دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی تحمل به شوری برخی از ژنوتیپ‌های کلزا (*Brassica Napus* L.) در شرایط نرمال و تنش شوری

ایراندخت منصوری[۱]، حمید نجفی زرینی[۲]، نادعلی بابائیان[۳] و علی پاکدین[۴]

۱ و ۳- دانشجوی دکتری و استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: najafi316@yahoo.com)
۴- استادیار، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری طبرستان

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۷
صفحه: ۲۳ تا ۳۶

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کنندهٔ رشد و تولید گیاهـان در سراسر دنیاست. شناسایی ارقام متحمل به شوری و بهبود تحمل گیاهان، یکی از راه‌های بهبود عملکرد است. به‌منظور ارزیابی تحمل به شوری برخی از ژنوتیپ‌های کلزا و تعیین روابط بین صفات زراعی و بیوشیمیایی کلزا و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط شوری، آزمایشی بصورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل: ۳۰ ژنوتیپ کلزا و شوری در دو سطح (صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) بود. ارتفاع بوته، تعداد شاخه در هر بوته، تعداد کپسول در بوته، طول کپسول، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، وزن خشک اندام هوایی گیاه، میزان گوگرد برگ و دانه، نسبت سدیم/پتاسیم، محتوای کلروفیل a و b، محتوای کارتنوئید، درصدروغن، درصد پروتئین، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و عملکرد دانه در هر بوته ارزیابی شدند. ژنوتیپ‌ها در هردو شرایط نرمال و تنش شوری از نظر کلیه صفات اختلاف معنی‌داری نشان دادند. اثر شوری و اثر متقابل ژنوتیپ و شوری نیز برای اکثر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد، ۳۰ ژنوتیپ را در هردو شرایط نرمال و تنش شوری در سه گروه مجزا دسته‌بندی نمود. نتایج مقایسه میانگین گروه‌ها نشان داد که در شرایط شوری ژنوتیپ‌های (۵،۲۷،۲۶،۲۸، ۲ و ۲٤)، کمترین و ژنوتیپ‌های (۲۱،۲۰،۱٦،۷،٦،۳،۲۲،۳۰و ۳۰) بیشترین میزان صفات، عملکرد، شاخص برداشت، طول کپسول، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه را نشان دادند. در نتیجه ژنوتیپ‌های گروه اول به‌عنوان حساس و ژنوتیپ‌های گروه دوم به‌عنوان متحمل معرفی می‌شوند. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها و رسم بای‌پلات ها نیز همخوانی نسبتاً زیادی با گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای داشت. از ژنوتیپ‌های متحمل برای پروژه‌های اصلاحی آتی می‌توان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات، تجزیه به عامل‌ها، تحمل به شوری، عملکرد، کلزا

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) از دانه‌های روغنی مهم دنیا بوده که بعد از سویا و نخل روغنی مقام سوم را در تامین روغن گیاهی و مقام پنجم را در تأمین پروتئین گیاهی در جهان به خود اختصاص داده است (۲۹). دانه‌های روغنی سومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. در ایران نیز کلزا در منطقه وسیعی از جمله مازندران و گلستان کشت می‌شود (۳۱). گیاهان عموما در طول دوره رشد خود تحت تاثیر تنش‌های مختلف محیطی قرار می‌گیرند که رشد وتولید آنها را محدود می‌کند (۲۶،۳۳). شوری از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که تولیدات گیاهان زراعی را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد و این موضوع در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک مانند ایران دارای اهمیت بیشتری است (۲۶،۲۵). ۲۰ تا ۲۷ درصد از اراضی تحت آبیاری جهان، در معرض خطر شوری قرار دارند. ایران با ۲۷ میلیون هکتار اراضی شور دارای رتبه نخست در آسیاست (۲۵). در بین گیاهان زراعی، کلزا به عنوان یک گیاه مقاوم به شوری شناخته شـده است (۳۱). در مورد آستانه تحمل به شوری کلزا به دلیل تنوع ژنتیکی ارقام و تفاوت شرایط آزمایش، نتـایج متفاوت و بعضاً متناقض گزارش شده است (۲۷،۲۸). نتایج قریب بـه اتفاق مطالعات شوری نشان می‌دهد که بالا بـودن غلظت نمک در محلول خاک، عملکـرد گیاهـان زراعی را بـه شدت کاهش مـی‌دهد (۳۲) تنش شوری در جنس *Brassica* همانند دیگر گیاهان، خصوصیت پیچیده‌ای محسوب می‌شود که به میزان زیادی تحت تأثیر شرایط کشت، شرایط آب و هوایی و عوامل بیولوژیکی است. مطالعات متعددی به‌منظور بررسی پتانسیل تحمل به تنش شوری در ارقام و لاین‌های جنس براسیکا صورت پذیرفته است (۵). بای بوردی (۶) بـا بررسـی اثـر تـنش شوری بر چهار رقـم کلـزای پـاییزه بیـان کرد کـه افزایش شوری اثر منفی معنی‌داری بر عملکـرد دانـه، وزن هزاردانه، تعـداد دانـه درغـلاف، تعـدادغلاف در بوته، سطح برگ و ارتفاع بوته دارد. مهم‌ترین هدف در اصلاح ارقام کلزا، افزایش عملکرد دانه و روغن می‌باشد که این صـفات تحـت تـأثیر عوامـل ژنتیکـی، محیطی قرار می‌گیرند (۹). عملکرد دانه صفت کمی پیچیده‌ای است که از لحاظ ژنتیکی توسط تعداد زیادی ژن کنترل شده و شدیداً تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد (۴). به این دلیل، انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب بر اساس عملکرد ممکن است بازدهی بالایی نداشته باشد (۸). لذا شناسایی صفاتی که همبستگی بالایی با عملکرد دانه دارند و از وراثت پذیری بالایی برخوردارند (۲۴) و اندازه‌گیری آنها به راحتی و هزینه پایین صورت می‌گیرد، برای اصلاح‌گران حائز اهمیت است (۱۳). شهبازی (۳۱) گزارش کرده است که تحمل به شوری یک صفت کمی است که نه تنها در بین گونه‌های گیاهی متفاوت است بلکه شدیدا تحت تاثیر شرایط محیط رشد آن گیاه است (۷). از تنوع ژنتیکی بین و درون گونه‌ای می‌توان برای بهبود تحمل به شوری در گیاهان

زراعی استفاده کرد (۱۴،۴). در یک برنامه اصلاحی گروه‌بندی وقتی موثر است که چندین صفت بطور همزمان بر اساس فاصله ژنتیکی مورد بررسی قرار گیرند (۱۳). هدف از تجزیه خوشه‌ای در برنامه‌های به نژادی گیاهان مشخص نمودن رقم‌هایی است که با هم بیشترین فاصله را دارند (۲۲) تا با استفاده از آن‌ها در برنامه‌های تلاقی بتوان حداکثر تنوع ژنتیکی را ایجاد کرد (۲۰) هر چه فاصله ژنتیکی والدین از هم بیشتر باشد تنوع بیشتری در نتاج آن ها ایجاد می‌شود (۳۴،۳۵).

در یک آزمایش گروه بندی رقم‌های Option 500، Hyola 330، Hyola401، Option501، RGS003 و Sarigol کلزا بر اساس شاخص‌های مقاومت به شوری با استفاده از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که تحت شرایط شوری ۶ dS/m برش دندروگرام حاصل، ارقام مورد مطالعه کلزا را به دو خوشه تقسیم کرد، خوشه اول شامل رقم‌های Option 500، Hyola 330، Hyola401 و خوشه دوم شامل ارقام Option501 و RGS003 و Sarigol بود. تحت شرایط شوری برش دندروگرام حاصل ارقام مورد مطالعه کلزا را به سه خوشه تقسیم کرد، خوشه اول شامل رقم‌های ption 500، Hyola 330، Hyola401 خوشه دوم شامل ارقام Option 501، RGS003 و خوشه سوم شامل رقم Sarigol بود (۳۲).

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرتبط با مقاومت به شوری در دوازده رقم کلزای بهاره، از تجزیه خوشه ای با روش UPGMA برای گروه بندی ارقام از حیث کلیه صفات و برای تمامی سطوح شوری استفاده شد که منجر به تشکیل دو خوشه گردید، ارقام eros و Comet در اکثر صفات میانگین کمتری را نشان دادند که از آنها می توان به‌عنوان والدین حساس در تلاقی با ارقام متحمل مانند Craker و Amica جهت ترسیم نقشه ژنتیکی و مکان یابی صفات کمی درگیر در مقاومت به شوری استفاده کرد (۲۳).

هدف از این مطالعه ارزیابی روابط بین صفات و گروه‌بندی برخی از ژنوتیپ‌های کلزا درشرایط تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا و گروه‌بندی آنها در شرایط تنش شوری، آزمایشی به‌صورت گلدانی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال زراعی ۹۵-۹۴ بصورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل: ۳۰ ژنوتیپ کلزا وتنش شوری در دو سطح (صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) بود. ابعاد گلدان‌ها ۳۵×۴۵ سانتی‌مترمربع بود و هر گلدان با ۵ کیلوگرم خاک مزرعه پر شد. قبل از اعمال تیمارها برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش طبق جدول (۱) تعیین گردید. کاشت در نیمه اول آبان سال ۹۴ صورت گرفت. بذر ژنوتیپ‌های کلزا مورد استفاده از مرکز توسعه کشت دانه‌های روغنی تهیه گردید (جدول ۲). در ابتدا جهت ضدعفونی، بذرها به مدت ۱۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد قرار گرفتند و سپس با آب مقطر شست و شو شدند. در هر گلدان ۱۰ عدد بذر کاشته شد و پس از سبز شدن، تنک گردیده و تعداد ۲ گیاه در هر گلدان باقی گذاشته شد و بقیه بوته‌ها حذف گردید. کودهای شیمیایی بر اساس توصیه کودی (۳۵) در زمان کشت و در طول فصل به گلدان‌ها داده شد. در طول دوره رشد صفات ارتفاع (سانتی‌متر)، فاصله اولین شاخه از سطح خاک (سانتی‌متر)، تعداد شاخه در هر بوته، تعداد کپسول در بوته، طول کپسول (سانتی‌متر)، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه (گرم)، وزن خشک اندام هوایی گیاه (گرم)، میزان گوگرد برگ و دانه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)، میزان عناصر سدیم و پتاسیم (میلی-گرم در گرم)، نسبت میزان عناصر پتاسیم/سدیم، محتوای کلروفیل a (میکروگرم در میلی لیتر)، محتوای کلروفیل b (میکرو گرم در میلی لیتر)، کلروفیل کل (a+b)، نسبت کلروفیلa/b، محتوای کارتنوئید (میکروگرم در میلی لیتر)، درصد روغن، درصد پروتئین، عملکرد بیولوژیکی (گرم)، شاخص برداشت (درصد) و عملکرد دانه در هر بوته (گرم) اندازه گیری شد. در هفته اول گلدهی اندازه گیری میزان میزان سدیم و پتاسیم و گوگرد در برگ گیاه صورت گرفت. میزان عناصر Na و K با استفاده از دستگاه فلایم فتومتر (مدل 410 ساخت کشور انگلستان) اندازه‌گیری شد و به منظور اندازه‌گیری گوگرد برگ و دانه از روش کدورت سنجی (توربیدومتری) با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل T90 ساخت کشور انگلستان) در طول موج ۴۲۰ نانومتر استفاده شد. درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله (مدل HT-1046 ساخت کشور سوئد) به روش AOCS (۳) تعیین شد. میزان پروتئین بر اساس استانداردهایAOAC (۲) اندازه‌گیری شد. اندازه گیری کلروفیل a، b و کاروتنوئید (۲۸) صورت گرفت. عملکرد دانه (گرم) با رطوبت ۲۱ درصد و عملکرد بیولوژیکی (گرم) با استفاده از ترازو اندازه گیری شدند. داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS Ver.9.1 مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. همچنین میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. خوشه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه همبستگی ساده با استفاده از نرم‌افزار SPSS Ver.20 انجام شد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Some physical and chemical properties of soil in the experiment

خصوصیات	درصد سیلت	درصد شن	درصد رس	درصد ازت	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	درصد سولفور	درصد ماده خنثی شونده	درصد ماده آلی
بافت لومی رسی	۴۶/۷	۲۱/۶	۳۱	۰/۴۸	۸/۲	۲۶۵/۴	۰/۹۸	۷/۵	۰/۹۷	۱۶/۲	۲/۳۵

جدول ۲- اسامی ژنوتیپ‌های کلزای مورد مطالعه در این آزمایش

Table 2. The names of the rapeseed genotypes studied in this experiment

شماره	کد بذر	نام انگلیسی	منشا	شماره	کد بذر	نام اتگلیسی	منشا
۱	ARCB212	Falo	هلند	۱۶	ARCB148	Alaska	آلمان
۲	ARCB145	Lb1434	آلمان	۱۷	ARCB196	Gulliver	سوئد
۳	ARCB380	Hyola380	سوئد	۱۸	ARCB173	Sombuck	آلمان
۴	ARCB104	Wesroona	آلمان	۱۹	ARCB222	Somalia arisa	آلمان
۵	ARCB136	Burosemjanaja	آلمان	۲۰	ARCB146	Ib1635	آلمان
۶	ARCB100	Bronowski	آلمان	۲۱	ARCB185	Topas	سوئد
۷	ARCB197	Alku	سوئد	۲۲	ARCB190	Kunto	سوئد
۸	ARCB119	Lisandra	سوئد	۲۳	ARCB160	Niro	آلمان
۹	ARCB101	Jef Neuf	سوئد	۲۴	ARCB223	Savalot	هلند
۱۰	ARCB761	Sarigol	سوئد	۲۵	ARCB123	Askaria	آلمان
۱۱	ARCB147	Lb1632	آلمان	۲۶	ARCB162	Niro9	آلمان
۱۲	ARCB763	Record	آلمان	۲۷	ARCB125	Ziho	آلمان
۱۳	ARCB762	Option	آلمان	۲۸	ARCB759	RGS003	آلمان
۱۴	ARCB193	Starlight	سوئد	۲۹	ARCB152	Niro	آلمان
۱۵	ARCB195	Regina	سوئد	۳۰	ARCB112	Kintol	آلمان

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی (جدول ۳) نشان داد که اثرات ساده ژنوتیپ فقط بر کلروفیل a معنی دار بود و بر سایر صفات اثر معنی‌دار نشان نداد، اثر شوری نیز بر تمام صفات مورد مطالعه در کلزا معنی‌دار بود. اثرات متقابل ژنوتیپ و شوری به جز بر صفات گوگرد دانه، کلروفیل a، کلروفیل کل (a+b) و عملکرد، بر سایر صفات مورد مطالعه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود که نشان‌دهنده وجود تنوع بین ژنوتیپ‌ها است. برای تعیین روابط بین صفات ابتدا از تجزیه همبستگی ساده، استفاده شد.

ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه تحت شرایط نرمال

برای تعیین روابط بین صفات ابتدا از تجزیه همبستگی ساده با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. ضرایب همبستگی بین صفات در شرایط عادی و بدون تنش (جدول ۴) نشان داد که عملکرد دانه با تعداد شاخه ($r=-۰/۶۷^{**}$) دارای همبستگی منفی و با طول کپسول ($r=۰/۵۴^{**}$)، وزن هزار دانه ($r=۰/۵۵^{**}$) و شاخص برداشت ($r=۰/۵۳^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. در آزمایشی که توسط یساری (۳۵) انجام شد همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد شاخه در گیاه و عملکرد گزارش شد که با نتیجه بدست آمده در این آزمایش مطابقت نداشت. سلیمان زاده و همکاران (۳۳) همبستگی بین طول کپسول و وزن هزار دانه در کلزا را مثبت ارزیابی کردند. تعداد کپسول با تعداد دانه($r=-۰/۶۸^{*}$) و وزن هزار دانه ($r= -۰/۴۸^{**}$) همبستگی منفی و معنی‌دار و با گوگرد برگ ($r= ۰/۵۸^{**}$)، گوگرد دانه ($r=۰/۷۳^{**}$) پتاسیم ($r=۰/۸۵^{**}$)، ارتفاع ($r= ۰/۴۰^{*}$) و تعداد شاخه ($r=۰/۳۷^{*}$) همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. شاخص برداشت با ارتفاع ($r=۰/۳۸^{**}$) و با تعداد شاخه ($r=۰/۳۶^{**}$) و وزن خشک ($r= -۰/۶۷^{*}$) همبستگی منفی و معنی‌دار و با طول کپسول ($r=۰/۴۲^{*}$)، وزن هزار دانه ($r=۰/۴۱^{**}$)، همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. طول کپسول با تعداد دانه در کپسول ($r=۰/۴۹^{**}$)، وزن هزار دانه ($r=۰/۴۳^{*}$)، عملکرد ($r=۰/۵۴^{**}$)، کلروفیل b ($r=۰/۳۷^{*}$) و شاخص برداشت ($r=۰/۴۲^{**}$) همبستگی مثبت و معنی دار نشان داد. شهبازی (۳۱) در یک آزمایش همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین طول کپسول، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد گزارش نمود که با نتیجه این آزمایش مطابقت دارد. اما گوش و گالاتی (۱۸) نتیجه‌ای عکس نتایج فوق را گزارش نمودند.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های کلزا

Table 3. Analysis of variance studied traits in canola genotypes

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات											
		ارتفاع (سانتی‌متر)	فاصله شاخه (سانتی‌متر)	تعداد شاخه	تعداد کپسول	طول کپسول (سانتی‌متر)	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه (گرم)	وزن خشک (گرم)	گوگرد دانه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	گوگرد برگ (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	سدیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
تکرار	۲	۹۸/۵۳**	۶۲/۴۰**	۶۶/۵۰**	۱۸/۹۶^{ns}	۶۳/۰۴**	۶۰/۸۰۴**	۱/۲۶*	۷۲/۵۱**	۶۴/۴۶**	۸۶/۴۸*	۰/۰۰۷۶*	۰/۵۰**
ژنوتیپ	۲۹	۲۲۶۴/۸۱**	۲۶۹/۱۵**	۱۰۶/۹۰**	۴۰۸۲/۸۵**	۲۰/۴۰**	۴۴/۲۱**	۱/۴۸**	۲۷/۸۱**	۱/۵۰**	۶۰۹/۱۷**	۱/۵۹**	۰/۴۷**
شوری	۱	۶۲۵۲/۶**	۸۷۳/۸۳**	۱۲۱/۱۹**	۴۵۲۸/۰۴**	۱۷/۴۲**	۱۲۴/۱۶**	۶/۲۳**	۱۳۲/۷۸**	۵/۷۹**	۲۱۲۸/۶۷**	۰/۰۰۸**	۰/۲۵**
ژنوتیپ × شوری	۲۹	۱۹۴/۴۸**	۳۷/۰۲**	۳/۹۴**	۱۴۱/۴۵**	۰/۲۲*	۱/۱۵*	۰/۰۶*	۰/۸۵**	۰/۰۶^{ns}	۴۸/۷۰**	۰/۰۱**	۰/۰۳**
خطا	۱۱۸	۰/۷۶	۰/۳۶	۰/۰۶۸	۹/۶۰	۰/۰۷	۰/۶۸	۰/۰۲۷	۰/۱۳	۰/۱۶۸	۵/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵
CV (%)		۱/۸۵	۲/۶۴	۳/۲	۳/۱	۵/۹۸	۸/۸۵	۷/۵۰	۳/۴۶	۹/۲۳	۲/۰۰	۲/۹۶	۴/۴۶

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های کلزا

Continues of Table 3. Analysis of variance studied traits in canola genotypes

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات										
		پتاسیم/سدیم	کلروفیل a (میکروگرم در میلی‌لیتر)	کلروفیل b (میکروگرم در میلی‌لیتر)	کلروفیل a+b (میکرو گرم در میلی‌لیتر)	کلروفیل a/b	کاروتنوئید (میکروگرم در میلی‌لیتر)	پروتئین (درصد)	روغن (درصد)	عملکرد بیولوژیکی (گرم)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه در بوته (گرم)
تکرار	۲	۰/۰۱۶**	۵۹/۸۷**	۰/۰۰۵**	۶۱/۰۳**	۲۳۷/۰۲**	۰/۱۳۶**	۵۹/۲۵**	۱۳۶/۶۵**	۷۵/۰۴۸**	۱۱/۹۵**	۱/۰۰۵**
ژنوتیپ	۲۹	۲/۴۹**	۲/۶۵^{ns}	۰/۰۴۶**	۳/۳۱*	۱۲/۰۳**	۱/۰۶**	۹۶/۰۶**	۱۴۵/۳۹۰**	۲۰/۷۶**	۶۱/۴۱**	۰/۵۷**
شوری	۱	۰/۱۰**	۳۶/۱۱**	۰/۱۹۶**	۴۱/۶۳**	۴/۲۹۲**	۴/۰۶**	۶۲۲/۵۶**	۶۷۹/۳۸**	۳۱۰/۴۷**	۳۴/۳۰**	۱۳/۰۶**
ژنوتیپ × شوری	۲۹	۰/۱۲**	۰/۲۳^{ns}	۰/۰۰۳**	۰/۲۴۳^{ns}	۳/۹۱**	۰/۳۴**	۲/۲۹**	۷/۶۶**	۸/۱۶**	۱۰/۰۵**	۰/۰۴^{ns}
خطا	۱۱۸	۰/۰۰۱	۱/۸۲	۰/۰۰۰۰۴	۱/۸۲	۰/۴۲	۰/۰۰۹	۰/۵۶	۲/۲۹	۱/۶۴	۴/۳۳	۰/۰۳
CV (%)		۲/۵۹	۴/۳۷	۱/۴۵	۲۲/۰۵	۵/۱۳	۷/۱۰	۳/۲۶	۶/۵۷	۹/۸۷	۱۱/۷۱	۸/۷۴

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه تحت تنش شوری

ضرایب همبستگی ساده بین صفات تحت تنش شوری (جدول ۴) نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول کپسول ($r=۰/۴۵^{**}$) وزن هزار دانه ($r=۰/۵۰^{**}$) و شاخص برداشت ($r=۰/۶۷^{**}$) نشان دارد. اما با تعداد شاخه در بوته ($r=-۰/۵۶^{**}$) همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. وزن هزار دانه یکی از مولفه‌های مهم عملکرد محسوب می‌شود که از یک سو به میزان مواد فتوسنتزی موجود بویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه در حال رشد در استفاده از این مواد بستگی دارد (۱۹،۴،۱۶). تعداد کپسول با تعداد دانه در کپسول ($r=-۰/۶۸^{**}$) همبستگی منفی و با گوگرد برگ ($r=۰/۵۸^{**}$)، گوگرد دانه ($r=۰/۷۳^{**}$) و پتاسیم ($r=۰/۵۸^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. ملازم و عزیزی (۲۵) در یک آزمایش گوگرد را یکی از عوامل مؤثر در جهت کاهش اثرات شوری از طریق افزایش تولید اسیدهای آمینه در کلزا دانستند و نیز افزایش میزان گوگرد برگ را در اثر افزایش جذب آن در شرایط شوری در ذرت گزارش نمودند. بلوم والد (۱۰) نیز رابطه مثبتی را بین تعداد دانه در کپسول در کلزا و میزان پتاسیم جذب شده گزارش نمودند. طول کپسول با تعداد دانه در کپسول ($r=۰/۴۹^{**}$)، وزن هزار دانه ($r=۰/۴۳^{*}$)، کلروفیل b ($r=۰/۳۷^{*}$)، درصد روغن ($r=۰/۳۷^{*}$)، شاخص برداشت ($r=۰/۴۲^{*}$) و عملکرد ($r=۰/۵۴^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. اما با میزان سدیم ($r=-۰/۴۴^{*}$) همبستگی منفی داشت (۳۳). نتایج نشان داد که در هر دو شرایط، نرمال و تنش شوری، تعداد شاخه با ارتفاع دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. یعنی با افزایش ارتفاع تعداد شاخه نیز در گیاه افزایش یافت. بای بوردی و همکاران (۷) نیز در یک تحقیق همبستگی بین تعداد شاخه و ارتفاع را مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. ژنوتیپ‌هایی که ارتفاع بیشتری داشتند دارای شاخه‌های بیشتر و تعداد کپسول در هر بوته بیشتری بودند اما به‌علت کوچک بودن کپسول‌ها، تعداد دانه در کپسول کمتری داشته و عملکرد کمی را نشان دادند. رهنما و همکاران (۲۹) نیز در یک آزمایش گزارش نمودند که ارتفاع بوته تاثیر منفی بر عملکرد دارد، زیرا هر چه مرحله رویشی گیاه طولانی‌تر شود گیاه انرژی بیشتری را صرف تولید اندام رویشی کرده و دیرتر وارد مرحله زایشی می‌شود که نتیجه آن تولید بذر کمتر وکاهش عملکرد است. در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار با وزن هزاردانه و طول کپسول نشان داد. خیاط و همکاران (۲۱) نیز افزایش عملکرد را در اثر افزایش وزن هزاردانه و طول کپسول گزارش نموده‌اند. از طرفی این صفات در هر دو شرایط آزمایش همبستگی مثبت با کلروفیل b در گیاه کلزا نشان دادند که می‌توان نتیجه گرفت که این رنگدانه در عملکرد کلزا و در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری، نقش مثبتی را ایفا می‌کند. برادران (۹) و نظربیگی و همکاران (۲۷) تأثیر مثبت رنگدانه بر عملکرد را از طریق افزایش میزان فتوسنتز و متابولیسم کربوهیدرات‌ها در شرایط شوری گزارش نمودند. جمیل و همکاران (۲۰) نیز در تحقیقات خود تاثیر رنگیزه بر عملکرد را در چغندر قند، کلم و کلزا در شرایط شوری به علت افزایش میزان فتوسنتز معنی‌دار دانستند. به نظر می‌رسد با انتخاب ژنوتیپ‌هایی که دارای بیشترین میزان وزن هزار دانه و طول کپسول و رنگدانه باشند می‌توان در برنامه‌های اصلاحی به منظور ایجاد ارقامی با عملکرد بالا در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری استفاده کرد.

درصد روغن در کلزا با عملکرد همبستگی معنی‌دار نداشت. فیاض و طالبی (۱۶) نیز در یک تحقیق همبستگی عملکرد و درصد روغن را معنی‌دار گزارش نمودند و علت را شرایط محیطی دانستند. در حالیکه باسلاما (۸) این همبستگی را معنی‌دار گزارش نمود. دوگانلار و همکاران (۱۱) و شهبازی و همکاران (۳۱) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین شاخص برداشت و عملکرد کلزا در شرایط شوری گزارش کردند. بررسی ضرایب همبستگی بین صفات مختلف باعث می‌شود تا بتوان ضمن تعیین نوع رابطه بین صفات و شناسایی صفاتی که دارای همبستگی معنی‌دار و مثبت هستند، در مورد حذف صفات غیر مؤثر تصمیم‌گیری نمود. صفاتی‌که همبستگی زیادی با عملکرد دارند می‌توانند برای بهبود عملکرد دانه در برنامه‌های به‌نژادی به‌عنوان مبنایی برای انتخاب قابل توصیه باشند.

جدول ۴- همبستگی ساده صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا در شرایط نرمال و شوری

Table 4. Simple correlation of different traits of canola genotypes in normal and stress conditions

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳
ارتفاع	۱	۰/۲۳	۰/۴۸**	۰/۳۱	-۰/۴۸**	-۰/۳۰	-۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۲۹	۰/۲۴	-۰/۰۱	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۰۴	۰/۱۶	۰/۰۵	-۰/۱۷	۰/۲۹	۰/۱۹	-۰/۱۳	۰/۰۷	-۰/۲۹	-۰/۲۶
فاصله شاخه	۰/۳۶*	۱	-۰/۱۴	-۰/۱۵	-۰/۲۱	۰/۱۵	-۰/۰۳	۰/۱۱	-۰/۲۴	۰/۱۰	۰/۰۷	-۰/۱۳	-۰/۰۹	-۰/۱۱	۰/۰۱	-۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۲۰	۰/۰۳	۰/۱۷	-۰/۰۵	۰/۰۷
تعداد شاخه	۰/۵۱**	-۰/۰۸	۱	۰/۳۷*	-۰/۵۸**	-۰/۳۷	-۰/۴۹**	-۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۴۲**	۰/۰۷	-۰/۲۶	-۰/۲۸	-۰/۲۴	-۰/۲۹	۰/۰۲	-۰/۰۸	-۰/۳۴	-۰/۳۶*	-۰/۱۸	-۰/۳۶*	-۰/۵۶**
تعداد کپسول	۰/۴۰*	-۰/۰۸	۰/۳۷*	۱	۰/۴۵**	۰/۶۴**	۰/۳۶	۰/۲۷	۰/۵۱**	۰/۶۸**	۰/۰۶	۰/۴۶**	۰/۲۹	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۲۰	-۰/۰۶	-۰/۰۱	-۰/۱۹	-۰/۱۰	۰/۰۶
طول کپسول	-۰/۵۸**	-۰/۰۶	-۰/۶۱**	-۰/۲۹	۱	۰/۴۷**	۰/۴۴*	۰/۰۶	-۰/۱۶	-۰/۲۲	-۰/۳۸*	۰/۱۳	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۳۹*	۰/۳۳	-۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۲۲	۰/۳۲	-۰/۱۹	-۰/۱۹	۰/۱۶
تعداد دانه	-۰/۳۰	۰/۰۷	-۰/۳۹*	-۰/۶۸**	۰/۴۹**	۱	۰/۴۱*	-۰/۰۱	-۰/۰۸	-۰/۲۹	-۰/۲۵	-۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۲	-۰/۱۰	-۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۳۲	-۰/۱۹	۰/۲۶	۰/۱۶
وزن هزار دانه	-۰/۲۵	-۰/۰۲	-۰/۵۹**	-۰/۴۸**	۰/۴۳*	۰/۳۴	۱	-۰/۱۷	-۰/۰۶	-۰/۳۱	-۰/۶۱**	۰/۰۱	۰/۴۰*	۰/۳۹*	۰/۴۹**	۰/۴۱**	۰/۲۵	۰/۴۸**	-۰/۱۱	۰/۴۱*	-۰/۱۲	۰/۴۹**	۰/۵۰**
وزن خشک	۰/۱۴	۰/۰۴	-۰/۰۴	۰/۲۷	-۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۲۰	۱	۰/۳۶	۰/۳۱	-۰/۰۴	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۱۸	-۰/۱۵	۰/۱۶	-۰/۰۹	۰/۲۷	۰/۷۵**	۰/۳۹*	۰/۲۰
گوگرد برگ	۰/۲۰	-۰/۳۹*	۰/۲۶	۰/۵۸**	-۰/۱۸	-۰/۲۴	-۰/۱۲	۰/۲۶	۱	۰/۵۳**	-۰/۲۱	۰/۵۱**	۰/۲۹*	۰/۴۷**	۰/۲۶	۰/۴۶*	۰/۱۹	۰/۳۷*	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۲۶	-۰/۱۱	۰/۱۵
گوگرد دانه	۰/۳۴	-۰/۱۰	۰/۳۳	۰/۷۲**	-۰/۲۸	-۰/۳۸*	-۰/۴۶**	۰/۴۶**	۰/۵۹**	۱	۰/۲۳	۰/۴۲**	۰/۱۰	-۰/۰۱	-۰/۱۰	-۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۰۱	-۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۳۳
سدیم	۰/۱۷	-۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۰۹	-۰/۴۴*	-۰/۱۷	-۰/۴۱*	-۰/۰۲	-۰/۰۹	۰/۳۹*	۱	-۰/۲۶	-۰/۸۲**	-۰/۷۳**	-۰/۸۶**	-۰/۷۶**	۰/۳۷*	-۰/۶۰**	۰/۰۶	-۰/۳۰	۰/۱۰	-۰/۲۲	-۰/۱۹
پتاسیم	۰/۳۰	-۰/۰۶	۰/۱۶	۰/۵۸**	-۰/۰۷	-۰/۳۰	-۰/۱۱	۰/۲۴	۰/۵۸**	۰/۵۴**	۰/۰۲	۱	۰/۶۶**	۰/۳۷*	۰/۳۶*	۰/۳۸*	-۰/۰۷	۰/۴۶**	-۰/۱۳	-۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۲۴
سدیم/پتاسیم	۰/۱۲	۰/۱۴	-۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۲۲	-۰/۰۱	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۳۹*	۰/۰۵	-۰/۷۴**	۰/۴۸**	۱	۰/۶۴**	۰/۸۰**	۰/۶۷**	-۰/۳۸*	۰/۶۶**	-۰/۱۹	۰/۱۹	-۰/۰۲	۰/۲۴	۰/۲۶
کلروفیلa	۰/۰۲	۰/۰۲	-۰/۲۴	۰/۱۳	۰/۳۴	۰/۰۵	۰/۴۱*	۰/۱۵	۰/۴۲*	-۰/۱۲	-۰/۹۰**	-۰/۳۰	۰/۸۵**	۱	۰/۶۹**	۰/۹۹**	-۰/۱۱	۰/۵۴**	-۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۱۴
کلروفیل b	-۰/۰۷	۰/۱۰	-۰/۲۹	۰/۰۸	۰/۳۷*	۰/۰۴	۰/۴۰*	۰/۱۵	۰/۲۵	-۰/۱۹	-۰/۹۴**	۰/۲۵	۰/۸۵**	۰/۹۵**	۱	۰/۷۴**	۰/۵۹**	۰/۶۰**	-۰/۰۵	۰/۲۸	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۱۹
کلروفیل کل	-۰/۰۲	۰/۰۲	-۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۴۱*	۰/۱۵	۰/۴۰*	-۰/۱۳	-۰/۹۱**	۰/۳۰	۰/۸۵**	۰/۹۹**	۰/۹۶**	۱	۰/۰۹	۰/۵۶**	-۰/۱۱	۰/۲۶	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۱۵
a/b کلروفیل	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۹	۰/۰۳	-۰/۴۱*	-۰/۰۸	-۰/۴۹*	-۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۳۰	۰/۸۶**	-۰/۱۲	-۰/۷۰**	-۰/۷۶**	-۰/۹۱**	-۰/۷۸**	۱	-۰/۲۱	-۰/۰۴	-۰/۰۹	۰/۰۳	-۰/۱۲	-۰/۰۹
کاروتنوئید	-۰/۰۹	۰/۰۳	-۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۲۵	-۰/۰۶	۰/۲۸	۰/۳۲	-۰/۴۰*	۰/۰۷	-۰/۷۹**	۰/۳۶*	۰/۸۵**	۰/۸۶**	۰/۸۹**	۰/۸۷**	-۰/۷۴**	۱	-۰/۱۹	۰/۲۵	-۰/۰۸	۰/۲۷	۰/۲۶
پروتئین	۰/۰۴	-۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۰۲	-۰/۱۴	۰/۲۳	-۰/۱۶	-۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۵	-۰/۰۶	-۰/۲۶	-۰/۱۷	-۰/۱۸	-۰/۱۷	۰/۱۲	-۰/۱۹	۱	-۰/۱۲	-۰/۰۳	-۰/۱۸	-۰/۱۸
روغن	-۰/۱۹	-۰/۰۷	-۰/۳۳	-۰/۰۸	۰/۳۷*	۰/۱۱	۰/۲۶	۰/۳۰	-۰/۰۹	-۰/۱۵	-۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	-۰/۱۵	۰/۰۹	-۰/۲۷	۱	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۳۳
عملکرد بیولوژیکی	۰/۲۴	۰/۳۳	-۰/۱۸	۰/۲۴	-۰/۰۲	-۰/۰۸	-۰/۱۶	۰/۶۷**	-۰/۰۹	۰/۳۷*	۰/۲۱	۰/۰۹	۰/۰۵	-۰/۱۸	-۰/۱۱	-۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۰۴	-۰/۰۳	۰/۱۴	۱	-۰/۵۵**	۰/۲۴
شاخص برداشت	-۰/۳۸*	-۰/۱۸	-۰/۳۶*	-۰/۲۶	۰/۴۳*	۰/۲۵	۰/۵۸**	-۰/۶۷**	-۰/۰۱	-۰/۳۰	-۰/۲۸	-۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۲۵	-۰/۰۲	۰/۰۸	-۰/۱۲	-۰/۱۰	-۰/۶۲**	۱	۰/۶۷**
عملکرد	-۰/۰۲	۰/۰۵	-۰/۶۷**	-۰/۰۳	۰/۵۴**	۰/۲۸	۰/۵۵**	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۹	-۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۲۸	-۰/۲۳	۰/۲۵	-۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۲۸	۰/۵۳**	۱

ns، **و*: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱و ۵ درصد

۱- ارتفاع ، ۲- فاصله شاخه از سطح خاک، ۳- تعداد شاخه در بوته، ۴- تعداد کپسول در بوته، ۵- طول کپسول،۶- تعداد دانه در کپسول، ۷-وزن هزار دانه، ۸-وزن خشک اندام هوایی، ۹- میزان گوگرد برگ، ۱۰-میزان گوگرد دانه، ۱۱- میزان سدیم، ۱۲- میزان پتاسیم، ۱۳-نسبت پتاسیم به سدیم، ۱۴- محتوای کلروفیلa، ۱۵- محتوای کلروفیل b ، ۱۶- کلروفیل کل a+b، ۱۷-کلروفیل a/b ، ۱۸- میزان کاروتنوئید، ۱۹- درصد پروتئین، ۲۰ -درصد روغن، ۲۱- عملکرد بیولوژیک، ۲۲- شاخص برداشت و ۲۳- عملکرد.

تجزیه به عامل‌ها

تجزیه به عامل‌ها در شرایط نرمال

در تجزیه به عامل‌ها در شرایط نرمال (جدول ۵) شش عامل اصلی و مستقل در مجموع ۸۳/۲۷ درصد واریانس کل را تبیین کردند. عامل اول با مقدار ۳۱/۷۳ درصد بیشترین تغییرات را تبیین کرد و در این عامل بیشترین بار عامل را نسبت پتاسیم/سدیم، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید داشتند که می‌توان آن را عامل رنگدانه‌های فتوسنتزی نام‌گذاری کرد. فیاض و طالبی (۱۶) نیز در تحقیقات خود تاثیر رنگیزه بر عملکرد را در نخود به‌علت افزایش میزان فتوسنتز معنی‌دار دانستند. عامل دوم ۲۰/۴۹ درصد از تغییرات را تبیین کرد که صفات تعدادکپسول، میزان عناصر گوگرد برگ، گوگرد دانه و پتاسیم را شامل می‌شود این عامل به‌عنوان عامل عناصر غذایی نام‌گذاری می‌شود. عامل سوم ۱۰/۶۴ درصد از تغییرات را تبیین کرد که شامل طول کپسول و عملکرد بود و به عنوان عامل عملکرد نام‌گذاری می‌شود. عامل چهارم ۸/۸۳ درصد از تغییرات را تبیین کرد که شامل وزن خشک و عملکرد بیولوژیکی بود و عامل زیست توده نام‌گذاری می‌شود. عامل پنجم ۶/۱۱ رصد از تغییرات را تبیین کرد که شامل ارتفاع و فاصله شاخه از سطح خاک بود. که با توجه به سهم بیشتر ارتفاع بوته عامل ارتفاع نام‌گذاری می‌شود. عامل ششم ۵/۴۶ درصد از تغییرات را تبیین کرد که شامل پروتئین بود که به‌عنوان عامل پروتئین دانه معرفی می‌شود. نتایج نشان داد که عامل اول که شامل رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌شود نقش به‌سزایی در افزایش عملکرد دانه دارند و تلاش در جهت بهبود آنها راهکاری در جهت افزایش عملکرد است. که با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (۲۲،۱۰،۱۶). در آزمایشی که توسط قنبری و همکاران (۱۷) انجام شد، نتایج تجزیه به عامل‌ها، صفات را به هفت عامل اصلی تقسیم کرد که بیش از ۷۶ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. چون بیشترین واریانس متعلق به دو عامل اول و دوم بود در نتیجه برای رسم بای پلات از این دو عامل استفاده شد.

تجزیه به عامل‌ها در شرایط تنش شوری

تجزیه به عامل‌ها نشان می‌دهد (جدول ۶) که عامل اول ۲۷/۳۳ درصد و بیشترین میزان از واریانس کل را به خود اختصاص داد و صفات وزن هزاردانه، نسبت پتاسیم به سدیم، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل a+b، کاروتنوئید را شامل شد که می‌توان آن را عامل رنگدانه‌های فتوسنتزی نام‌گذاری کرد .اگرچه اثر عمومی شوری روی رنگدانه‌ها کاهش مقدار آن‌هاست (۲۰)، ولی بسته به گونه گیاهی گاهی افزایش رنگدانه در اثر شوری نیز گزارش شده است (۱۰،۱۶). نتایج نشان داد که در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری رنگیزه‌ها بیشترین بار عاملی را دارا بودند و بیشترین اثر را بر عملکرد دارند. عامل دوم ۱۷/۸۹ درصد از تغییرات واریانس کل را تبیین کرد و شامل صفات طول کپسول، وزن هزاردانه، روغن، عملکرد بود که با توجه به میزان بار عاملی می‌توان آنرا عامل اجزاء عملکرد نام‌گذاری کرد. عامل سوم ۹/۷۶ درصد تغییرات واریانس کل را تبیین کرد و شامل صفات تعداد کپسول و میزان گوگرد برگ بود که به نام عامل تعداد کپسول نام‌گذاری شد. عامل چهارم ۹/۰۷ درصد از تغییرات واریانس کل را تبیین کرد و شامل صفات وزن خشک و عملکرد بیولوژیکی بود که به نام عامل زیست‌توده نام‌گذاری شد. عامل پنجم ۷/۴۹ درصد از تغییرات واریانس کل را تبیین کرد و شامل صفت وزن هزاردانه بود که به نام عامل وزن هزاردانه نام‌گذاری شد. عامل ششم ۵/۹۴ درصد از تغییرات واریانس کل را تبیین کرد و شامل صفت فاصله شاخه از سطح خاک بود و به نام عامل فاصله شاخه نام‌گذاری شد. عامل هفتم ۴/۸۶ درصد از تغییرات واریانس کل را تبیین کرد و شامل صفت تعداد دانه در کپسول و پروتئین بود و با توجه به بار عاملی بیشتر پروتئین به نام این صفت نام‌گذاری شد. نتـایج بـه دست آمـده از تجزیهٔ به عامل‌ها در این آزمایش با نتـایج بسیاری دیگر از محققین همخوانی داشت (۴،۱۴،۱۷). فرجی و حاتم‌زاده (۱۵) در مطالعه‌ای که بر روی سه رقم کلزا انجام دادند، گزارش نمودند که در تجزیه به عامل‌ها از چهار عامل بدست آمده، سه عامل اول ۹۸/۷۹ ٪ از کل واریانس را توجیه کردند که مهم‌ترین صفت در عامل دوم را عملکرد دانه و میزان روغن معرفی نمودند که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. اکبرپور (۱) به‌منظور ارزیابی عملکرد و صفات مرتبط با آن در گیاه گندم از روش تجزیه به عامل‌ها استفاده کرد و گزارش نمود که در شرایط تنش، شش عامل حدود ۷۸ درصد و در شرایط نرمال، پنج عامل حدود ۷۲ درصد از کل تغییرات را توجیه نمودند و گیاهانی را که مساحت برگ پرچم بیشتر، طول دوره زایشی طولانی و ارتفاع مناسب داشتند را برای افزایش عملکرد دانه پیشنهاد نمود. (شکل ۱) نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های (۱۱، ۱۳، ۲۳، ۲۴، ۲۶، ۲۷ و ۲۸) از نظر صفات نسبت پتاسیم به سدیم، کلروفیل a، کلروفیل b، کاروتنوئید و تعداد کپسول، گوگرد برگ و گوگرد دانه ژنوتیپ-های برتر در شرایط نرمال هستند. شکل (۲) نشان می‌دهد که، ژنوتیپ‌های (۱، ۲، ،۵، ۶، ۷ و ۲۲) با توجه به صفات طول کپسول، وزن هزاردانه، روغن، شاخص برداشت، عملکرد، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید، ژنوتیپ‌های مطلوب در شرایط شوری هستند.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌های کلزا با استفاده از تجزیه کلاستر در شرایط نرمال و تنش شوری

در این آزمایش از روش وارد استفاده شد و بر این اساس ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال (شکل ۳) و تنش شوری (شکل ۴). با خط برش فرضی در فاصله ۱۰۰ واحد در سه گروه مجزا گروه‌بندی شدند. در شرایط نرمال ۸ ژنوتیپ در گروه اول و ۷ ژنوتیپ در گروه دوم و ۱۵ ژنوتیپ در گروه سوم قرار گرفتند و در شرایط تنش شوری ۱۲ ژنوتیپ در گروه اول، ۹ ژنوتیپ در گروه دوم و ۹ ژنوتیپ در گروه سوم قرار گرفتند. مقایسه میانگین برای صفات مورد نظر در هر گروه انجام شد. نتایج مقایسه میانگین گروه‌ها نشان داد (جدول ۷) که در شرایط نرمال، ژنوتیپ‌های گروه سه شامل (۳۰، ۱۱، ۲۲، ۱۳، ۱، ۹، ۸، ۵، ۷، ۲۸، ۲، ۲۴، ۲۷، ۲۶) بودند که بیشترین عملکرد، شاخص برداشت، طول کپسول، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه را نشان دادند و گروه ۲ شامل ژنوتیپ‌های (۲۱، ۳۰،

۶، ۳، ۱۶۱ و ۲۹) کمترین صفات فوق را داشتند. در شرایط تنش شوری بیشترین صفات فوق در گروه ۲ و ژنوتیپ‌های (۲۱، ۲۲، ۲۰، ۷، ۱۶، ۶، ۱، ۳ و ۳۰) و کمترین صفات فوق در گروه ۳ و ژنوتیپ‌های (۲۹، ۲۸، ۱۱، ۲۷، ۲۳، ۲۶، ۲۴، ۲ و ۵) بود. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های (۲، ۵، ۲۷، ۲۶، ۲۸، ۲۴) که در شرایط نرمال دارای بیشترین صفات فوق بودند در شرایط شوری کمترین میزان این صفات را نشان دادند که نشان دهنده حساسیت این ژنوتیپ ها به شوری است و ژنوتیپ‌های (۲۱، ۲۰، ۱۶، ۷، ۶، ۳، ۲۲، ۳ و ۳۰) در شرایط شوری بیشترین میزان این صفات را نشان دادند که نشان-دهنده تحمل این ژنوتیپ‌ها نسبت به شوری است. این ژنوتیپ‌ها به‌علت داشتن بعضی از صفات مورد بررسی در شرایط شوری ارزشمند هستند و با بهبود همزمان این صفات می‌توان عملکرد دانه در واحد سطح را افزایش داده و همچنین از آنها به‌عنوان معیارهایی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط شوری در برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد. نتایج حاصل از تجزیه به عوامل اصلی و رسم بای پلات‌ها نیز همخوانی نسبتاً زیادی با گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای داشت. به‌طوریکه بای پلات حاصل از تجزیه به عامل‌ها نشان داد که در شرایط نرمال (شکل ۱)، ژنوتیپ-های (۲۷، ۲۶، ۲۳، ۲۴، ۱۳ و ۱۱) و در شرایط شوری (شکل ۲)، ژنوتیپ‌های (۷، ۵، ۱، ۶، ۲ و ۲۲) از نظر صفات مورد مطالعه برتر بودند. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تنوع ژنتیکی گسترده‌ای بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی وجود دارد که حاکی از ارزشمند بودن این ذخائر و استفاده از آنها برای دستیابی به ژنوتیپ‌های اصلاح شده در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد.

جدول ۵- نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط نرمال

Table 5. The results of factor analysis for the studied traits of canola genotyps under normal conditions

صفات	مولفه‌ها						
	اول	دوم	سوم	چهام	پنجم	ششم	میزان اشتراک
ارتفاع	-۰/۰۱	۰/۳۴	-۰/۳۹	۰/۰۹	۰/۶۶	۰/۰۷	۰/۷۶۲
فاصله اولین شاخه از سطح خاک	۰/۱۰	-۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۸۴	-۰/۱۳	۰/۶۴۳
تعداد شاخه	-۰/۱۶	۰/۲۹	-۰/۸۱	-۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۹۳۲
تعدادکپسول	۰/۰۶	۰/۸۲	-۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۰۷	-۰/۱۴	۰/۳۴۲
طول کپسول	۰/۲۹	-۰/۲۵	۰/۶۷	۰/۰۵	-۰/۳۲	-۰/۰۹	۰/۲۶۴
تعداددانه درکپسول	۰/۰۵	-۰/۵۰	۰/۴۸	۰/۰۶	-۰/۰۹	۰/۴۷	۰/۷۲۶
وزن هزاردانه	۰/۳۵	-۰/۲۶	۰/۶۳	-۰/۲۷	-۰/۰۲	-۰/۰۹	۰/۶۴۲
وزن خشک	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۸۹	-۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۲۴۱
گوگرد برگ	۰/۲۸	۰/۷۹	-۰/۱۰	-۰/۰۲	-۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۹۱۲
گوگرد دانه	-۰/۲۰	۰/۸۵	-۰/۰۷	۰/۳۰	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۸۲۱
سدیم	-۰/۹۴	۰/۲۰	-۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۹۳۲
پتاسیم	۰/۲۴	۰/۷۷	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۲۴۱
سدیم/پتاسیم	۰/۸۸	۰/۲۵	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۱۱	-۰/۰۹	۰/۸۵۳
کلروفیلa	۰/۹۵	۰/۱۴	۰/۱۴	-۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۰۱	۰/۹۴۲
کلروفیل b	۰/۹۸	۰/۰۲	۰/۱۴	-۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۰۶	۰/۸۷۲
کلروفیلa+ b	۰/۹۶	۰/۱۳	۰/۱۴	-۰/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۰۲	۰/۹۲۱
نسبت کلروفیل a/b	-۰/۸۷	۰/۱۶	-۰/۱۳	۰/۰۰	-۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۲۴۴
کاروتنوئید	۰/۸۹	۰/۲۳	۰/۱۰	۰/۱۳	-۰/۰۴	-۰/۰۳	۰/۹۲۱
پروتئین	-۰/۱۳	-۰/۰۴	-۰/۱۲	۰/۰۶	-۰/۱۱	۰/۸۶	۰/۲۱۱
روغن	۰/۱۳	-۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۴۰	-۰/۳۹	-۰/۵۱	۰/۳۲۱
عملکرد بیولوژیکی	-۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۸۲	۰/۳۵	-۰/۰۵	۰/۲۱۳
شاخص برداشت	۰/۱۴	-۰/۰۲	۰/۵۵	-۰/۸۰	-۰/۱۲	-۰/۰۲	۰/۴۲۱
عملکرد	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۹۳	۰/۳۲	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۹۴۲
واریانس نسبی	۳۱/۷۳	۲۰/۴۹	۱۰/۶۴	۸/۸۳	۶/۱۱	۵/۴۶	
واریانس تجمعی	۳۱/۷۳	۵۲/۲۳	۶۲/۸۷	۷۱/۶۹	۷۷/۸۱	۸۳/۲۷	

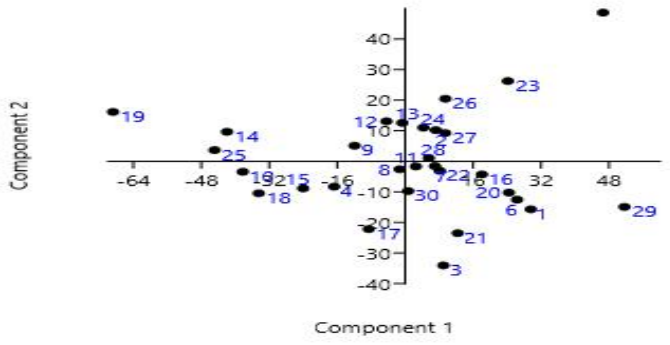
زیر ضرایب عاملی معنی‌دار خط کشیده شده است

جدول ۶- نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط تنش شوری

Table 6. The results of factor analysis for the studied traits of canola under salt stress conditions.

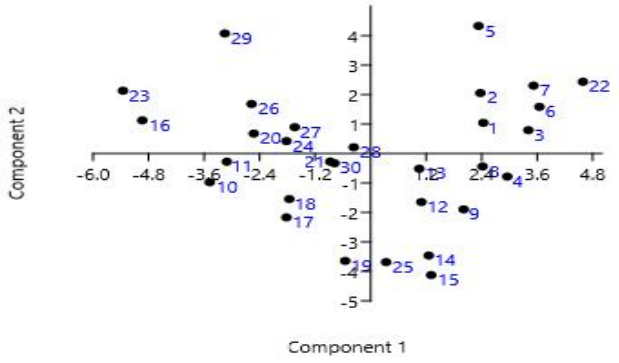
صفات	مولفه‌ها							میزان اشتراک
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	
ارتفاع	۰/۱۹	-۰/۵۷	۰/۳۰	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۴۷	۰/۰۵	۰/۴۳۲
فاصله شاخه از سطح خاک	-۰/۰۸	۰/۰۸	-۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۸۱	۰/۱۷	۰/۲۱۲
تعداد شاخه	-۰/۲۴	-۰/۷۶	۰/۳۷	-۰/۱۲	۰/۰۶	-۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۴۱۱
تعدادکپسول	۰/۰۹	-۰/۲۶	۰/۷۸	۰/۱۶	۰/۰۴	-۰/۰۷	-۰/۲۹	۰/۷۳۲
طول کپسول	۰/۲۳	۰/۷۰	-۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۲۰	-۰/۴۴	۰/۱۲	۰/۸۲۹
تعداددانه درکپسول	۰/۱۹	۰/۴۷	-۰/۳۲	-۰/۰۸	۰/۰۰	-۰/۰۳	۰/۶۸	۰/۷۳۱
وزن هزاردانه	۰/۵۳	۰/۵۴	-۰/۲۲	-۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۵۰۱
وزن خشک	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۲۹	۰/۸۵	۰/۱۵	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۹۲۲
گوگرد برگ	۰/۴۲	-۰/۱۳	۰/۶۸	۰/۱۹	-۰/۲۶	-۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۲۱۱
گوگرد دانه	-۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۹۰	۰/۰۶	-۰/۱۳	۰/۲۱	-۰/۰۳	۰/۳۲۱
سدیم	-۰/۸۸	-۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۰۷	-۰/۲۷	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۲۶۴
پتاسیم	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۶۸	۰/۰۶	۰/۱۶	-۰/۲۲	۰/۰۲	۰/۵۴۲
سدیم/پتاسیم	۰/۷۹	۰/۱۴	۰/۳۱	-۰/۰۱	۰/۳۷	-۰/۰۷	-۰/۱۱	۰/۸۵۱
کلروفیلa	۰/۹۱	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۰	-۰/۲۷	-۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۹۴۲
کلروفیل b	۰/۸۲	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۴۸	-۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۷۶۵
کلروفیلa+b	۰/۹۳	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۰	-۰/۲۱	-۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۹۴۱
نسبت کلروفیل a/b	-۰/۱۲	-۰/۰۵	۰/۰۸	-۰/۰۲	-۰/۹۶	-۰/۰۹	-۰/۰۳	۱/۰۰۰
کاروتنوئید	۰/۷۱	۰/۰۹	۰/۲۴	-۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۳۹	-۰/۲۲	۰/۸۶۱
پروتئین	-۰/۱۱	-۰/۲۴	۰/۰۴	-۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۸۱	۱/۰۰۰
روغن	۰/۲۴	۰/۵۳	-۰/۰۲	۰/۲۲	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۶۳۲
عملکرد بیولوژیکی	-۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۹۱	-۰/۰۶	۰/۱۳	-۰/۰۹	۰/۵۳۴
شاخص برداشت	۰/۰۴	۰/۶۵	۰/۲۱	-۰/۷۰	۰/۱۱	۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۲۴۱
عملکرد	۰/۰۵	۰/۸۵	۰/۳۴	-۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۷	-۰/۱۱	۰/۸۴۶
واریانس نسبی	۲۷/۳۳	۱۷/۸۹	۹/۷۶	۹/۰۷	۷/۴۹	۵/۹۴	۴/۸۶	
واریانس تجمعی	۲۷/۳۳	۴۵/۲۲	۵۴/۹۸	۶۴/۰۶	۷۱/۵۴	۷۷/۴۸	۸۲/۳۴	

زیر ضرایب عاملی معنی دار خط کشیده شده است



شکل ۱- پراکنش ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس دو عامل اول و دوم در شرایط نرمال

Figure 1. Distribution of studied traits of canola genotypes based on the first and second component in normal conditions

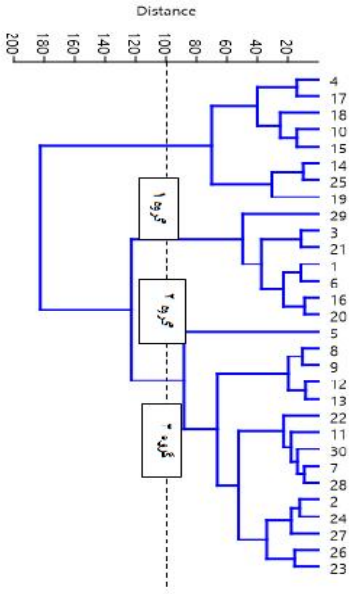


شکل ۲- پراکنش صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس دو عامل اول و دوم در شرایط شوری
Figure 2. Distribution of studied traits of canola genotypes based on the first and second component in salt stress conditions

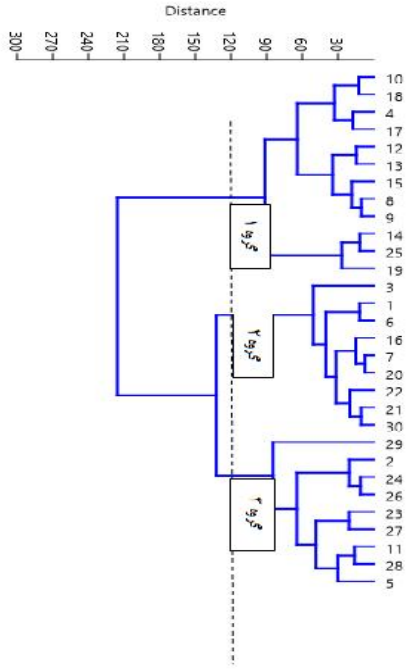
جدول ۷- مقایسه میانگین خصوصیات گروه‌های مختلف ژنوتیپ‌های کلزا حاصل از تجزیه خوشه‌ای
Table 7. Average characteristics of different groups of canola genotypes derived from cluster analysis.

صفات	نرمال				تنش شوری			
	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	میانگین کل	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	میانگین کل
ارتفاع	۱۳۱/۰۱^{a}	۹۵/۶۰^{b}	۸۵/۹۶^{c}	۱۰۴/۱۹	۹۴/۳۲^{b}	۹۲/۵۸^{c}	۱۲۵/۶۹^{a}	۱۰۴/۲۰
فاصله شاخه از سطح خاک	۳۰/۲۹^{a}	۲۳/۸۷^{b}	۲۱/۹۳^{c}	۲۵/۶۹	۲۰/۴۵^{c}	۲۴/۴۹^{b}	۲۶/۲۴^{a}	۲۳/۷۲
تعداد شاخه	۱۱/۷۵^{a}	۱۱/۲۱^{a}	۸/۱۶^{b}	۱۰/۳۷	۵/۷۱^{c}	۶/۹۱^{b}	۱۱/۵۲^{a}	۸/۳۸
تعدادکپسول	۱۱۶/۲۹^{b}	۱۴۹/۳۶^{a}	۷۶/۸۵^{c}	۱۱۴/۱۷	۷۷/۵۲^{c}	۱۳۲/۲۵^{a}	۱۲۳/۶۵^{b}	۱۰۴/۴۷
طول کپسول	۵/۳۹۵^{b}	۴/۸۲^{c}	۶/۱۷^{a}	۵/۴۶	۴/۱۵^{b}	۵/۸۳^{a}	۳/۲۱^{c}	۴/۳۹
تعداد دانه درکپسول	۱۰/۷۴^{b}	۷/۷۸^{c}	۱۴/۲۲^{a}	۱۱/۲۵	۱۰/۶۰^{a}	۸/۱۳^{b}	۷/۸۱^{c}	۸/۸۵
وزن هزاردانه	۲/۵^{b}	۲/۱۵^{c}	۲/۹۰^{a}	۲/۵۴	۲/۰^{b}	۲/۵^{a}	۱/۹۸^{c}	۲/۱۷
وزن خشک	۱۳/۴۳^{a}	۱۲/۸۷^{b}	۱۱/۲۷^{c}	۱۲/۵۳	۹/۶۱^{c}	۱۱/۶۱^{a}	۱۰/۱۲^{b}	۱۰/۴۵
گوگردبرگ	۵/۲۸^{a}	۵/۴۷^{a}	۴/۸۲^{b}	۵/۱۹	۴/۱۴^{b}	۴/۸۵^{a}	۴/۱۲^{b}	۴/۵۷
گوگرد دانه	۱۲۴/۰۳^{b}	۱۲۵/۷۴^{a}	۱۲۲/۱۷^{c}	۱۲۳/۴۹	۱۰۹/۲۹^{c}	۱۲۱/۹۵^{a}	۱۱۸/۸۴^{b}	۱۱۶/۶۹
سدیم	۱/۲۴^{b}	۱/۹۹^{a}	۱/۳۶^{b}	۱/۲۹	۱/۶۸^{a}	۱/۲۱^{b}	۱/۲۶^{b}	۱/۳۸
پتاسیم	۱/۷۳^{b}	۱/۵۲^{c}	۱/۹۲^{a}	۱/۷۹	۱/۵۸^{c}	۱/۸۵^{a}	۱/۷۰^{b}	۱/۷۳
سدیم/پتاسیم	۱/۰۹^{b}	۱/۸^{a}	۱/۲۵^{b}	۱/۵۴	۱/۳۴^{b}	۱/۷۷^{a}	۱/۳۲^{b}	۱/۴۸
کلروفیلa	۶/۶۶^{a}	۶/۱۹^{b}	۶/۶۹^{a}	۶/۵۷	۵/۰۶^{c}	۵/۹۶^{a}	۵/۳۵^{b}	۵/۶۲
کلروفیل b	۰/۵۴^{a}	۰/۵۱^{a}	۰/۵۶^{a}	۰/۵۴	۰/۴۵^{b}	۰/۴۹^{a}	۰/۴۳^{c}	۰/۴۶
کلروفیلa+ b	۶/۹۸^{b}	۷/۲۳^{a}	۷/۲۲^{a}	۷/۱۱	۶/۰۱^{b}	۶/۴۴^{a}	۵/۷۵^{c}	۶/۰۸
نسبت کلروفیل a/b	۱۱/۸۹^{b}	۱۱/۹۵^{b}	۱۲/۴۵^{a}	۱۲/۱۷	۱۲/۳۶^{a}	۱۱/۴۱^{b}	۱۲/۴۴^{a}	۱۲/۲۲
کاروتنوئید	۱/۴۳^{a}	۱/۲۶^{c}	۱/۳۴^{b}	۱/۳۱	۱/۲۲^{b}	۱/۳۶^{a}	۱/۱۴^{c}	۱/۲۴
پروتئین	۲۵/۰۸^{c}	۲۶/۶۳^{b}	۲۷/۴۵^{a}	۲۶/۳۹	۲۲/۴۷^{b}	۲۱/۱۲^{c}	۲۳/۳۸^{a}	۲۲/۳۲
روغن	۲۸/۹۲^{b}	۲۵/۴۶^{c}	۳۰/۴۶^{a}	۲۸/۶۸^{b}	۲۳/۱۰^{c}	۲۵/۸۰^{a}	۲۴/۷۸^{b}	۲۴/۵۶
عملکرد بیولوژیکی	۱۶/۵۰^{a}	۱۵/۸۱^{b}	۱۴/۸۲^{c}	۱۵/۷۱^{b}	۱۲/۱۶^{c}	۱۴/۰۳^{a}	۱۲/۵۸^{b}	۱۲/۰۹
شاخص برداشت	۱۸/۲۴^{b}	۱۶/۷۲^{c}	۲۱/۲۰^{a}	۱۸/۲۹	۱۶/۹۹^{c}	۱۸/۱^{a}	۱۷/۳۶^{b}	۱۷/۳۳
عملکرد	۲/۵۵^{b}	۲/۱۵^{c}	۲/۹۰^{a}	۲/۵۴	۲/۱۷^{b}	۲۸/۲^{a}	۲/۱۶^{b}	۲/۲۰

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه براساس روش وارد Ward در شرایط نرمال.
Figure 3. Dendrogram of cluster analysis in canola genotypes by ward method in normal condition.



شکل ۴- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه براساس روش وارد Ward در شرایط شوری
Figure 4. Dendrogram of cluster analysis in canola genotypes by ward method in salt stress

منابع

1. Akbarpour, O.A., H. Dehghani, M.J. Rousta and A. Amini. 2015. Evaluation of some properties of Iranian wheat genotypes in normal and salt-stressed conditions using Restricted Maximum Likelihood (REML). Journal Crop Research, 46: 57-69 (In Persian).
2. AOAC. 1995. Official methods of analysis (16th Ed). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
3. AOCS. 1997. Official methods and practice of AOCS (5th Ed). Washington, DC: The American Oil Chemist Society.
4. Ali, N., F. Javidfar and A. Attary. 2002. Genetic variability, correlation and path analysis of yield and its components in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Botany, 34: 145-150.
5. Azimi Gandomani, M., A. Dehdari, H. Faraji, M. Movahhedi Dehnavi and M. Alinaghizadeh. 2012. Effects of salinity on some quantitative and qualitative characteristics of spring Rapeseed cultivars. Electronical Journal of Crop Production, 5: 53-70 (In Persian).
6. Bybordi, A., S.J. Seidtabtabai and A. Ahmadof. 2010. NaCl salinity effect on qualitative, quantitative and physiological attributes of winter canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Journal of Water and Soil, 24: 334-346.
7. Bybordi, A. 2010. Effects of Salinity on Yield and Component Characters in Canola (*Brassica napus* L.) Cultivars. Notulae Sciatica Biologic, 2: 81-83.
8. Basalma, D. 2011. The correlation and Path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* ssp. oleifera L.) cultivars Research .Journal of Agricultural and Biological Science, 4: 120-125.
9. Baradaran, R., A. Majidi harvan, F. Darvish and M. Azizi. 2006. Relationship between correlation and path coefficient analysis of yield in canola. Journal of Agricultural Sciences, 12: 127-139.
10. Blumwald, E. 2004. Sodium transport and salt tolerance in plants. Department of Botany, University of Toronto, 25 Willcocks Street, Troronto, Ontario Mss 3b2, Canada, Utoronto, Ca. Current in Cell Biology, 12: 431-434.
11. Doganlar, Z.B., K. Demir, H. Basak and I. Gul. 2010. Effects of salt stress on pigment and total soluble protein contents of three different tomato cultivars. African Journal of Agricultural Research, 5: 2056-2065.
12. Ehyai, M. and N. Behbahanizadeh. 1993. Description of soil analysis methods. Soil and Water Research Institute. Publication, Tehran, Iran, 893 (1).
13. Emam, Y., E. Hosseini, N. Rafiei and H. Pirasteh. 2013. Response of early growth and sodium and potassium concentration in ten barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars under salt stress conditions. Crop Physiology Journal, 19: 5-15 (In Persian).
14. Farahani, E. and A. Arzani. 2009. Evaluation of genetic variation of durum wheat genotypes using multivariate analyses. Electronical Journal of Crop Production, 1: 51-64 (In Persian).
15. Faraji, A. and A. Hatamzadeh. 2009. Evaluation of Seed Yield Potential and Traits in Species of Brassica (*B. napus*, *B. Rapa*, *B. juncea*) under Rain Fed Conditions in Gonbad Area. Journal of Soil Water and Soil Science, 13: 47-52.
16. Fayaz. F. and R. Talebi. 2009. Determining relationships among yield and some yield components sing path analysis of field peas. Iranian Journal of Field Crops Research, 7: 137-143.
17. Ghanbari, A.A., H. Mozafari and H. Hassanpour Darvishi. 2017. Identification of Effective Traits on the Yield in bean Genotypes using Multivariate Statistical Methods. Journal of Crop Breeding, 9: 53-62.
18. Gosh, S.K. and S.C. Gulati. 2012. Genetic variability and association of yield components in Indian mustard (*Brassica juncea* L.). Crop Research, 21: 345-349.
19. Jafari, A. 2001. Genetic distance of 29 permanent ryegrass genotypes by cluster analysis based on yield and morphological traits. Genetic modification of plants for forestry research. Research Institute of Forests and Range Publications. Tehran.
20. Jamil, M., S.H. Rehman and E.S. Rha. 2016. Salinity effect on plant growth, PSII photochemistry and chlorophyll content in sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica Oleracea* L.). Pakistan Journal of Botany, 39: 753-760.
21. Khayat, M., S. Lack and H. Karami. 2012. Correlation and path analysis of traits affecting grain yield of canola (*Brassica napus* L.) varieties. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2: 5555-5562.
22. Lee, S.C., M.H. Lim, J.A. Ki and S.I. Kim. 2008. Transcriptome analysis in *Brassica Rapa* under the abiotic stresses using Brassica 24K oligo microarray. Molecules and Cells, 26: 595-605.
23. Mendez, M.A., C. Hodar, C. Vulpe, M. Gonzalez and V. Cambiazo. 2002. Discriminant analysis to evaluate clustering of gene expression data. Federation of the European Biochemical Society, 52: 24-28.
24. Mittler, R. and E. Blumwald. 2010. Genetic engineering for modern agriculture: Challenges and perspectives. Annual Review of Plant Biology, 61: 443-462.

25. Molazem, D. and J. Azimi. 2011. Effect of different levels of salinity on Leaf characteristics and chlorophyll content of commercial varieties of maize (*Zea mays* L.). Australian Journal of Basic and Applied Science, 5: 1718-1722.
26. Moameni, A. 2010. Geographical distribution and salinity levels of soil resources of Iran. Jornal of Soil Res. 24: 203-215 (In Persian).
27. Nazarbeygi, E., H.L. Yazdi, H.L, Naseri and R. Soleimani. 2011. The effects of different levels of salinity on proline and A-, B- chlorophylls in canola. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environement Science, 10: 70-74.
28. Porra, R.G. 2002. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. Photosynthesis.Research, 73: 149-156.
29. Rahnama, A.A and A. Bakhshandeh. 2005. Effect of sowing dates and direct graining and transplanting methods on agronomic characteristics and grain yield of Canola under Ahvaz conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 7: 324-336.
30. Ramee, V. 2012. Correlation and factor analyses of quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). Agriculture Innovations and Research, 1: 2319-1473.
31. Shahbazi, M., A.R. Kiani and S. Raeisi. 2011. Determination of salinity tolerance threshold in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Science, 13: 18-31 (In Persian).
32. Saadia, M., A. Jamil, N.A. Akram and M. Ashraf. 2012. A Study of Proline Metabolism in Canola (*Brassica napus* L.) Seedlings under Salt Stress. Molecules, 17: 5803-5815.
33. Solymanzadeh, H., N. Latifi and A. Soltani. 2007. Phenological and physiological traits associated with grain yield of Canola cultivars under rain fed conditions. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14: 67-76.
34. Tuncturk, M. and V. Ciftci. 2007. Relationships between yield and some yield components in rapeseed (*Brassica napus* ssp. oleifera L.) cultivars by using correlation and path analysis. Pakistan Journal of Botany, 39: 81-84.
35. Yasari, E., A.M. Patwardhan, V.S. Ghole, G.C. Omid and A. Ahmad. 2008. Relationship of growth parameters and nutrients uptake with canola (*Brassica napus* L.) yield and yield contribution at different nutrients availability. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11: 845-853.
36. Yazdani, V., K. Davari, B. Ghahreman and M. Kafi. 2016. Modeling the effects of salinity and water deficit stress on growth and yield parameters of two cultivars of canola. Irrigation Science and Engineering, 38: 137-154 (In Persian).

Evaluation of Salt Tolerance in Some Canola (*Brassica napus* L.) Genotypes under Normal and Salt Stress Conditions

Irandokht Mansouri[1], Hamid Najafi Zarini[2], Nadali Babeian Jelodar[3] and Ali Pakdin[4]

1 and 3- PhD student and Professor, Sari of Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- Associate Professor, Sari of Agricultural Sciences and Natural Resources University,
(Corresponding author: najafi316@yahoo.com)
4- Assistant Professor, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan
Received: October 3, 2017 Accepted: January 27, 2018

Abstract

Salinity is one of the most important factors limiting the growth and production of plants around the world. Identification of tolerant cultivars and improving plant tolerance is the most effective method for increasing yield. In order to evaluate the relationship between agronomic and biochemical traits of canola and grouping of canola genotypes in salinity conditions, an experiment was conducted at Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. The experiment was a factorial based on randomized complete block design with three replications. Factors included of 30 canola genotypes and two levels of salinity (0 and 12 ds/m^{-1}). The evaluated traits include: height, the number of branches per plant, number of capsules per plant, capsule length, number of seeds per capsule, 1000-grain weight, dry weight of plant, leaf and seed sulfur, sodium / potassium ratio, chlorophyll content a and b, carotenoid content, percentage of oil, percentage of protein, Biological yield, harvest index and grain yield per plant. Genotypes in both conditions without salt stress and salinity stress showed significant differences for all traits. The effect of salinity and interaction between genotype and salinity were also significant on the above traits. The 30 genotypes of canola were classified by cluster analysis of Ward method into three separate groups in both conditions, without salt stress and salinity stress. The results of mean comparison showed that in the salinity conditions genotypes (28, 26,27,5, 2 and 24) showed the least and The genotypes (3, 22, 3, 6, 7, 16, 20, 21 and 30) showed the highest traits,such as, yield, harvest index, capsule length, number of seeds per capsule and 1000-seed weight. As a result, genotypes of the first group are introduced as sensitive and genotypes of the second group are introduced as tolerated. Factor analysis and biplots had a great similarity to the cluster analysis. According to the results, Salinity tolerant genotypes, can be used for future Plans of plant breeding.

Keywords: Biplot, Canola, Factor Analysis, Salt Tolerance, Yield