

تجزیه بای پلات صفات تعدادی از ژنوتیپ‌های پاییزه کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط آبیاری و تنش خشکی

فروش ملکشاهی^۱، حمید دهقانی^{۲*} و بهرام علیزاده^۳

۱ - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه اصلاح نباتات، دانشگاه تربیت مدرس

۲* - نویسنده مسؤل: دانشیار گروه اصلاح نباتات، دانشگاه تربیت مدرس

۳ - استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۳۰

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۲۱

چکیده

کلزا یکی از گیاهان مهم صنعتی در زمینه تولید روغن می‌باشد و به دلیل اهمیت آن به عنوان یک دانه روغنی با ارزش و سازگار در مناطق خشک از جمله گیاهانی است که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به منظور تعیین روابط بین صفات و صفات وابسته به عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی، بررسی تاثیر تنش کمبود آب بر روی برخی از صفات زراعی ژنوتیپ‌های کلزا در مراحل رویشی و گلدهی، آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۲۵ ژنوتیپ در ۴ تکرار در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش کمبود آب در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا گردید. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از روش بای پلات و تجزیه علیت تجزیه و تحلیل شدند. ضرایب همبستگی میان عملکرد و صفات مختلف در شرایط آبیاری نرمال و تنش کمبود آب محاسبه و مشخص شد که عملکرد دانه، رابطه بسیار معنی‌داری با اجزای عملکرد داشت. تجزیه علیت در شرایط آبیاری نرمال و تنش کمبود آب نشان داد که صفات شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی اثرات مستقیم بالایی بر عملکرد دانه داشتند و می‌توان آنها را به عنوان مهم‌ترین صفات موثر بر عملکرد معرفی نمود و به عنوان معیارهای گزینش جهت اصلاح برای عملکرد دانه در کلزا استفاده نمود. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و صفات تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین در هر دو شرایط مشاهده گردید. مطالعه روابط بین صفات مختلف و مقایسه ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش تجزیه بای پلات نشان داد که ژنوتیپ‌های Jura، Eshydromel، Elvis و GKH305 و Vectra در شرایط آبیاری نرمال و ژنوتیپ‌های Jura، Eshydromel، GKH305 و GKH1103 در شرایط تنش کمبود آب با دارا بودن صفات مطلوبی مانند مقادیر بالای عملکرد دانه، تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین به عنوان مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند.

کلید واژه‌ها: تجزیه بای پلات، تجزیه علیت، تحمل به خشکی، کلزا

مقدمه

یک ساله، سرمادوست و روزبلند بوده و دارای انواع پاییزه و بهاره می‌باشد. بهترین رشد کلزا در دمای ۲۱ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود و به راحتی می‌تواند دامنه وسیعی از pH خاک را از ۵/۵ تا ۸ تحمل کند (گونستون^۲، ۲۰۰۴). دانه کلزا برای دو فرآورده اصلی

کلزا (*Brassica napus* L.) به عنوان یکی از گیاهان زراعی متحمل به خشکی شناخته شده و پس از سویا و نخل روغنی سومین منبع مهم تامین روغن گیاهی در جهان محسوب می‌شود (گوپتا^۱، ۲۰۰۷). این گیاه

مثبت و بالایی داشت، همچنین صفات تعداد خورجین در گیاه و وزن هزار دانه اثرات مستقیم بالایی بر عملکرد دانه داشتند (ایوانوفسکا و همکاران^۵، ۲۰۰۷). همبستگی مثبت بین تعداد خورجین در گیاه با عملکرد دانه نشان داده است که تعداد کمتر خورجین در گیاه منجر به عملکرد پایین دانه خواهد شد (صداقت و همکاران^۶، ۲۰۰۳). در یک پژوهش روابط بین صفات کمی ارقام مختلف کلزا با استفاده از ضرایب همبستگی ساده ارزیابی شد، همبستگی مثبت و بالا بین عملکرد دانه و عملکرد روغن مشاهده شد، همچنین صفت عملکرد دانه اثر مستقیم مثبت بر روی عملکرد روغن داشت (مرجانویک - جروملا و همکاران^۷، ۲۰۰۷). ارقام مختلف عکس العمل متفاوتی نسبت به عوامل زراعی و شرایط آب و هوایی دارند (کریستمس^۸، ۱۹۹۶؛ کوچفوف و همکاران^۹، ۱۹۹۶). ارقام مختلف مانند گونه‌های مختلف به شرایط اقلیمی معینی سازگار هستند؛ بنابراین انتخاب رقم برای تولید بالا حایز اهمیت است (سان و همکاران^{۱۰}، ۱۹۹۱). در انتخاب رقم باید به گونه، نوع و سازگاری رقم، کیفیت بذر، ویژگی‌های خاک، شرایط آب و هوایی، عملکرد دانه، زودرسی، مقاومت به ریزش، ورس، بیماری‌ها و سایر خصوصیات زراعی توجه کرد. رشد اولیه سریع، گلدهی زودهنگام پس از روزت، ساقه‌های کوتاه و ضخیم، گل‌های بدون گلبرگ، مقاومت به ریزش در زمان برداشت، طویل و عمودی بودن خورجین‌ها و افزایش تعداد خورجین در ساقه اصلی و کاهش تعداد ساقه‌های فرعی را می‌توان از خصوصیات مطلوب کلزا جهت تولید عملکرد بالا ذکر کرد (ترلینگ^{۱۱}، ۱۹۹۷).

روغن (خوراکی یا صنعتی) و کنجاله مورد استفاده قرار می‌گیرد و حاوی ۴۵-۴۰ درصد روغن است. کلزا در صورت وجود آب قابل دسترس در خاک می‌تواند کشت موفق داشته باشد (نلسن^۱، ۱۹۹۶). در آزمایشی در غرب استرالیا، توان تنظیم اسمزی تحت شرایط خشکی در دو گونه *B. napus* و *B. jancea* در گلخانه و مزرعه ارزیابی شد و نتایج آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که در گونه *B. napus* تنظیم اسمزی در مرحله بعد از گلدهی اتفاق می‌افتد. در حالی که در *B. jancea* تنظیم اسمزی خیلی زودتر و طی مدت گلدهی شروع شده و تا بعد از مرحله گلدهی ادامه می‌یابد. نتایج آزمایش مزرعه‌ای وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های دو گونه *B. napus* و *B. jancea* و همبستگی معنی‌داری را بین در صد کاهش عملکرد و عدم توانایی تنظیم اسمزی نشان داد (نیکنام و ترنر^۲، ۱۹۹۹). ارزیابی مزرعه‌ای *B. napus* نشان داده است که کلزا توانایی استخراج آب از اعماق ۱۶۵-۱۴۴ سانتی‌متر را دارا می‌باشد. نتایج اندازه‌گیری‌ها بیشترین حضور سیستم ریشه‌ای را در عمق ۱۱۴ سانتی‌متر نسبت به نقاط عمیق‌تر نشان داد. تنش خشکی در طول دوره گلدهی کلزا می‌تواند منجر به پایان گلدهی شود که در نهایت منجر به محدودیت بذر بعد از تجمع مقدار زیادی از ماده خشک گردد (جانسون و همکاران^۳، ۲۰۰۲). در یک آزمایش گلخانه‌ای، اثر کمبود رطوبت خاک بر روی عملکرد دانه *B. napus* در مراحل جوانه زنی، گلدهی و پرشدن دانه ارزیابی و مشخص شد که تنش کمبود آب در مراحل گلدهی و پرشدن دانه تاثیر منفی بر روی عملکرد دانه دارد (کیفوما و همکاران^۴، ۲۰۰۶). نتایج آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که عملکرد دانه با صفات تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه همبستگی

7- Ivanovska et al.

8- Sadaqt et al.

9- Marjanovic- Jeromela et al.

10- Christmas

11- Kuchtova et al.

12- Sun et al.

13- Thurling

1- Nielsen

4- Niknam Turner

5- Johnston et al.

6- Qifuma et al.

استفاده از این روش بر روی ارقام پائیزه کلزا نشان داد که واریته SLM046 در دومین تاریخ کاشت و سال اول، بیشترین عملکرد دانه و در سومین تاریخ کاشت و سال اول، بیشترین مقدار روغن را داشت. همچنین وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد دانه، تعداد خورجین در گیاه در سال اول و با عملکرد دانه در سال دوم نشان داد (دهقانی و همکاران، ۲۰۰۸).

به دلیل اهمیت کلزا به عنوان یک گیاه دانه روغنی و نیز اهمیت منابع آبی کشور، مطالعه حاضر با هدف بررسی روابط بین عملکرد و صفات زراعی، تعیین روابط بین این صفات و صفات وابسته به عملکرد دانه به دلیل تفاوت در واکنش ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و مقایسه ژنوتیپ‌ها به روش بای پلات در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش تعداد ۲۵ رقم کلزای تیپ دو صفر زمستانه (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۴ مورد بررسی قرار گرفتند. طول جغرافیایی محل اجرای آزمایش ۵۱ درجه و ۶۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی آن ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۲۳۱ متر و با متوسط بارندگی ۲۴۲ میلی‌متر، جزء مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ آمده است. کاشت بذور در تاریخ ۱۰ مهرماه به صورت هیرم کاری انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف ۵ متری به فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر بود. پس از عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و ماله، بر اساس نتایج آزمایشات تجزیه خاک، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص (ثلث اول هنگام کاشت، ثلث دوم در مرحله ریزش و ثلث باقی

طی انجام یک تحقیق در هندوستان تاثیر فاصله خطوط کشت، آبیاری و تاریخ‌های برداشت بر روی عملکرد و روغن بذر کلزا بررسی شد (بهان و همکاران^۱، همکاران^۲، ۱۹۸۰). تیمارهای این آزمایش شامل انجام آبیاری در مرحله شروع گلدهی یا مرحله تشکیل خورجین و آبیاری در هر دو مرحله زایشی مذکور بود. نتایج نشان داد که حداکثر عملکرد و میزان روغن بذر با انجام آبیاری در مراحل گلدهی و تشکیل خورجین به دست آمد؛ همچنین انجام آبیاری در مرحله شروع گلدهی، عملکرد بذر بیشتری را نسبت به انجام آبیاری در مرحله تشکیل خورجین، ایجاد نمود.

هدف بسیاری از برنامه های اصلاحی معرفی ژنوتیپ‌های برتر در مکان و سال‌های مختلف بر اساس صفات مطلوب می‌باشد که در این خصوص استفاده از روش‌هایی که قابلیت استفاده از مجموعه صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را دارند؛ مفید فایده خواهد بود که از آن جمله روش بای پلات است. بای پلات اولین بار در سال ۱۹۷۱ توسط گابریل به منظور خلاصه کردن ماتریس داده‌های چند متغیره و نمایش آن به صورت قابل تفسیر به کار رفت. بای پلات ابزار مناسبی برای توصیف و خلاصه نمودن ماتریس اطلاعات در تجزیه توصیفی داده‌ها می‌باشد. بای پلات اکثر تنوع موجود در یک ماتریس دوطرفه داده‌ها را نمایش می‌دهد. محققان روش GGE biplot را برای آزمایش‌های ناحیه‌ای پیشنهاد کردند (یان و همکاران^۳، ۲۰۰۰). روش GT biplot^۳ یکی از کاربردهای روش GGE biplot برای مطالعه ژنوتیپ‌ها توسط صفات می‌باشد (یان و همکاران^۴، ۲۰۰۲). این روش برای نمایش داده‌های دوطرفه تیمار - صفت استفاده گردید و TT biplot^۵ نامیده شد. نتایج پژوهش‌های انجام شده با

- 1- Bhan *et al.*
- 2- Yan *et al.*
- 3- Genotype by Trait biplot
- 4- Yan *et al.*
- 5- Treatment by trait biplot

بذر در خورجین^{۱۲}، عملکرد دانه^{۱۳}، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت^{۱۴} یادداشت برداری شد. ضرایب همبستگی بین صفات مختلف محاسبه شد. به منظور درک بهتر روابط میان صفات مختلف، تجزیه علیت انجام شد و ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تجزیه شدند. همچنین به منظور مطالعه روابط بین صفات مختلف و مقایسه ژنوتیپ ها از روش گرافیکی TT biplot استفاده گردید که در این روش ترسیم بای پلات بر اساس دو مولفه اصلی اول و دوم صورت گرفت. روش بای پلات برای تعیین ضریب همبستگی بین دو صفت بر اساس کسینوس زاویه بین بردارها استفاده شد. مدل زیر توسط محققان معرفی و برای تجزیه داده ها مورد استفاده قرار گرفت (یان و همکاران^{۱۵}، ۲۰۰۲).

$$\frac{\alpha_{ij} - \beta_j}{\sigma_j} = \sum_{n=1}^2 \lambda_n \xi_{in} \eta_{jn} + \varepsilon_{ij} = \sum_{n=1}^2 \xi_{in} \eta_{jn} + \varepsilon_{ij}$$

که در این رابطه، α_{ij} میانگین ارزش ژنوتیپⁱ ام در صفت σ_j ، β_j میانگین ارزش تمام ژنوتیپ ها در صفت σ_j ، انحراف استاندارد صفت σ_j ، λ_n مقادیر منفرد مولفه اصلی σ_j ، ξ_{in} و η_{jn} به ترتیب نمره ژنوتیپⁱ ام و صفت σ_j در مولفه اصلی σ_j ، باقیمانده های مربوطه تیمار σ_j و صفت σ_j را نشان می دهد.

برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزارهای SPSS و GGEbiplot استفاده گردید

مانده در مرحله قبل از گلدهی) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و علف کش ترفلان به صورت یک نواخت در سطح مزرعه پخش شد و به وسیله دیسک سبک، کود و علف کش با خاک مخلوط گردید. در مرحله شش برگی در صورت نیاز و جین به صورت دستی صورت گرفت. آبیاری به صورت نشئی و با کمک سیفون انجام شد. در آزمایش بدون تنش، آبیاری طی پنج نوبت به ترتیب در مراحل کاشت، روزت، شروع گلدهی، تشکیل خورجین و توسعه دانه انجام گردید. در وضعیت تنش گیاهان تنها در مرحله جوانه زنی ۲ بار آبیاری گردیدند و پس از زمستان گذرانی آبیاری انجام نشد. برای اندازه گیری رطوبت عمق خاک بعد از اعمال تنش، توسط اوگر از دو عمق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی متری خاک از هر دو آزمایش طی چهار نوبت نمونه گیری شد. بعد از اندازه گیری وزن تر، نمونه ها در آون در درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و وزن خشک نمونه برای به دست آوردن درصد رطوبت خاک توزین شد. برای اندازه گیری صفات مورفولوژیک تعداد ۱۰ بوته رقابت کننده به طور تصادفی از هر کرت برداشت شد و صفات تعداد خورجین در ساقه اصلی^۱، تعداد خورجین در ساقه فرعی^۲، تعداد خورجین در ساقه^۳، قطر^۴، ارتفاع^۵، ارتفاع^۵، تعداد شاخه فرعی^۶، طول خورجین اصلی^۷، طول طول خورجین فرعی^۸، طول خورجین^۹، تعداد بذر در خورجین اصلی^{۱۰}، تعداد بذر در خورجین فرعی^{۱۱}، تعداد

نتایج و بحث

با توجه به ماتریس ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی در شرایط تنش کمبود آب و آبیاری نرمال (جدول ۳ و ۴)، همبستگی مثبت و معنی داری بین صفات

-
- 12- Number of Seed per Pod (NSP)
 - 13- Seed Yield (SY)
 - 14- Harvest Index (HI)
 - 15- Yan *et al.*

-
- 1- Number of Pod per Main stem (NPM)
 - 2- Number of Pod per Branch (NPB)
 - 3- Number of Pod per Plant (NPP)
 - 4- Stem Diameter (SD)
 - 5- Plant Height (PH)
 - 6- Number of Branches per Plant (NBP)
 - 7- Length of Main Pod (LMP)
 - 8- Length of Branched Pod (LBP)
 - 9- Length of Pod (LP)
 - 10- Number of Seed in Main Pod (NSPM)
 - 11- Number of Seed in Branched Pod (NSPB)

همبستگی مثبت و معنی دار بود. این نتایج نشان دهنده رابطه مستقیم بین عملکرد و اجزای آن می باشد. تنش خشکی در کلزا در دوره گلدهی اثر منفی روی تشکیل غلاف و اندازه بذر دارد. نهایتاً منجر به کاهش عملکرد

تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در ساقه فرعی و تعداد خورجین در بوته در سطح احتمال ۱٪ مشاهده گردید. بین صفات طول خورجین اصلی، طول خورجین فرعی و طول خورجین نیز همبستگی در سطح ۱٪ مثبت و معنی دار بود. همچنین بین صفات تعداد دانه در خورجین، تعداد دانه در خورجین اصلی و فرعی

جدول ۱- اسامی و منشاء ارقام کلزای پاییزه مورد استفاده در آزمایش

منشاء	ژنوتیپ	کد ژنوتیپ	منشاء	ژنوتیپ	کد ژنوتیپ
ایران	Zarfam	۱۴	فرانسه	Eldo	۱
فرانسه	Okapi	۱۵	فرانسه	Essafir	۲
روسیه	Modena	۱۶	فرانسه	Esbetty	۳
روسیه	KN1	۱۷	فرانسه	Olano	۴
روسیه	KN2	۱۸	فرانسه	Ella	۵
روسیه	KN3	۱۹	فرانسه	Jura	۶
آلمان	KN4	۲۰	فرانسه	Elvis	۷
آلمان	Vectra	۲۱	فرانسه	Olpop	۸
آلمان	Opera	۲۲	فرانسه	Olphi	۹
آلمان	Dante	۲۳	فرانسه	Eshydromel	۱۰
آلمان	Feredric	۲۴	مجارستان	GK Helena	۱۱
آلمان	RG4504	۲۵	مجارستان	GKH305	۱۲
			مجارستان	GKH 1103	۱۳

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق‌های مختلف

خصوصیات شیمیایی				خصوصیات فیزیکی					
فسفر قابل جذب (ppm)	ازت کل (%)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	هدایت الکتریکی (mmohs/cm)	pH اشباع	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت خاک	عمق نمونه برداری (cm)
۴/۶	۰/۵۰	۱۹۰	۷	۷/۸	۴۲	۳۷	۲۱	لومی	۰-۳۰
۰/۸	۰/۰۳	۵۰	۶	۸/۰	۴۲	۴۳	۱۵	لومی	۳۰-۶۰
۰/۳	۰/۰۳	۳۰	۵	۸/۱	۳۲	۴۵	۲۳	لومی	۶۰-۹۰

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط آبیاری نرمال

صفات	X _۱	X _۲	X _۳	X _۴	X _۵	X _۶	X _۷	X _۸	X _۹	X _{۱۰}	X _{۱۱}	X _{۱۲}	X _{۱۳}	X _{۱۴}	X _{۱۵}
تعداد خورجین در ساقه اصلی	X _۱														
تعداد خورجین در ساقه فرعی	X _۲	۰/۶۶**													
تعداد خورجین در بوته	X _۳	۰/۸**	۰/۹۵**												
تعداد شاخه فرعی	X _۴	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۹											
قطر	X _۵	-۰/۱۵	-۰/۰۷	-۰/۱۲	۰/۴۷**										
ارتفاع بوته	X _۶	۰/۳*	۰/۳۷**	۰/۳۷**	۰/۳۱*	۰/۰۹									
طول خورجین اصلی	X _۷	-۰/۲*	-۰/۱۸	-۰/۲۱*	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۸								
طول خورجین فرعی	X _۸	۰/۲*	-۰/۱۹	-۰/۲۲*	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۹۹**	۰/۱۸							
طول خورجین	X _۹	۰/۲*	-۰/۱۸	-۰/۲۱*	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۱۸						
تعداد دانه در خورجین اصلی	X _{۱۰}	۰/۴*	-۰/۲۴*	۰/۲۵	-۰/۱۷	۰/۰۳	-۰/۲۹**	-۰/۲۱*	-۰/۱۷	-۰/۱۹					
تعداد دانه در خورجین فرعی	X _{۱۱}	۰/۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۵	-۰/۰۶	-۰/۱۹	-۰/۱۷	۰/۴۲**	۰/۹۳*				
تعداد دانه در بوته	X _{۱۲}	-۰/۱	-۰/۰۸	-۰/۱	-۰/۰۵	۰/۰۵	-۰/۱۶	-۰/۲۳*	-۰/۲*	-۰/۲۲*	۰/۷۲**	۰/۹۳*			
عملکرد دانه	X _{۱۳}	-۰/۰۶	-۰/۰۲	-۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۱۶	-۰/۲۴*	-۰/۴**	-۰/۳۶**	-۰/۴*	۰/۳*	۰/۳۳**	۰/۳۳**		
عملکرد بیولوژیک	X _{۱۴}	۰/۳*	۰/۳**	۰/۳۴**	-۰/۲۱*	۰/۱۹	-۰/۱۴	-۰/۱۲	-۰/۱	-۰/۱۱	۰/۲۷**	۰/۲۱*	۰/۲۷**	۰/۴۵**	۰/۶۴**
شاخص برداشت	X _{۱۵}	۰/۲۴*	۰/۲۲**	۰/۲۴*	-۰/۲۵*	۰/۰۲	-۰/۱۲	-۰/۳۱**	-۰/۳**	-۰/۳۱**	-۰/۰۵	۰/۱	۰/۰۶	۰/۶۴**	-۰/۳۶**

* و **: به ترتیب معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط تنش کمبود آب

X_{14}	X_{13}	X_{12}	X_{11}	X_{10}	X_9	X_8	X_7	X_6	X_5	X_4	X_3	X_2	X_1	صفات	
													۱	X_1	تعداد خورجین در ساقه اصلی
													۰/۵	X_2	تعداد خورجین در ساقه فرعی
												۰/۸۸**	۰/۲۲*	X_3	تعداد خورجین در بوته
											۰/۰۷۰	۰/۰۶	-۰/۲۱*	X_4	تعداد شاخه فرعی
									-۰/۰۳	-۰/۰۹۵	-۰/۰۵	۰/۰۶	X_5	قطر	
								۰/۱۱	۰/۲۹*	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۱۶	X_6	ارتفاع بوته	
								۰/۳۵**	۰/۱۲	۰/۲۵*	-۰/۰۰	-۰/۰۵	۰/۰۹	X_7	طول خورجین اصلی
							۰/۹۵**	۰/۳۴**	۰/۰۹	۰/۲۴*	-۰/۰۴	-۰/۰۸	۰/۰۶	X_8	طول خورجین فرعی
						۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۳۵**	۰/۱۱	۰/۲۴*	-۰/۰۲	-۰/۰۷	۰/۰۸	X_9	طول خورجین
					-۰/۲۸**	-۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۰۳	-۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۲۰*	۰/۱۳	-۰/۰۶	X_{10}	تعداد دانه در خورجین اصلی
				۰/۵۹**	-۰/۱۶	-۰/۱۴	-۰/۱۸	۰/۱۲	-۰/۲۶**	-۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۱۴	-۰/۰۵	X_{11}	تعداد دانه در خورجین فرعی
			۰/۸۸**	۰/۸۱**	-۰/۲۱*	-۰/۱۸	-۰/۲۲**	۰/۱۱	-۰/۲۲*	-۰/۰۷	۰/۲۱*	۰/۱۸	-۰/۰۳	X_{12}	تعداد دانه در بوته
		۰/۴۵**	۰/۳۶**	۰/۳۷**	-۰/۳۲**	-۰/۳**	-۰/۳۴**	-۰/۲۹	۰/۰۴	-۰/۳۱**	۰/۱۲	۰/۰۸۹	۰/۱۵	X_{13}	عملکرد دانه
	۰/۵۳**	۰/۵**	۰/۴۱**	۰/۳۹**	-۰/۱۴	-۰/۱۲	-۰/۱۶	۰/۰۴	-۰/۱۶	-۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۶۸	۰/۰۱۶	X_{14}	عملکرد بیولوژیک
۰/۱۲	۰/۷۶**	۰/۱	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۲۹**	-۰/۲۹**	-۰/۳**	۰/۳۶**	۰/۱۱	-۰/۳۱**	۰/۱۰	۰/۰۳۷	۰/۱۵	X_{15}	شاخص برداشت

* و **: به ترتیب معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

نظریه گرفته نشد. در شرایط تنش کمبود آب (شکل ۲)، بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه مربوط به صفت شاخص برداشت به میزان ۰/۸۸۷ بود. صفت شاخص برداشت اثر مستقیم بالایی بر عملکرد دانه داشت. میزان اثر غیرمستقیم این صفت از طریق صفت عملکرد بیولوژیکی به میزان ۰/۳۴- بود. این صفت به دلیل اثر مستقیم مثبت بالا بر عملکرد، اثر غیرمستقیم ناچیز بر سایر صفات و معنی دار بودن همبستگی آن با عملکرد دانه ($r=0/76^{**}$) به عنوان معیار گزینش جهت بهبود عملکرد دانه در شرایط تنش در نظر گرفته شد. پس از صفت شاخص برداشت، صفت عملکرد بیولوژیکی اثر مستقیم بالایی به میزان ۰/۸۶ بر عملکرد دانه داشت. میزان اثر غیرمستقیم این صفت از طریق شاخص برداشت ۰/۳۳- بود. این صفت نیز به دلیل اثر مستقیم مثبت و بالا بر عملکرد دانه، جهت بهبود عملکرد دانه در نظر گرفته شد. نتایج فوق نشان داد که صفات شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی نسبت به سایر صفات، تاثیر بیشتری بر روی افزایش عملکرد دانه داشته است. نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران نیز نشان داد که صفات شاخص برداشت و تعداد خورجین در ساقه به عنوان معیار مناسب انتخاب در جهت بهبود عملکرد دانه کلزا می باشند (علی و همکاران^{۳۶}، ۲۰۰۳). پس از صفت شاخص برداشت، صفات عملکرد بیولوژیکی و تعداد خورجین در ساقه اصلی تاثیر بیشتری بر عملکرد دانه داشتند. تجزیه داده ها بر اساس روش TT biplot در شرایط آبیاری نرمال ۵۲٪ و در شرایط تنش کمبود آب ۵۶٪ واریانس کل داده های استاندارد شده را توضیح داد. این درصد نسبتاً پایین پیچیدگی روابط بین صفات اندازه گیری شده را نشان می دهد. در این تحقیق مولفه های اول و دوم به ترتیب ۳۲٪ و ۲۰٪ در شرایط آبیاری نرمال و ۳۰٪ و ۲۹٪ در شرایط تنش کمبود آب از تغییرات کل بین داده ها را توضیح دادند.

نهایی بذری می گردد (کوچفوف و همکاران^{۳۴}، ۱۹۹۶). همبستگی مثبت تعداد خورجین در هر گیاه با عملکرد دانه نشان می دهد که تعداد کمتر خورجین در هر گیاه منجر به عملکرد پایین دانه می شود؛ بنابراین عملکرد دانه در هر گیاه می تواند با افزایش تعداد خورجین در هر گیاه افزایش یابد (صداقت و همکاران^{۳۵}، ۲۰۰۳).

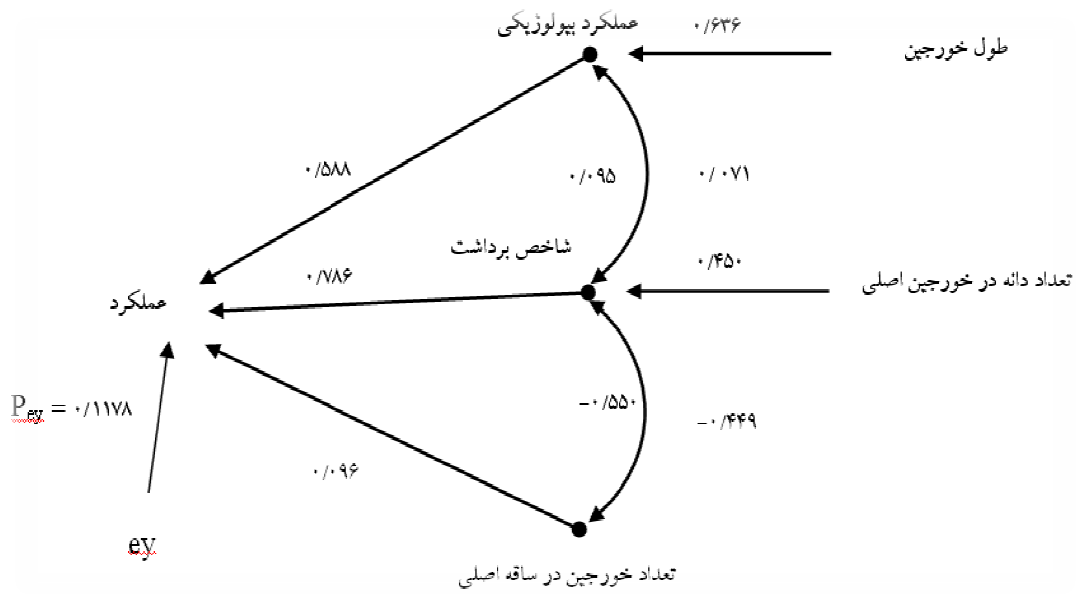
به منظور شناخت مهم ترین صفات توجیه کننده عملکرد، از تجزیه رگرسیون قدم به قدم در هر دو شرایط تنش کمبود آب و آبیاری نرمال استفاده گردید. با توجه به نتایج تجزیه علیت در شرایط آبیاری نرمال، بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه به میزان ۰/۷۸۶ مربوط به صفت شاخص برداشت بود (شکل ۱). صفات عملکرد بیولوژیکی و تعداد خورجین در ساقه اصلی به ترتیب با مقادیر ۰/۵۸۸ و ۰/۰۹۶ در مراحل بعدی اهمیت قرار داشتند. صفت شاخص برداشت اثر مستقیم بالایی (۰/۷۸۶) بر عملکرد داشت و میزان اثر غیرمستقیم این صفت از طریق صفت تعداد دانه در خورجین اصلی به میزان ۰/۴۵ بود. لذا این صفت به دلیل اثر مستقیم مثبت و بالا بر عملکرد، اثر غیرمستقیم ناچیز بر صفات دیگر و معنی دار بودن همبستگی آن با عملکرد دانه ($r=0/64^{**}$)، به عنوان معیار گزینش جهت اصلاح و بهبود عملکرد دانه در نظر گرفته شد.

پس از شاخص برداشت، صفت عملکرد بیولوژیکی اثر مستقیم بالایی (۰/۵۸۸) بر عملکرد دانه داشت. میزان اثر غیر مستقیم این صفت از طریق طول خورجین به میزان ۰/۶۳۶ بود. این صفت نیز به دلیل اثر مستقیم مثبت و بالا بر عملکرد و نیز معنی دار بودن همبستگی آن با عملکرد دانه ($r=0/45^{**}$) به عنوان دومین معیار گزینش پس از صفت شاخص برداشت مطرح بود. در نهایت صفت تعداد غلاف در ساقه اصلی به دلیل کم بودن میزان اثر مستقیم بر عملکرد به عنوان معیار گزینش در

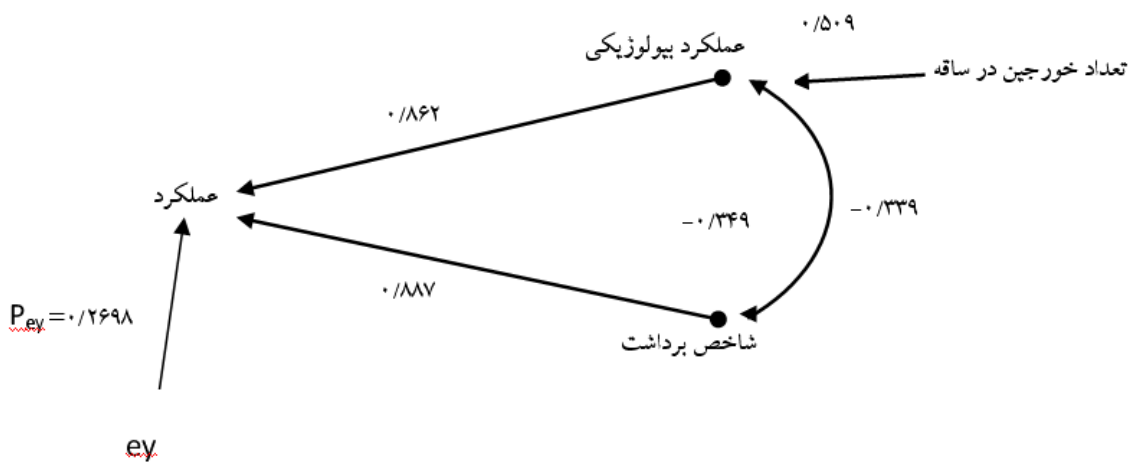
1- Kuchtova et al.

2- Sadaqut et al.

3- Ali et al.



شکل 1- دیاگرام نهایی تجزیه علیت در شرایط آبیاری نرمال



شکل 2- دیاگرام نهایی تجزیه علیت در شرایط تنش کمبود آب

مقدار شاخص برداشت؛ ژنوتیپ های شماره ۱۷، ۱ و ۷ بیشترین تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در ساقه فرعی و تعداد خورجین در ساقه؛ ژنوتیپ های شماره ۵، ۴، ۲، ۱۶، ۱۷ و ۱ بیشترین تعداد شاخه فرعی و ارتفاع، را داشتند.

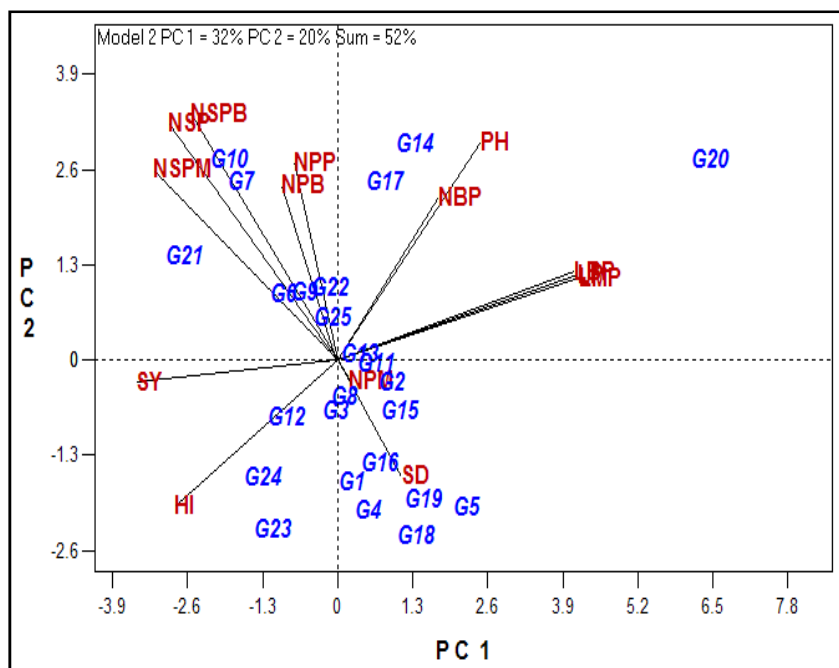
با توجه به نمودار بای پلات (شکل ۴ قسمت الف)، در شرایط آبیاری نرمال رابطه مثبت و قوی بین صفات تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین وجود داشت. همچنین رابطه مثبت و قوی بین صفات تعداد خورجین در ساقه فرعی، تعداد خورجین در ساقه، بین ارتفاع و تعداد شاخه فرعی، بین طول خورجین اصلی، طول خورجین فرعی و طول خورجین، بین عملکرد دانه و ارتفاع مشاهده شد. همبستگی نسبتا بالا و معنی دار بین عملکرد دانه و صفات تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین مشاهده گردید و بین صفات تعداد خورجین در ساقه اصلی و قطر ساقه نیز همبستگی وجود داشت و به وسیله زاویه کوچک بین بردارها نشان داده شد ($r = \cos 0^\circ = +1$). رابطه منفی بین ارتفاع گیاه و تعداد شاخه فرعی با شاخص برداشت، بوسیله زاویه منفرجه بزرگ بین بردارها نشان داده شد ($r = \cos 180^\circ = -1$).

در شرایط تنش کمبود آب (شکل ۴ قسمت ب)، رابطه مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه و صفات تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین وجود داشت ($r = \cos 0^\circ = +1$). ولی با توجه به زاویه بین عملکرد دانه و صفات تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در ساقه فرعی و تعداد خورجین در ساقه، بین این صفات و عملکرد دانه، رابطه ای مشاهده نشد ($r = \cos 90^\circ = 0$). بین صفات تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین با صفت ارتفاع

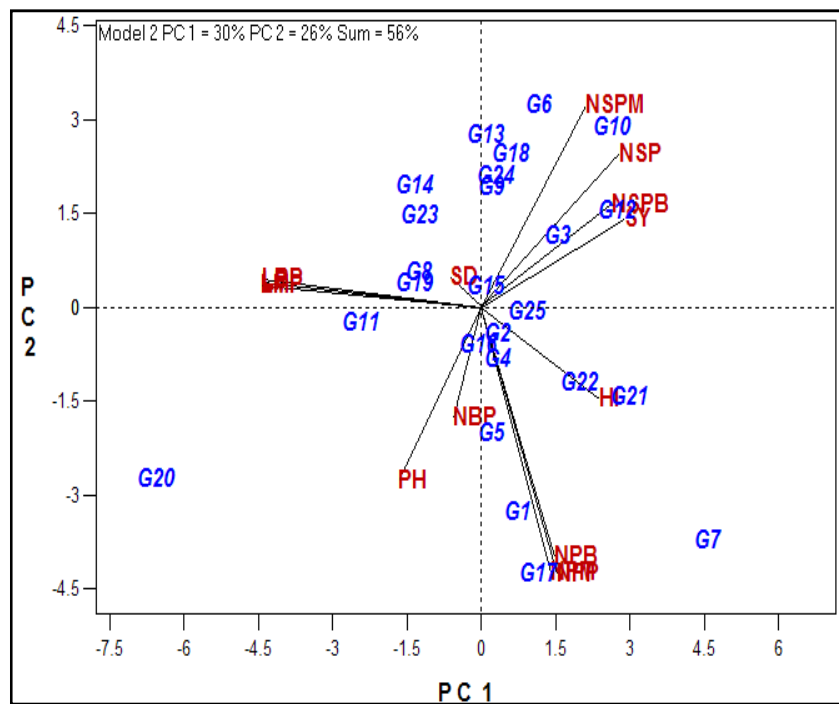
در نمودار بای پلات (شکل ۳ قسمت الف و ب) داده های حاصل از ۲۵ ژنوتیپ کلزا در ۴ تکرار برای صفات مختلف در شرایط آبیاری نرمال و تنش کمبود آب نشان داده شده است. با استفاده از چندضلعی بای پلات ژنوتیپ های با ارزش برای یک یا چند صفت تعیین شدند. ژنوتیپ هایی که دورترین فاصله را از مبدا بای پلات دارند توسط خطوط منقطع به هم متصل و یک تحذب (چندضلعی) که سایر ژنوتیپ ها در درون آن قرار می گیرند، را به وجود می آورند. ژنوتیپ های ۱۰، ۲۱، ۲۳، ۱۸، ۵، ۲۰ و ۱۴ در راس چندضلعی که دورترین فاصله را از مبدا بای پلات دارند در شرایط آبیاری نرمال (شکل ۳ قسمت الف) بودند. این ژنوتیپ ها بهترین یا بدترین ژنوتیپ ها از لحاظ مقدار در تعدادی یا همه صفات هستند و بیشترین فاصله را از مبدا بای پلات دارند. ژنوتیپ شماره ۱۰، برای صفات تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین بیشترین مقادیر را داشت. عملکرد دانه و شاخص برداشت در ژنوتیپ های شماره ۱۲، ۲۴، ۲۱ و ۲۳ بالا بود. ژنوتیپ های شماره ۱۴ و ۱۷ بیشترین مقدار ارتفاع و تعداد شاخه فرعی را دارا بودند. طول خورجین اصلی، طول خورجین فرعی و طول خورجین در ژنوتیپ شماره ۲۰ بیشترین مقدار را داشت. ژنوتیپ های شماره ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۲، ۱۵، ۸ و ۳ بیشترین تعداد خورجین در ساقه اصلی را دارا بودند و بیشترین قطر ساقه در ژنوتیپ های شماره ۱۶، ۱، ۴، ۱۹، ۱۸ و ۵ مشاهده شد. این در حالی است که ژنوتیپ های شماره ۲۰، ۲۵، ۸، ۵، برای صفات تعداد خورجین در ساقه، تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه و شاخص برداشت مقادیر پایینی داشتند.

در شرایط تنش کمبود آب، (شکل ۳ قسمت ب)، در راس چندضلعی بای پلات ژنوتیپ های شماره ۶، ۱۰، ۷، ۱۷، ۲۰ و ۱۴ قرار داشتند. ژنوتیپ های شماره ۶، ۱۰، ۱۲ و ۱۳، بیشترین مقدار عملکرد دانه، تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین؛ ژنوتیپ های شماره ۲۱ و ۲۲ بیشترین

ملکشاهی و همکاران: تجزیه بای پلات صفات تعدادی از ژنوتیپ های پاییزه کلزا...



شکل ۴(الف) - نمایش بای پلات ژنوتیپ های کلزا و روابط متقابل بین صفات در شرایط آبیاری نرمال



شکل ۴(ب) - نمایش بای پلات ژنوتیپ های کلزا و روابط متقابل بین صفات در شرایط تنش کمبود آب

دوره پر شدن دانه می‌باشد؛ به عبارتی هر چه طول دوره گلدهی بیشتر باشد، تعداد دانه و خورجین نیز بیشتر می‌شود که این امر به علت وجود حداکثر سطح برگ و عرضه بیشتر مواد فتوسنتزی در زمان گلدهی می‌باشد (راو مندهام^۱، ۱۹۹۱). عملکرد کلزا به ظرفیت ژنتیکی رقم، شرایط آب و هوایی، نوع خاک و مدیریت زراعی بستگی داشتند و عوامل ژنتیکی و زراعی تعیین کننده رشد و نمو گیاه و در نتیجه عملکرد دانه هستند (نلسن^۲، ۱۹۹۶).

در ارزیابی همبستگی بین صفات، (شکل ۴ قسمت الف و ب) رابطه مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه و صفات تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین مشاهده گردید که با نتایج بدست آمده از تحقیقات سایر پژوهشگران در توافق است (صداقت و همکاران^۳، ۲۰۰۳). تنش خشکی در کلزا در دوره گلدهی اثر منفی روی تشکیل خورجین و اندازه بذر دارد و نهایتاً منجر به کاهش عملکرد نهایی بذر می‌گردد (جانسون و همکاران^۴، ۲۰۰۲).

به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه علیت، صفات شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی اثر مستقیم بالایی بر عملکرد دانه در کلزا داشته و می‌توان در این تحقیق آنها را به عنوان مهمترین صفات موثر بر عملکرد معرفی نمود و به عنوان معیارهای گزینش جهت اصلاح برای عملکرد دانه در کلزا استفاده نمود. بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه بای پلات ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۷، ۱۰، ۱۲ و ۲۱ در شرایط آبیاری نرمال و ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۱۰، ۱۲ و ۱۳ در شرایط تنش کمبود آب با دارا بودن صفات مطلوب مانند عملکرد بالای دانه، تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در

با توجه به این که صفاتی مانند عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در ساقه در بهبود عملکرد کلزا صفات مهمی بوده و در برنامه های اصلاحی مورد توجه بسیار هستند، این صفات به صورت جداگانه در TT biplot مورد ارزیابی قرار گرفتند. در شرایط آبیاری نرمال، همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه، و تعداد دانه در خورجین وجود داشت. بین عملکرد و تعداد خورجین در ساقه همبستگی نزدیک به صفر مشاهده گردید ($r = \cos 90^\circ = 0$). همچنین بین صفات شاخص برداشت و عملکرد دانه نیز همبستگی مثبت و معنی دار بود (جدول ۳).

در شرایط تنش کمبود آب، بین عملکرد دانه و تعداد دانه در خورجین؛ بین عملکرد دانه و شاخص برداشت، همبستگی مثبت و معنی دار بود. بین عملکرد دانه و تعداد خورجین در ساقه همبستگی مشاهده نشد (جدول ۴).

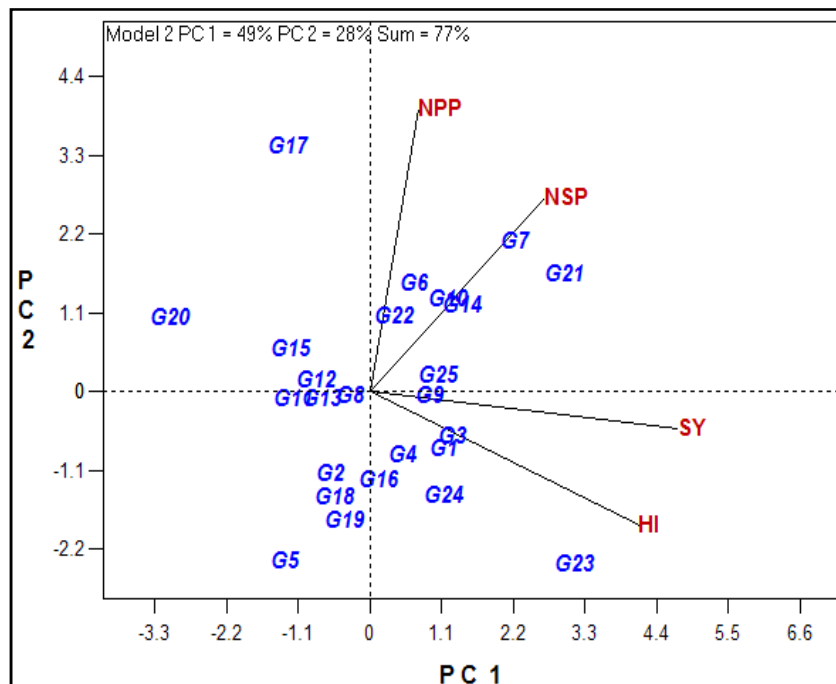
در این تحقیق، ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۷، ۶، ۲۱ و ۱۲ بهترین ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری نرمال بودند (شکل ۵ قسمت الف)، زیرا برای صفات مطلوبی مانند تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در ساقه، عملکرد دانه و شاخص برداشت، مقادیر بالایی داشتند. در حالی که در شرایط تنش، ژنوتیپ‌های ۶، ۱۰، ۱۲ و ۱۳ با داشتن صفاتی مانند عملکرد بالای دانه، تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. در این پژوهش، ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۱۰ و ۱۲ با دارا بودن صفات مطلوب و نیز تولید عملکرد مناسب و قابل قبول در هر دو شرایط تنش و بدون تنش به عنوان ژنوتیپ‌های برتر، شناخته شدند. این نتایج نشان می‌دهد که تنش خشکی در مرحله اول و آخر رویشی و مرحله گلدهی گیاه کلزا، عملکرد، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین را کاهش می‌دهد. علت اصلی کاهش عملکرد کلزا در شرایط تنش خشکی، کوتاه شدن طول

1- Rao & Mendham

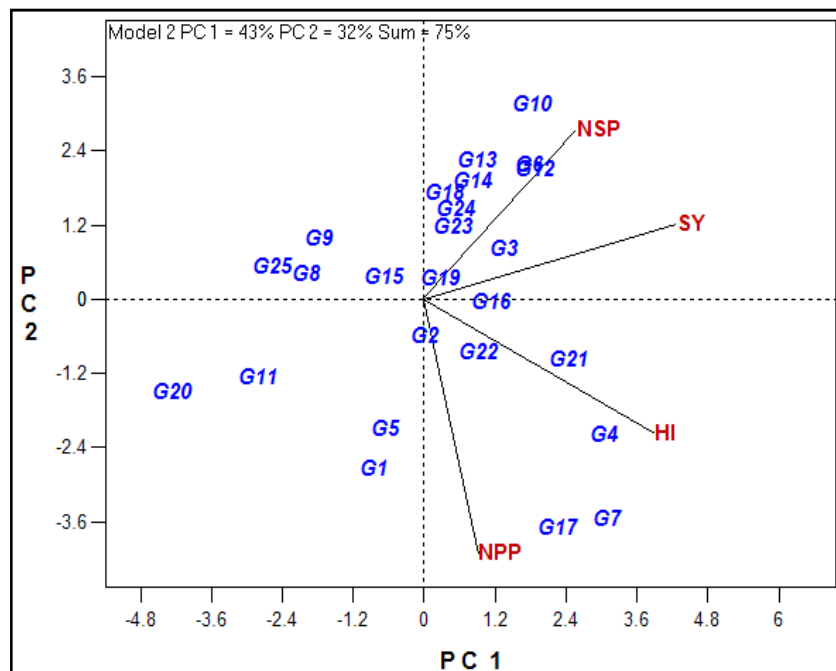
2- Nielsen

3- Sadaqut *et al.*4- Johnston *et al.*

ملکشاهی و همکاران: تجزیه بای پلات صفات تعدادی از ژنوتیپ های پاییزه کلزا...



شکل ۵ (الف) - نمایش بای پلات ژنوتیپ های کلزا و روابط متقابل بین صفات عملکرد دانه (SY)، تعداد خورجین در ساقه (NPP)، تعداد دانه در خورجین (NSP) و شاخص برداشت (HI) در شرایط آبیاری نرمال



شکل ۵ (ب) - نمایش بای پلات ژنوتیپ های کلزا و روابط متقابل بین صفات عملکرد دانه (SY)، تعداد خورجین در ساقه (NPP)، تعداد دانه در خورجین (NSP) و شاخص برداشت (HI) در شرایط تنش کمبود آب

خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین به عنوان مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند.

منابع

1. Ali N., Javidfar F., Jafarieh Yazdi E., and Mirza M.Y. 2003. Relationship among yield components and selections criteria for yield improvement in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Botany, 35(2): 167- 174.
2. Bhan S., Balaraju M., and Ram V. 1980. Water use, yield and quality of rapeseed as influenced by spacing, irrigation and time of harvest when raised in a multiple-cropping system. Indian Journal of Agriculture Science, 50: 760- 763.
3. Christmas E.P. 1996. Evaluation of planting date for winter canola production in Indiana. In: Janic, J. (ed.) Progress in new Crops. ASHS Press, Alexandria, VA. 660 pp.
4. Dehghani H., Omidi H., and Sabaghnia N. 2008. Graphic analysis of trait relations of canola (*Brassica napus* L.) using biplot method. Agronomy Journal, 100: 1443-1449.
5. Gunstone F.D. 2004. Rapeseed and canola oil, production, processing, properties and uses. CRC press, Black Well, 222 pp.
6. Gupta S.K. 2007. Advances in botanical research incorporating advances in plant pathology. rapeseed breeding. Academic press. 554 pp.
7. Ivanovska S., Stojkovski C., Dimov Z., marjanovic- Jermela A., Jancolovsca M., and jancolovski L. 2007. Interrelationship between yield and yield related traits of spring canola (*Brassica napus* L.) genotypes. Genetica, 39(3): 325- 332.
8. Johnston A.M., Tanaka D.L., Miller P.R., Brandt S.A., Nielsen D.C., Lafond G.P., and Riveland N.R. 2002. Oil seed crops for semiarid cropping systems in the northern great plains. Agronomy Journal, 94:231- 240.
9. Kuchtova P., Baranyk P., Vasak J., and Fabry J. 1996. Yield forming factors of oilseed rape. Rosliny Oleiste, 17: 223- 234.
10. Marjanovic-Jeromela A., Marinkovic R., Mijic A., Jankulovsca M. and Zdonic Z. 2007. Interrelationship between oil yield and other quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Central European Agriculture, 8(2): 165- 170.
11. Nielsen V.O. 1996. Potential of canola as a dry land crop in north eastern colorado. In: Janic, J. (ed.) Progress in New Crops. ASHS press, Alexandria, VA. 660 pp.

2. Niknam S.R., and Turner M. 1999. Physiological aspects of drought tolerance in *Brassica napus* and *B. juncea*. Available on the [WWW.agpsrv34.agic.wa.gov.au/cropupdates/2000/oil seed/Niknam.htm](http://WWW.agpsrv34.agic.wa.gov.au/cropupdates/2000/oil%20seed/Niknam.htm) (accessed June 1999).
13. Qifuma S.H., Niknam R., and Turner D.W. 2006. Responses of osmotic adjustment and seed yield of *Brassica napus* and *B. juncea* to soil water deficit at different growth stages. Australian Journal of Agricultural Research, 57: 221-226.
14. Rao M.S.S., and Mendham N.J. 1991. Soil plant water relation of oil rape (*Brassica napus*). Journal of Agricultural Science. Camb, 117:189-196.
15. Sadaqut H.A., Nadeemtahir M.H., and Hussain M.T. 2003. Physiological aspect of drought tolerance in canola (*Brassica napus*). International Agriculture Biology, 23: 1560-8530.
16. Sun W.C., Pan Q.Y., An X., and Yang Y.P, 1991. Brassica and Brassica- related oilseed crops in Gansu, China. In: McGregor, D.I. (ed.) Proceedings of the Eighth international Rapeseed Congress. Saskatoon, Canada. pp: 1130- 1135.
17. Thurling N. 1997. Application of the ideotype concept in breeding for higher yield in the oilseed brassicas. Field Crops Research, 26: 201- 219.
18. Yan W., and Rajcan I. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science, 42: 11–20.
19. Yan W., Hunt L.A., Sheng Q., and Szlavnic Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Science, 40: 597–605.