89. (In Farsi)
16. Mass, E.V. & Hoffman, G. J. (1977). *Crop salt tolerance-current assessment*. *J. Irrig. Drainage Div. Asce*. 103,115-134.
17. Mirmohammady Meibody, S. A. M. & Ghareyazie, B. (2002). *Physiological aspects & breeding for salinity stress in plants*. Isfahan university press. (In Farsi)
18. Munns, R. & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annals Review Plant Biology*. 59, 651-681.
19. Ramirez, V. P. & Kelly, J. D. (1998). Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*. 99, 127-136.
20. Rosille, A. A. & Hambilin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 21(1), 43-46.
21. Saba, J., Moghaddam, M., ghassemi, K. & Nishabouri, R. (2001). Genetic properties of drought resistance indices. *Journal Agriculture Science Technology*. 3(1), 43- 49.
22. Sabouri, H., Rezai, A. M. & Moumeni, A. (2008). Evaluation of salt tolerance in iranian landrace and improved rice cultivares. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 45(1), 47-63. (In Farsi)
23. Shannon, M.C. (1997). Adaptation of plants to salinity. *Advance in Agronomy*. 60, 75-120.
24. Shamseddin Saeid, M. & Farahbakhsh, H. (2008). Investigation of quantitative & qualitative parameters of canola under salty condition for determining the best tolerance index. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 43(1), 65-78. (In Farsi)
25. Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., & Mohammadi, V. (2006). Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditioning. *Field Crop Research*. 98, 222-229.
26. Wang, W., Vinocur, B. & Alteman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: Toward genetic engineering for stress tolerance. *Planta*. 218, 1-14.

27. Yousofi Azar M. & Rezai, A. M. (2008). Assessment of drought tolerance in different breeding lines of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 11 (24), 113-121. (In Farsi)
28. Yazdi Samadi, B., Rezaei, A. M. & Valyzadeh, M. 1998. *Statistical designs in agricultural research*. Tehran University Publications. Pp. 764. (In Farsi)
29. Zahravi, M. (2009). Evaluation of genotypes of wild barley (*Hordeum spontaneum*) based on drought tolerance indices. *Seed and Plant Improvement Journal*. 25 (4), 533-549. (In Farsi)