مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۴، ۱۳۹۰ (۶۹۴-۶۸۳)

بررسی صفات مهم زراعی و روابط بین آنها تحت شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی در رگه‌های هاپلویید مضاعف کلزا

عباس رضایی‌زاده[۱]، ولی‌اله محمدی[۲]*، عباسعلی زالی[۳]، حسن زینالی[۴] و محسن مردی[۵]
۱، ۲، ۳، ۴، دانشجوی سابق دکتری، استادیار، استاد، دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ۵، دانشیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی
(تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۱۲ - تاریخ تصویب: ۹۰/۴/۲۹)

چکیده

به منظور بررسی صفات مهم زراعی کلزا و روابط بین آنها تحت شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی ۱۳۵ رگه هاپلویید مضاعف حاصل از تلاقی رگه زمستانه فرانسوی (دارمور) و رگه بهاره کره‌ای (یودال) به همراه هفت واریته تجاری و همچنین والدین مذکور در قالب طرح لاتیس ساده با دو تکرار در دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ کشت شدند و صفات تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی ازسطح زمین، طول گل‌آذین اصلی، تراکم خورجین در گل‌آذین اصلی، عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه درخورجین، طول خورجین، طول نوک خورجین و ضخامت خورجین مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج این بررسی نشان داد که جمعیت مذکور از نظر صفات مورد ارزیابی دارای تنوع بسیار زیادی بودند که حاصل چندشکلی و پس‌زمینه ژنتیکی متفاوت والدین این جمعیت می‌باشد. نتایج تجزیه همبستگی ساده نشان داد که تعداد روز تا گلدهی دارای بیشترین همبستگی منفی با عملکرد و صفات ضخامت خورجین و وزن هزاردانه به ترتیب دارای بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه بودند. نتایج تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت نیز نشان داد که تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین و ارتفاع بوته صفات اثرگذار و تعیین‌کننده عملکرد در جمعیت حاضر هستند. عملکرد دانه و وزن هزاردانه صفاتی بودند که به ترتیب بیشترین کاهش را در اثر تنش خشکی متحمل شدند، در حالی که طول خورجین، ضخامت و طول نوک خورجین کاهش معنی‌دار نشان ندادند. رگه‌های هاپلویید مضاعف از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی گروه‌بندی شدند و بر این اساس دو مؤلفه اول و دوم مجموعاً ۹۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کردند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، عملکرد و اجزای عملکرد، تجزیه همبستگی، تجزیه علیت، خشکی

مقدمه

روغن خوراکی یکی از محصولات غذایی عمده کشور می‌باشد که بیش از ۸۵٪ نیاز داخلی آن با صرف هزینه‌های هنگفت و بوسیله واردات از خارج تأمین می‌گردد. از این رو سرمایه گذاری روی دانه‌های روغنی و از جمله کلزا مورد توجه دولت قرار گرفته است. دانه

* نویسنده مسئول: ولی‌اله محمدی تلفن: ۰۹۱۲-۱۹۶۱۶۷۴ E-mail: vmohammadi@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

روغنی کلزا (*Brassica napus* L.) سومین گیاه عمده روغنی جهان است که به دلیل ویژگی‌های خاص مانند سازگاری با شرایط مختلف آب و هوایی، ارزش تناوبی بالا، کنترل علف‌های هرز، دارا بودن ژنوتیپ‌های بهاره و پاییزه، عملکرد بالاتر روغن در واحد سطح و سایر مزایای دیگر به عنوان نقطه امیدی برای تامین روغن خوراکی مورد نیاز کشور به شمار می‌آید.

بیشتر صفات مورد علاقه به‌نژادگران صفات کمی هستند که از ژنتیک پیچیده‌ای برخوردارند و معمولاً با سایر عوامل دارای اثر متقابل هستند. عملکرد دانه مهمترین صفت اصلاحی می‌باشد که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی زیادی می‌باشد. اطلاعات در مورد روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد و دیگر عوامل در تعیین شاخص‌های انتخاب و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر همواره از اهمیت زیادی برخوردار بوده است. در بسیاری از گزارش‌ها صفات تعداد خورجین در واحد سطح (تعداد خورجین در بوته و تعداد بوته در واحد سطح)، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه به عنوان اجزای تعیین‌کننده عملکرد کلزا گزارش شده‌اند (Downey & Robbelen, 1989; Leon, 1993; Diepenbrock, 2000). تعداد خورجین در بوته همواره به عنوان یک شاخص انتخاب برای عملکرد مطرح بوده است اما باید در نظر داشت که وراثت‌پذیری این صفت معمولاً پایین است و تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد و انتخاب بر اساس این صفت کارایی چندانی ندارد (Richard, 1978; Richard & Thurling, 1978; Richard & Thurling, 1979 a; Richard & Thurling, 1979b).

تنش‌های محیطی مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند و در این بین خشکسالی و تنش حاصل از آن یکی از رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته و بازده استفاده از مناطق خشک و دیم را کاهش داده است. در زمینه تنش‌های خشکی آزمایش‌های زیادی در دنیا انجام گرفته است ولی در اکثر موارد اثر متقابل شدید محیط و ژنوتیپ انتخاب ارقام مقاوم به خشکی را مشکل کرده است. اصلاح ارقام کلزای متحمل به خشکی نیز یکی از اولویت های تحقیقاتی کشور است. گیاه کلزا که همانند گندم در هر دو شرایط آبی و دیم کشت می‌شود عموماً در مراحلی از چرخه زندگی خود تنش خشکی را تجربه می‌کند. در اراضی آبی و مناطقی که در آنها از آب‌های سطحی برای آبیاری استفاده می‌شود در اواخر فصل رشد به دلیل کاهش بارندگی و همچنین استفاده از منابع آبی برای زراعت‌های پرسود بهاره در میزان آب افت شدیدی ایجاد می‌شود. در نتیجه فواصل بین آبیاری طولانی شده و گیاه در دوره بحرانی رشد یعنی مرحله پر شدن دانه با تنش آبی مواجه می‌شود. حساس‌ترین زمان برای آبیاری، مرحله گلدهی و اوایل خورجین‌بندی می‌باشد (Richard, 1978; Richard&Thrling, 1978; Richard & Thrling, 1979a; Richard & Thrling, 1979b; Pouzet, 1995).

برای اصلاح مقاومت به خشکی در گونه‌های خود سازگار براسیکا نظیر خردل هندی[1] (*Brassica juncea*)، خردل حبشی[2] (*Brassica carinata*) و واریته سارسون زرد از گونه شلغم روغنی (*Brassica compestris*) می‌توان روش شجره‌ای را باموفقیت به کار بست (Blum, 1983). در حالی که برای اصلاح مقاومت به خشکی در گونه های خودناسازگار براسیکا، گزینش دوره‌ای ممکن است بهترین روش باشد (Richard & Thrling, 1979a). بر اساس منابع علمی موجود، تنوع ژنتیکی از حیث عملکرد و اجزای آن در بین و درون گونه‌های براسیکا برای تنش خشکی وجود دارد (Richard, 1978; Richard & Thrling, 1978; Richard & Thrling, 1979a; Richard & Thrling, 1979b). نتایج تحقیقات Jensen et al. (1996) درکلزا نشان داد، تنش خشکی در زمان پر شدن دانه بیشترین تأثیر منفی را بر روی عملکرد دارد. Sing (1989) معتقد است که برای اصلاح ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی گونه‌های براسیکا، صفات عملکرد دانه، وزن هزاردانه و تعداد شاخه‌های فرعی باید مد نظر قرار گیرند. در کشور ایران که از مناطق کم آب جهان محسوب می‌شود، نزدیک به دوسوم سطح زیر کشت محصولات کشاورزی به زراعت دیم اختصاص دارد. از این رو لزوم تحقیقات در زمینه تولید ارقام مقاوم به خشکی اهمیت فراوانی دارد. در مطالعه حاضر سعی

1. Indian mustard
2. Ethiopian mustard

Archive of SID

www.SID.ir

گردیده است روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی و همچنین تأثیر تنش خشکی بر رگه‌های هاپلوییید مضاعف مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۳۵ رگه هاپلوییید مضاعف حاصل از تلاقی رگه دارمور[1] و رگه یودال[2] که توسط Foisset et al. (1996) در اینرای[3] فرانسه تولید شده بود به همراه والدین مذکور در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفتند. این تلاقی به عنوان یک تلاقی مرجع در مطالعات ژنتیکی و نقشه‌یابی در اینرا فرانسه مورد استفاده قرار می‌گیرد. دارمور یک واریته زمستانه فرانسوی و یودال یک واریته بهاره کره‌ای می‌باشد که در نواحی معتدل همانند تیپ‌های زمستانه با گلدهی زودهنگام عمل می‌کند (Foisset et al., 1996; Delourme et al., 2006). والدین مذکور برای صفات مهم زراعی همانند پاکوتاهی، زودرسی، کیفیت بذر (میزان اسید اروسیک و گلوکوزینولات) و مقاومت به بیماری‌ها چند شکلی نشان می‌دهند (Foisset et al., 1996). در این مطالعه تعداد ۱۴۴ ژنوتیپ شامل ۱۳۵ رگه‌هاپلوییید مضاعف، والدین و هفت واریته تجاری (وانگ، مودنا، زرفام، هایولا۴۰۱، اوکاپی، دانته و آر.جی. اس. ۰۰۳) به عنوان شاهد در قالب طرح لاتیس ساده در ۲ تکرار و در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی در اوایل مهر ماه سال زراعی ۸۷-۸۶ درمزرعه پژوهشی و آموزشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران کشت گردیدند. در شرایط آبیاری طبیعی، آبیاری‌ها از ابتدا تا انتهای فصل به صورتی بود که رگه‌های آزمایش با تنش خشکی مواجه نشدند ولی در شرایط تنش، آبیاری از مرحله گلدهی به بعد قطع شد. هر تکرار شامل ۱۲بلوک و هر کرت شامل ۴ خط ۱/۵ متری با فاصله ۲۵ سانتی‌متر و تراکم ۱۰۰-۸۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. کوددهی و سمپاشی مطابق معمول منطقه اعمال گردید. تعداد ۱۰ بوته از وسط ردیف هر کرت انتخاب و صفات زیر اندازه‌گیری و یادداشت گردیدند: شروع گلدهی (پنج درصد بوته‌ها دارای گل باز شده هستند)، گلدهی کامل (۹۰ درصد بوته‌ها دارای گل باز شده هستند)، پایان گلدهی (فقط ۱۰ درصد بوته‌ها دارای گل باز شده هستند و ۹۰ درصد از گل‌آذین‌ها تبدیل به خورجین شده‌اند)، ارتفاع بوته (ارتفاع از سطح زمین تا انتهای گل‌آذین اصلی)، ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از زمین (ارتفاع ازسطح زمین تا قاعده پایین‌ترین شاخه فرعی)، طول گل‌آذین اصلی (طول ازپایه بالاترین شاخه فرعی تا انتهای بوته)، تراکم خورجین در گل‌آذین اصلی (تقسیم تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی بر طول گل‌آذین اصلی) و طول خورجین (طول ۱۰ خورجین از قسمت میانی گل‌آذین اصلی).

برآورد وراثت‌پذیری عمومی صفات از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$h^2 = \sigma^2 g / [\sigma^2 g + (\sigma^2 e / r)] \quad (۱$$

بدست می‌آید. در معادله مذکور $\sigma^2 g$، واریانس ژنتیکی، از رابطه ۲ بدست آمد. در این رابطه $\sigma^2 e$، واریانس محیطی ($\sigma^2 e = MSe$)، و r، تعداد تکرار در آزمایش می باشد.

$$[\sigma^2 g = 1/r(MSg - MSe)] \quad (۲$$

در یک جمعیت هاپلوییید مضاعف واریانس غالبیت وجود ندارد و واریانس ژنتیکی فقط شامل واریانس افزایشی می‌باشد. در این جمعیت‌ها واریانس ژنتیکی (افزایشی) دو برابر واریانس ژنتیکی جمعیت پایه است (۱۱)، در نتیجه برای تخمین وراثت‌پذیری از رابطه ۳ استفاده شد:

$$h^2 = 1/2\sigma^2 g / [1/2\sigma^2 g + (\sigma^2 e / r)] \quad (۳$$

برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به خشکی شاخص‌های ذیل محاسبه شدند:

۱. تحمل $TOL = Yp - Ys$ که در آن Yp عملکرد ژنوتیپ در شرایط عادی و Ys عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش است.

۲. میانگین حسابی $Mp = (Yp + Ys)/2$

۳. میانگین هندسی $GMP = \sqrt{Yp \cdot Ys}$

۴. میانگین هارمونیک $HARM = \frac{2(Yp \cdot Ys)}{Yp + Ys}$

۵. شاخص تحمل تنش $STI = (Yp \cdot Ys)/(\bar{Y}p)^2$ (Fernandez, 1992).

1. Darmor-Bzh
2. Yudal
3. INRA

Archive of SID

www.SID.ir

۶. شاخص حساسیت به تنش $SSI = 1-(Ys/Yp)/D$ که در آن D (شدت تنش) از رابطه $D=1-(\overline{Y}s/\overline{Y}p)$ محاسبه می‌شود. $\overline{Y}p$ و $\overline{Y}s$ میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها به ترتیب در شرایط آبیاری و تنش است (Fisher & Maurer, 1978).

نتایج و بحث

تجزیه واریانس، همبستگی ساده، همبستگی جزئی و تجزیه علیت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه به روش طرح لاتیس ساده نشان داد که بلوک‌های داخل تکرار برای هیچ کدام از صفات تفاوت معنی‌داری نداشتند، بنابراین از میانگین مربعات روش طرح بلوک‌های کامل تصادفی که در تجزیه واریانس طرح لاتیس مستتر می‌باشد برای تجزیه واریانس داده‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در کلیه صفات و برای هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی معنی‌دار بود (جدول ۱). در هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی تنوع بسیار زیادی برای صفات اندازه‌گیری شده مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به چندشکلی مورفولوژیک و ژنتیکی در بین والدین وجود تنوع در جمعیت مورد انتظار بود. دامنه عملکرد دانه در شرایط آبیاری طبیعی ۸۵۲۷-۱۰۹۳ کیلوگرم درهکتار و در شرایط تنش ۸۱۶۷-۱۴۴۷ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد دانه رگه‌های والدینی این جمعیت، دارمور و یودال، در شرایط آبیاری طبیعی به ترتیب برابر با ۳۵۲۰ و ۷۲۳۳ کیلگرم در هکتار و در شرایط تنش خشکی به ترتیب برابر با ۲۴۰۰ و ۶۴۸۰ کیلوگرم در هکتار بود. ملاحظه می‌شود که عملکرد والد بهاره و زودرس (یودال) در هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی به میزان قابل توجه‌ای بیشتر از والد زمستانه (دارمور) است. نتایج تجزیه همبستگی فنوتیپی (جدول‌های ۳ و ۴) نشان داد که صفات تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی در هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی دارای بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار با عملکرد دانه هستند. در واقع رگه‌هایی که دارای مشخصاتی شبیه به والد زمستانه بودند و یا به عبارتی زمستانه و دیررس بودند از عملکرد پایین‌تری برخوردار بودند درحالی که معمولا واریته‌های زمستانه از پتانسیل عملکرد بالاتری برخوردارند و گاهی اوقات از تلاقی برگشتی رگه‌های بهاره با رگه‌های زمستانه برای انتقال قطعاتی از ژنوم رگه‌های زمستانه به رگه‌های بهاره که باعث افزایش عملکرد می‌شود استفاده می‌شود (Butruille et al., 1999; Quijada et al., 2006). پایین بودن عملکرد رگه‌های زمستانه نسبت به رگه‌های بهاره در این مطالعه به پس‌زمینه ژنتیکی مواد ارزیابی شده برمی‌گردد به طوری که در این مطالعه به دلیل عدم سازگاری رگه زمستانه دارمور و همچنین ویژگی‌های مثبتی که رگه بهاره یودال داشت، عملکرد یودال که یک رگه بهاره محسوب می‌شود به مقدار قابل توجهی بیشتر از رگه دارمور بود. در شرایط آبیاری طبیعی ضخامت خورجین، ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین و ارتفاع بوته به ترتیب دارای بیشترین همبستگی مثبت با عملکرد دانه بودند.

Kis et al. (2006) نیز نتایج مشابهی در مورد همبستگی ارتفاع بوته و عملکرد دانه و همچنین همبستگی ارتفاع بوته و ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین گزارش دادند اما در برخی مطالعات نیز رابطه منفی بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه گزارش شده است (Degenhart & Kondra, 1984; Gilani et al., 1993).

در شرایط تنش خشکی صفات وزن هزاردانه، ضخامت خورجین و طول خورجین دارای بیشترین همبستگی مثبت با عملکرد دانه بودند. در بسیاری از گزارشات دیگر نیز بر اهمیت وزن هزاردانه به عنوان یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه اشاره شده است (Leon, 1993; Downey & Robbelen, 1989; Diepenbrock, 2000). رابطه بین تعداد خورجین در شاخه اصلی و تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی مثبت و معنی‌دار بود و در واقع رگه‌هایی با تیپ رشد زمستانه از تعداد خورجین در شاخه اصلی بیشتری برخوردار بودند. به‌رغم اینکه در مطالعات مختلف به نقش تعیین‌کننده تعداد خورجین در بوته اشاره شده است، در این مطالعه هیچ گونه همبستگی فنوتیپی بین تعداد خورجین در شاخه اصلی و عملکرد دانه مشاهده نگردید. عدم وجود ارتباط بین تعداد خورجین در شاخه اصلی و عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین مربعات و وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی در کلزا

صفت	میانگین مربعات		h^2	میانگین مربعات		h^2
	تیمار	خطا		تیمار	خطا	
	شرایط آبیاری معمول			شرایط تنش		
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۸۰۰۸۸**	۲۶۷۷۰	۰/۵	۶۰۵۶۴**	۲۹۴۵۱	۰/۳۵
وزن هزاردانه (گرم)	۰/۵**	۰/۱۱	۰/۶۴	۰/۳۲**	۰/۰۹۸	۰/۵۳
ضخامت خورجین (میلی متر)	۰/۴۶**	۰/۱۲	۰/۵۹	۰/۴۴**	۰/۱۲	۰/۵۷
طول خورجین (میلی متر)	۰/۵۸**	۰/۰۵	۰/۸۴	۰/۶۴**	۰/۰۶۵	۰/۸۱
تعداد دانه در خورجین	۱۱/۹**	۴/۷	۰/۴۳	۱۸/۳**	۱۱/۵	۰/۲۳
طول نوک خورجین (میلی متر)	۷/۴**	۰/۶	۰/۸۵	۷/۲**	۱	۰/۷۶
تعداد روز تا رسیدگی	۲۳/۲**	۱/۹	۰/۸۵	۱۸/۷**	۳/۳	۰/۷
تعداد روز تا گلدهی	۴۱/۱**	۴/۹۵	۰/۷۸			
ارتفاع بوته (سانتی متر)	۵۸۸/۹**	۲۸/۷	/۹۱			
ارتفاع اولین شاخه فرعی از سطح زمین (سانتی متر)	۴۴۳/۸**	۴۸/۶	/۸			
طول گل‌آذین اصلی (سانتی متر)	۵۳/۶**	۳۰/۱	/۲۸			
تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی	۱۴۶/۷**	۸۶/۲	۰/۲۶			
تراکم خورجین در گل‌آذین اصلی	۰/۰۹۹**	۰/۰۳۴	۰/۴۹			

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

جدول ۲- میانگین، حداکثر، حداقل و انحراف معیار صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی در کلزا

صفت	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف استاندارد	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
	شرایط آبیاری معمول				شرایط تنش			
عملکرد دانه (کیلوگرم در واحد هکتار)	۴۹۶۰	۱۰۹۳	۸۵۲۷	۱۵۷۱	۴۲۱۳	۱۴۴۷	۸۱۶۷	۱۶۰۹
وزن هزاردانه (گرم)	۳/۱	۴/۷	۱/۹۷	۰/۵	۲/۷۷	۱/۸۱	۴/۱	۰/۴
ضخامت خورجین (میلی متر)	۳/۹۸	۲/۵	۵/۲	۰/۴۸	۳/۹۵	۲/۴۳	۵/۱	۰/۴۷
طول خورجین (میلی متر)	۵/۳	۳/۹	۶/۵	۰/۵۳	۵/۳	۳/۷۳	۶/۶۲	۰/۵۷
تعداد دانه در خورجین	۲۴/۹	۱۸/۱	۳۰/۵	۲/۴	۲۴/۵	۱۲/۸	۳۲/۳	۳
طول نوک خورجین (میلی متر)	۱۳/۳	۸/۸۵	۲۰/۷۵	۱/۹۳	۱۳/۴۴	۹/۶۵	۲۱/۷	۱/۹
تعداد روز تا رسیدگی	۲۷۳/۵	۲۶۰	۲۸۱	۳/۴	۲۷۰	۲۵۷	۲۷۹/۵	۳/۴
تعداد روز تا گلدهی	۱۹۳/۳	۱۷۹/۴	۲۰۷/۶	۴/۸				
ارتفاع بوته (سانتی متر)	۱۱۰/۲	۷۸/۷	۱۵۶/۲	۱۵/۷				
ارتفاع اولین شاخه فرعی از سطح زمین (سانتی متر)	۵۳/۹۷	۲۱/۳	۹۶	۱۵/۲۳				
طول گل‌آذین اصلی (سانتی متر)	۳۵/۳	۲۶/۱	۴۶/۶	۴/۴				
تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی	۴۷/۳	۲۷/۶	۷۱/۸	۷/۸				
تراکم خورجین در گل‌آذین اصلی	۱/۳۵	۰/۷۸	۲/۰۲	۰/۲				

جدول ۳- ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات در شرایط آبیاری معمول در کلزا

صفت	عملکرد دانه (۱)	ضخامت خورجین (۲)	تعداد دانه در خورجین (۳)	طول نوک خورجین (۴)	طول خورجین (۵)	وزن هزاردانه (۶)	ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین (۷)	طول گل‌آذین اصلی (۸)	تعداد خورجین در شاخه اصلی (۹)	ارتفاع بوته (۱۰)	تراکم خورجین در گل‌آذین اصلی (۱۱)	تعداد روز تا گلدهی (۱۲)	تعداد روز تا رسیدگی (۱۳)
(۱)	۱												
(۲)	۰/۴۱**	۱											
(۳)	۰/۰۲	۰/۱۴	۱										
(۴)	۰/۲۷**	۰/۴**	۰/۲۹**	۱									
(۵)	۰/۲۱*	۰/۱۵	۰/۳۲**	۰/۱۸*	۱								
(۶)	۰/۳۳**	۰/۴۹**	-۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۴۵**	۱							
(۷)	۰/۴۴**	۰/۲۹**	۰/۰۷۵	۰/۱	۰/۲۳**	۰/۳۵**	۱						
(۸)	-۰/۱۱	-۰/۱۸*	-۰/۰۷	-۰/۱۴	-۰/۱۶*	-۰/۰۵	-۰/۱	۱					
(۹)	-۰/۰۸	-۰/۲۱*	۰/۰۱۳	-۰/۱۴	-۰/۳۲**	-۰/۲۴**	۰/۱۹*	۰/۵**	۱				
(۱۰)	۰/۳۵**	۰/۲۲**	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۲۲**	۰/۳۵**	۰/۸۹**	۰/۱۳	۰/۲۸**	۱			
(۱۱)	۰/۰۱۱	-۰/۰۰۷	۰/۰۴	-۰/۰۳	-۰/۲۲**	-۰/۲۳**	۰/۳۲**	-۰/۲۶**	۰/۶۹**	۰/۲۳**	۱		
(۱۲)	-۰/۵۷**	-۰/۵۶**	-۰/۰۶	-۰/۳۷**	-۰/۴**	-۰/۴۷**	۰/۰۱۲	۰/۱۷	۰/۵۳**	۰/۰۸	۰/۴۶**	۱	
(۱۳)	-۰/۳۸**	-۰/۵۲**	-۰/۱۹*	-۰/۳۹**	-۰/۳۶**	-۰/۲۹**	۰/۰۷	۰/۲۶**	۰/۵۲**	۰/۱۵	۰/۳۷**	۰/۸۵**	۱

**، *: معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات در شرایط تنش در کلزا

صفت	عملکرد دانه (۱)	ضخامت خورجین (۲)	تعداد دانه در خورجین (۳)	طول نوک خورجین (۴)	طول خورجین (۵)	وزن هزاردانه (۶)	ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین (۷)	طول گل‌آذین اصلی (۸)	تعداد خورجین در شاخه اصلی (۹)	ارتفاع بوته (۱۰)	تراکم خورجین در گل‌آذین اصلی (۱۱)	تعداد روز تا گلدهی (۱۲)	تعداد روز تا رسیدگی (۱۳)
(۱)	۱												
(۲)	۰/۴۵**	۱											
(۳)	۰/۱۳	۰/۱۵	۱										
(۴)	۰/۲۵**	۰/۳**	۰/۱۸*	۱									
(۵)	۰/۳۵**	۰/۳**	۰/۳۶**	۰/۱۶	۱								
(۶)	۰/۴۶**	۰/۴۸**	-۰/۰۸	۰/۱۹*	۰/۵۱**	۱							
(۷)	۰/۳۲**	۰/۳۸**	۰/۲۱*	۰/۰۹	۰/۲*	۰/۲۳**	۱						
(۸)	-۰/۰۳	-۰/۱۸*	۰/۱	-۰/۰۳۶	-۰/۰۵	-۰/۰۶	-۰/۱	۱					
(۹)	-۰/۰۹	-۰/۳۳*	۰/۱۱	-/۰۹	-۰/۳	-۰/۲۷**	۰/۱۹*	۰/۵**	۱				
(۱۰)	۰/۳۲**	۰/۲۴**	۰/۲۲**	۰/۰۴	۰/۲۱*	۰/۲۵**	۰/۸۹**	۰/۱۳	۰/۲۸**	۱			
(۱۱)	-۰/۱	-۰/۱۹*	۰/۰۴۵	-۰/۰۶۳	-۰/۳۱**	-۰/۲۴**	۰/۳۲**	-۰/۲۶**	۰/۶۹**	۰/۲۳**	۱		
(۱۲)	-۰/۵۸**	-۰/۶۵**	-۰/۰۵۴	-۰/۳۲**	-۰/۴۵**	-۰/۴۷**	۰/۰۱۲	۰/۱۷*	۰/۵۳**	۰/۰۸	۰/۴۶**	۱	
(۱۳)	-۰/۲۶**	-۰/۵۱**	۰/۰۹	-۰/۲۵**	-۰/۳۳**	-۰/۲۲**	۰/۱	۰/۲۴**	۰/۵۲**	۰/۱۹*	۰/۴**	۰/۸**	۱

**، *: معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

دانه در این مطالعه احتمالاً پس‌زمینه ژنتیکی مواد بر می‌گردد که در نتایج تجزیه علیت بحث خواهد شد. در برخی مطالعات نیز به وراثت‌پذیری پایین تعداد خورجین در بوته اشاره شده است، زیرا این صفت به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی می‌باشد (Richard, 1978; Richard & Thrling, 1978; Diepenbrock, 2000). در این مطالعه بین عملکرد دانه و تعداد دانه در خورجین به عنوان یکی از اجزای عملکرد در هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی رابطه‌ای به دست نیامد. بین طول خورجین و عملکرد دانه نیز در هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی همبستگی‌های متوسطی به دست آمد. رابطه بین تعداد دانه در خورجین و طول خورجین مثبت و معنی‌دار بود. رابطه بین تعداد دانه در خورجین و طول خورجین برای اهداف اصلاحی از اهمیت خاصی برخوردار است چون طول خورجین صفتی است که به سادگی ارزیابی می‌شود و می‌تواند به عنوان یک شاخص برای انتخاب عملکرد دانه مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس نتایج مطالعات Chay & Thrling (1989 a) اثر طول خورجین بر روی عملکرد به مقدار خیلی زیادی بستگی به پس‌زمینه ژنتیکی مواد ارزیابی شده دارد. Samizade Lahiji (2003) نیز در ارزیابی یک جمعیت F_2 به نقش تعیین‌کننده طول خورجین بر روی عملکرد دانه اشاره کرده است. در ارتباط با همبستگی بین طول خورجین و تعدا دانه در خورجین این فرضیه نیز مطرح است که طول خورجین تحت کنترل ژنتیکی و مستقل از تعداد دانه تشکیل شده است و طول بیشتر خورجین فقط باعث فاصله بیشتر دانه‌ها در خورجین می‌شود (Diepenbrock, 2000). در همبستگی‌های فوق نقش تأثیر تیپ رشد و یا تعداد روز تا گلدهی بر عملکرد دانه بسیار پررنگ است، این همبستگی می‌تواند بر همبستگی سایر صفات با عملکرد دانه اثرگذار باشد. برای بررسی رابطه بین یک صفت و عملکرد دانه به طوری که متغیرهای دیگر نتوانند روی آن اثری داشته باشند، از همبستگی جزئی استفاده می‌شود (Farshadfar, 2002). همبستگی جزئی بین عملکرد دانه و سایر صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۱ درج شده است. ملاحظه می‌شود که همبستگی جزئی عملکرد با سایر صفات تفاوت‌های قابل توجهی با همبستگی‌های ساده دارد. برای مثال ضخامت خورجین و وزن هزاردانه صفاتی بودند که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد دانه داشتند ولی نتایج همبستگی جزئی نشان می‌دهد که این صفات به تنهایی تأثیر بسیار اندکی بر عملکرد دانه دارند. با این حال نقطه مشترک نتایج همبستگی‌های جزئی و ساده، وجود همبستگی بالا و معنی‌دار بین عملکرد دانه و تعداد روز تا گلدهی در هر دو شرایط آبیاری معمول و تنش

Archive of SID

www.SID.ir

خشکی است. این نتایج نشان‌دهنده واقعی بودن اثر تعداد روز تا گلدهی بر عملکرد دانه است. معنی‌دار نشدن همبستگی‌های جزئی بین عملکرد دانه و سایر صفات نشان می‌دهد که به استثنای تعداد روز تا گلدهی، سایر صفات نمی‌توانند به تنهایی اثر قابل توجهی بر عملکرد دانه داشته باشند. در شرایط تنش همبستگی جزئی بین تعداد روز تا رسیدگی و عملکرد دانه نیز معنی‌دار شده است. این نتایج نشان می‌دهد که در شرایط تنش تعداد روز تا رسیدگی نقش بیشتری بر عملکرد دانه دارد و این رابطه ناشی از تلاش گیاه برای گریز از تنش و در نتیجه زود رسی می‌باشد.

با توجه به اینکه روابط ساده همبستگی به تنهایی نمی‌تواند ماهیت واقعی روابط بین صفات را بیان کند استفاده از روش‌هایی همانند تجزیه علیت می‌تواند در تشریح این روابط مورد استفاده قرار گیرد (Williams et al., 1993; Scheiner et al., 2000). به این منظور برای تعیین متغیرهای اثرگذار و استفاده از این متغیرها در تجزیه علیت از تجزیه رگرسیون گام به گام استفاده شد. نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که در شرایط آبیاری طبیعی صفات تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین و تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی وارد مدل شده و حدود ۴۸ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کردند در حالی که در شرایط تنش صفات تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته و تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی وارد مدل رگرسیون شده و ۴۹ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کردند (جدول ۶). میزان پایین توجیه عملکرد دانه در هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی همچنان که انتظار می‌رود حاکی از پیچیده بودن صفت عملکرد دانه می‌باشد. نتایج تجزیه علیت (جدول ۷) نشان داد که در هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی صفت تعداد روز تا گلدهی دارای بیشترین تأثیر مستقیم منفی بر روی عملکرد دانه می‌باشد. در شرایط آبیاری طبیعی پس از تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین و تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه بودند در حالی که در شرایط تنش پس از صفت تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته و تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی دارای بیشترین اثر

جدول ۵- ضرایب همبستگی جزئی بین عملکرد و سایر صفات در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی در کلزا

صفت	ضخامت خورجین	تعداد دانه در خورجین	طول نوک خورجین	طول خورجین	وزن هزاردانه	ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین	طول گل‌آذین اصلی	تعداد خورجین در شاخه اصلی	ارتفاع بوته	تراکم خورجین در گل‌آذین اصلی	تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی
عملکرد در شرایط تنش	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۰۶	-۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۵	-۰/۰۹	-۰/۵۶**	۰/۳**
عملکرد در شرایط آبیاری نرمال	-۰/۰۴	-۰/۰۵	۰/۰۶	-۰/۰۸	-۰/۰۹	۰/۲۲*	-۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۴	-۰/۰۷	-۰/۴۶**	۰/۱
میانگین شرایط	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۸	-۰/۰۸	۰/۰۰۲	۰/۱۴	-۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۳	-۰/۰۸	-۰/۵۷**	۰/۲*

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

جدول ۶- رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی در کلزا

صفت وارد شده	میانگین مربعات		درجه آزادی	R^2	R^2 تصحیح شده	ضریب رگرسیون
	رگرسیون	خطا				
شرایط آبیاری طبیعی						
تعداد روز تا گلدهی	۹۶۷۳۸۹۶۶**	۱۸۰۶۱۹۶	۱	۰/۲۷	۰/۲۷	-۲۰۴
ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین	۸۲۹۵۹۲۱۹**	۱۳۲۸۳۷۱	۲	۰/۴۷	۰/۴۶	۴۲/۲
تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی	۵۷۹۸۹۶۶۴**	۱۲۸۰۳۵۶	۳	۰/۴۹	۰/۴۸	۳۷
شرایط تنش						
تعداد روز تا گلدهی	۱۲۲۶۴۴۶۵۱**	۱۷۴۲۶۰۰	۱	۰/۳۳	۰/۳۳	-۲۳۴
ارتفاع بوته	۸۶۹۷۵۸۳۷**	۱۳۹۱۰۷۸۰	۲	۰/۴۷	۰/۴۶	۳۳/۶
تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی	۶۰۷۸۴۶۰۳**	۱۳۴۱۰۰۱	۳	۰/۴۹	۰/۴۸	۳۵/۵

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- اثرات مستقیم و غیرمستقیم برخی صفات مهم بر عملکرد دانه در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی در کلزا

صفت	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق			همبستگی با
		(۱)	(۲)	(۳)	عملکرد دانه
شرایط آبیاری معمول					
تعداد روز تا گلدهی (۱)	-۰/۶۸	-	۰/۰۰۴	۰/۱۱	-۰/۵۷
ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین (۲)	۰/۴۱	-۰/۰۱	-	۰/۰۳۸	۰/۴۴
تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی (۳)	۰/۲	-۰/۳۶	۰/۰۸	-	-۰/۰۸
شرایط تنش					
تعداد روز تا گلدهی (۱)	-۰/۷۱	-	۰/۰۲۵	۰/۱۰۳	-۰/۵۸
ارتفاع بوته (۲)	۰/۳۲	-۰/۰۵۷	-	۰/۰۵۴	۰/۳۲
تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی (۳)	۰/۲	-۰/۳۸	۰/۰۹	-	-۰/۰۹

مستقیم بر عملکرد دانه بودند. با توجه به اینکه هیچ گونه همبستگی ساده بین تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی و عملکرد دانه در شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی وجود نداشت، نکته جالب توجه در تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت وارد شدن این صفت به مدل رگرسیون و اثر مستقیم آن بر عملکرد می‌باشد. به نظر می‌رسد که افزایش تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی به خودی خود باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود اما به دلیل اثر بسیار زیاد و تعیین‌کننده تعداد روز تا گلدهی بر عملکرد دانه و این موضوع که تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی دارای یک رابطه مثبت با تعداد روز تا گلدهی می‌باشد و از طرفی همبستگی بین تعداد روز تا گلدهی و عملکرد دانه منفی است در نتیجه تأثیر تعداد خورجین بر روی عملکرد دانه پوشانده می‌شود. در واقع نتایج همبستگی، تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت نشان داد که در مطالعه حاضر مهمترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد دانه صفات تعداد روز تا گلدهی و یا به عبارتی تیپ رشد کلزا، ارتفاع بوته و ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین می‌باشد. لازم به توضیح است که نتایج فوق به مقدار زیادی حاصل ویژگی‌های این جمعیت است و ممکن است قابل تعمیم به جمعیت‌های دیگر نباشد. به عنوان مثال .Ali et al (2003)، شاخص برداشت، وزن هزاردانه و تعداد خورجین در بوته و .Murat et al (2007)، وزن هزاردانه، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین را به عنوان عوامل اثرگذار اصلی بر عملکرد دانه معرفی کردند. این موضوع به چندشکلی والدین جمعیت مورد مطالعه بر می‌گردد که برای تعداد روز تا گلدهی و یا به عبارتی تیپ رشد و همچنین ارتفاع بوته به شدت چندشکلی نشان می‌دهند چون یکی از والدین دارای ژن پاکوتاهی *Bzh* می‌باشد و از طرفی تیپ رشد والدین نیز کاملاً متفاوت می‌باشد و این موضوع باعث شده که روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد به مقدار زیادی تحت تأثیر عوامل فوق‌الذکر قرار گیرد.

اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد

در بین صفات مورد ارزیابی، عملکرد دانه بیشترین میزان کاهش (۱۵ درصد) را در اثر تنش خشکی داشت. آخرین آبیاری در شرایط تنش موقعی انجام گرفت که ۵۰ درصد رگه‌ها به گل رفته بودند و با توجه به اینکه تعداد روز تا گلدهی رگه‌های مضاعف هاپلویید به مقدار زیادی متفاوت بود، اثر تنش خشکی بر روی رگه‌های با گلدهی زودهنگام و دیرهنگام متفاوت بود، در نتیجه رگه‌های با گلدهی زودهنگام کمتر تحت تأثیر تنش قرار گرفتند به طوری که کاهش عملکرد این رگه‌ها به میزان ۱۰ درصد بود در حالی که رگه‌های با گلدهی دیرهنگام بیشتر تحت تأثیر تنش قرار گرفته و عملکرد این رگه‌ها به میزان ۲۰ درصد کاهش یافت. با توجه به نتایج فوق به نظر می‌رسد که به دلیل آنکه زمان رسیدگی فیزیولوژیک کلزا حدود یک ماه زودتر از محصولات پاییزه‌ای همچون گندم است، کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی آخر فصل کمتر است. وزن هزاردانه با ۹ درصد کاهش بعد از عملکرد دانه بیشترین کاهش را در اثر تنش داشت. با توجه به نقشی که وزن هزاردانه هم در شرایط تنش و هم در شرایط آبیاری طبیعی در تعیین عملکرد دانه دارد، می‌توان از آن به عنوان یکی از شاخص‌های انتخاب برای عملکرد استفاده کرد. طول و

Archive of SID

www.SID.ir

ضخامت خورجین و طول نوک خورجین تحت تأثیر تنش خشکی کاهش معنی‌داری نیافتند. تعداد دانه در خورجین به میزان اندکی (۱/۵ درصد) تحت تأثیر تنش خشکی کاهش یافت و متوسط تعداد روز تا رسیدگی در اثر تنش خشکی به اندازه سه تا چهار روز کاهش یافت.

ارزیابی تحمل خشکی رگه‌ها بر اساس شاخص‌های تحمل

شاخص‌های تحمل به خشکی بر اساس عملکرد دانه رگه‌ها در دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی محاسبه گردید. نتایج همبستگی فنوتیپی بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده و عملکرد در شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی (جدول ۸) نشان داد که شاخص‌های میانگین‌حسابی، میانگین هندسی، میانگین هارمونیک و شاخص تحمل تنش به ترتیب دارای بیشترین همبستگی مثبت با عملکرد دانه هستند و از طرفی همبستگی شاخص‌تحمل و شاخص حساسیت به تنش نیز با عملکرد در شرایط آبیاری معمول مثبت بود (۰/۳۵**) و این نتایج نشان داد که در این مطالعه رگه‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا به طور نسبی از کاهش عملکرد بیشتری در اثر تنش برخوردار بودند. برای مثال رگه‌های ۶۳، ۱۹ و ۴۲ که از پتانسیل عملکرد بالایی برخوردارند در اثر تنش خشکی به ترتیب به میزان ۴۲، ۵۱ و ۳۶ درصد کاهش عملکرد داشتند و در شرایط تنش عملکرد آنها کمتر از حد متوسط رگه‌ها بود. شاخص‌های میانگین هندسی، میانگین هارمونیک، شاخص تحمل تنش و میانگین حسابی دارای بیشترین همبستگی مثبت با عملکرد در شرایط تنش بودند در حالی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش دارای همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش بودند و تأییدکننده این موضوع است که در این مطالعه رگه‌هایی با عملکرد پایین‌تر در شرایط تنش از حساسیت به تنش کمتری برخوردار بودند.

به منظور درک بهتر روابط بین شاخص‌های تحمل به تنش و ژنوتیپ‌ها تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس شاخص‌های اندازه‌گیری شده انجام شد (جدول ۹). نتایج این تجزیه نشان داد که دو مؤلفه اول به میزان ۹۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کنند. مؤلفه اول با عملکرد در شرایط آبیاری معمول و تنش دارای همبستگی مثبت بود و از طرفی این مؤلفه دارای ضرایب مثبت برای شاخص‌های میانگین هندسی، میانگین هارمونیک، شاخص تحمل تنش و میانگین حسابی بود. ضرایب این مؤلفه برای شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش معنی‌دار نبود. با توجه به نتایج فوق به نظر می‌رسد مؤلفه اول که بیشترین تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند، تعیین‌کننده ژنوتیپ‌هایی است که به طور نسبی از عملکرد بالاتری در شرایط آبیاری طبیعی و

جدول ۸- ضرایب همبستگی شاخص‌های تحمل خشکی در کلزا

شاخص‌های تحمل به تنش	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)
عملکرد در شرایط تنش (۱)	۱							
عملکرد در شرایط آبیاری طبیعی (۲)	۰/۶۳**	۱						
میانگین حسابی (۳)	۰/۹۱**	۰/۹**	۱					
میانگین هندسی (۴)	۰/۹۲**	۰/۸۸**	۰/۹۹**	۱				
میانگین هارمونیک (۵)	۰/۹۴**	۰/۸۵**	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۱			
شاخص تحمل تنش (۶)	۰/۹۲**	۰/۸۵**	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۱		
شاخص حساسیت به تنش (۷)	-۰/۴۳**	۰/۳۵**	-۰/۰۴۳	-۰/۰۸	-۰/۱۱	-۰/۱۱	۱	
تحمل (۸)	-۰/۴۵**	۰/۴**	-۰/۰۳	-۰/۰۷۷	-۰/۱۲	-۰/۱۱	۰/۹۲**	۱

**، *: معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

جدول ۹- مقادیر ویژه حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای شاخص‌های تحمل به خشکی در کلزا

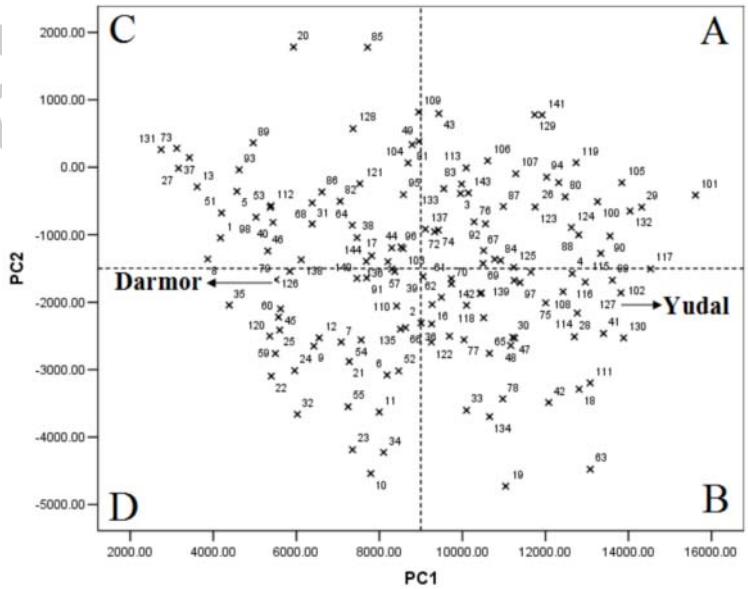
مؤلفه	مقادیر ویژه	سهم تجمعی	عملکرد در شرایط تنش	عملکرد در شرایط آبیاری طبیعی	میانگین حسابی	میانگین هندسی	میانگین هارمونی	شاخص تحمل تنش	شاخص حساسیت به تنش	تحمل
اول	۵/۶	۷۰	۰/۳۹۵	۰/۳۶۴	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲۲	۰/۴۱۸	-۰/۰۵	-۰/۰۴۷
دوم	۲/۳	۹۸	۰/۲۳	-۰/۳۳	-۰/۰۵	-۰/۰۲۴	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۳	-۰/۶۴	-۰/۶۵

Archive of SID

www.SID.ir

تنش برخوردارند. در حالی که مؤلفه دوم دارای ضریب مثبت با عملکرد در شرایط تنش و ضریب منفی در شرایط آبیاری طبیعی بود. این مؤلفه دارای بیشترین ضریب منفی به ترتیب برای تحمل و شاخص‌های حساسیت به تنش بود. با توجه به نتایج به دست آمده مقادیر پایین مؤلفه دوم تعیین‌کننده ژنوتیپ‌هایی است که حساسیت به تنش کمتری دارند. این ژنوتیپ‌ها اگرچه از پتانسیل عملکرد پایینی برخوردارند ولی کمتر تحت تأثیرتنش قرار می‌گیرند. با توجه به نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی می‌توان بای‌پلات حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی را به چهار منطقه A، B، C و D تقسیم کرد (شکل ۱). در ناحیه A رگه‌هایی قرار گرفته‌اند که در هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی از عملکرد بالایی برخوردارند. به عنوان مثال رگه‌های شماره ۱۰۱، ۱۰۵، ۲۹ و ۱۳۲ رگه‌هایی بودند که در هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی از عملکرد بالایی برخوردار بودند. در منطقه B رگه‌هایی قرار داشتند که از عملکرد بالایی در شرایط آبیاری طبیعی برخوردار بودند اما در شرایط تنش، متوسط عملکرد رگه‌های این منطقه کمتر از متوسط عملکرد رگه‌های منطقه A می‌باشد. رگه‌های شماره ۶۳ و ۱۹ از جمله رگه‌هایی هستند که در شرایط آبیاری طبیعی از عملکرد نسبتاً بالایی برخوردارند اما در شرایط تنش میزان کاهش عملکرد بالایی نشان دادند. در منطقه C رگه‌هایی قرار گرفته‌اند که از پتانسیل عملکرد بالایی برخوردار نیستند اما میزان کاهش عملکرد آنها در اثر تنش خشکی کمتر از بقیه رگه‌ها می‌باشد. برای مثال رگه شماره ۸۵ و ۲۰ از این دست رگه‌ها است. و در نهایت گروه D متعلق به رگه‌هایی است که در هر دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی از عملکرد پایینی برخوردار هستند همانند والد دارمور و رگه شماره ۴۵. رگه‌های شماره ۱۲۶ و ۱۲۷ به ترتیب رگه‌های والدینی دارمور و یودال هستند که در مناطق D و B قرار گرفته‌اند. والد یودال از عملکرد نسبتاً بالایی هم در شرایط آبیاری طبیعی و هم در شرایط تنش برخوردار بود در حالی که والد دارمور در مرز بین مناطق C و D قرار گرفته و در هر دو شرایط عملکرد نسبتاً پایینی داشت.

نتایج نشان داد که تفاوت بین این دو والد از نظر صفات مورد ارزیابی بسیار زیاد بود و به عبارتی پس‌زمینه ژنتیکی این دو والد کاملاً متفاوت بود و درنتیجه جمعیت حاصل از این دو والد یک جمعیت مناسب برای ارزیابی ژنتیکی صفات کمی می‌باشد، اما این نکته را نیز باید در نظر گرفت که برای ارزیابی برخی صفات کمی همانند عملکرد بهتر است پس‌زمینه ژنتیکی مواد اختلاف زیادی با هم نداشته باشند تا از اختلاط اثر صفات دیگر همانند تیپ رشد با عملکرد اجتناب

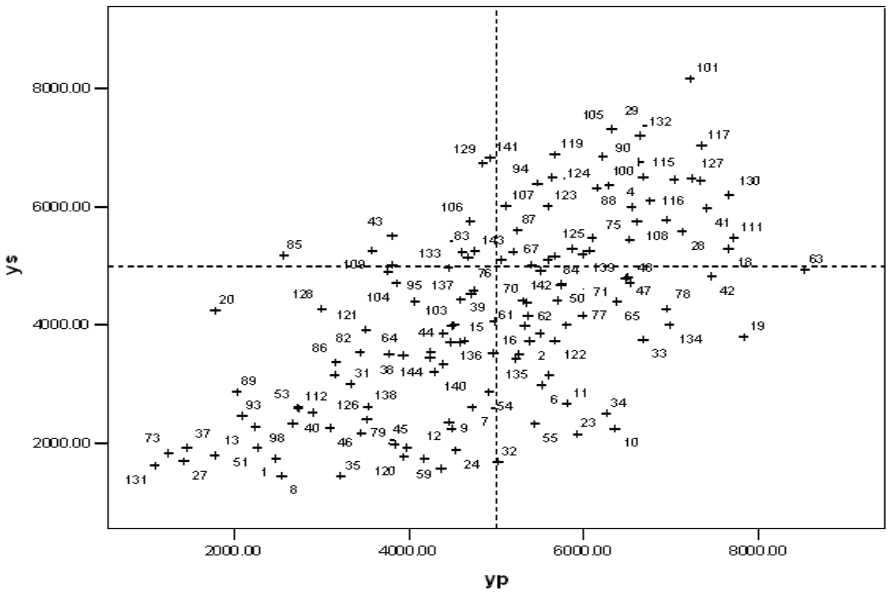


شکل ۱- بای‌پلات حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در کلزا

Archive of SID

www.SID.ir

شود. با مقایسه بای‌پلات حاصل از کلیه شاخص‌های تحمل به خشکی و بای‌پلات حاصل از عملکرد در شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی (شکل ۲) ملاحظه می‌شود که گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در این بای‌پلات‌ها تا اندازه‌ای متفاوت است. برای مثال والد یودال از پتانسیل عملکرد بالایی برخوردار است و در شرایط تنش هم عملکرد آن از متوسط عملکرد رگه‌ها در شرایط تنش بالاتر است و انتظار می‌رود که در بای‌پلات حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در منطقه A قرار بگیرد در حالی که نتایج نشان می‌دهد این رگه در منطقه B قرار گرفته است. این موضوع نشان می‌دهد که توجه محض به عملکردها در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی نمی‌تواند به عنوان یک معیار انتخاب کامل مورد استفاده قرار گیرد، بلکه شاخص‌های تحمل به خشکی می‌توانند به عنوان شاخص‌های مکمل با عملکرد به عنوان معیاری برای انتخاب عملکردهای بالا در شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی مورد استفاده قرار گیرند.



شکل ۲- بای‌پلات ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی در کلزا

به عنوان یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که تنوع بسیار زیادی در رگه‌های هاپلویید مورد ارزیابی در این پژوهش وجود داشت. با توجه به اینکه کلزا یک محصول بومی کشور نمی‌باشد و اکثر مواد اصلاحی موجود از سایر کشورهای مطرح در زراعت کلزا وارد شده‌اند و از این حیث تنوع ژنتیکی کمی در مواد اصلاحی کلزا در کشور وجود دارد، از این رو می‌توان از مواد با ارزش حاضر در برنامه‌های دورگ‌گیری و اصلاحی کلزا در کشور استفاده کرد. با توجه به نتایج آزمایش به نظر می رسد رگه‌های بهاره در این آزمایش از عملکرد بالایی برخوردار بوده و با توجه به زود رسی این رگه‌ها و در نتیجه خصوصیت گریز از تنش خشکی آخر فصل، می‌توان از این رگه‌ها در برنامه‌های اصلاحی برای معرفی ارقام متحمل به تنش خشکی آخر فصل استفاده کرد.

REFERENCES

1. Ali, N., Javaidfar, F. & Attari, A. A. (2002). Genetic variability, correlation and path analysis of yield and its components in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pak J Bot*, 34(2), 145-150.
2. Ali, N., Javaidfar, F., Elmira, J. Y. & Mirza, M. Y. (2003). Relationship among yield components and selection criteria for yield improvement in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pak J Bot*, 35(2), 167-174.
3. Blum, A. (1983). Genetic and physiological relationships in plant breeding for drought resistance. *Agril Water Management*, 7, 195-205.
4. Butruille, D. V., Guries, R. P. & Osborn, T. C. (1999). Increasing yield of spring oilseed rape hybrids

www.SID.ir

through introgression of winter germplasm. *Crop Science*, 39, 1491-1496.
5. Chay, P. & Thrling, N. (1989a). Identification of genes controlling pod length in spring rapeseed, *Brassica napus L*., and their utilization for yield improvement. *Plant Breeding*, 103, 54-62.
6. Chay, P. & Thrling, N. (1989b). Variation in pod length in spring rape (*Brassica napus*) and its effect on seed yield and yield components. *J Agric Sci Camb*, 113, 139-147.
7. Degenhart, D. F. & Kondra, Z. P. (1984). Relationships between seed yield and growth characters, yield components and seed quality of summer-type oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Euphytica*, 33, 885-889.
8. Delourme, R., Falntin, C., Huteau, V., Clouet, V., Horvais, R., Gandon, B., Specel, S., Hanneton, L., Dheu, J.E., Deschamps, M., Margale, E. & Vincourt, P. (2006). Genetic control of oil content in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Theor Appl Genet*, 113, 1331-1345.
9. Downey, R. K. & Robbelen, G. (1989). *Brassica species*. In: Robbelen, G., Downey, R. K. & Ashir, A. (Eds.), *Oil Crop of the world, their breeding and utilization*, (PP. 339-362) McGrow-Hill, New York.
10. Diepenbrock, W. (2000). Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.), a review. *Field Crop Res*, 67, 35-49.
11. Falconer, D. S. & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to Quantitative genetics*. Longman, Essex. UK.
12. Farshadfar, E. (2002). *Principles and statistical methods*. Tagh Bostan, Kermanshah. (In Farsi)
13. Fernandez, G.C.J. (1992). *Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance*. In: Proceedings of the *Sympo*, AVRDC, Taiwan. Pp. 257-270.
14. Fisher, R. A. & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain responses. *Aust J Agric Res*, 29, 897-912.
15. Foisset, N., Delourme, R., Barret, P. & Hubert, N. (1996). Molecular-mapping analysis in *Brassica napus* using isozyme, RAPD and RFLP markers on a doubled-haploid progeny. *Theor Appl Genet*, 93, 1017-1025.
16. Gilani, M., Hussain, B. & Aziz, K. (1993). Estimation of correlation and genetc variability in various turnip rape types (*Brassica campestris* L. var. *sarson*). *Journal of Agricultural Research*, 31(3), 267-271.
17. Jensen, C. R., Mogensen, V. O., Mortensen, G., Fieldsend, J. K., Milford, J. F. J., Anderson, M. N. & Thage, J. H. (1996). Seed glucosinolate, oil and protein contents of field-grown rape (*Brassica napus* L.) affected by soil drying and evaporative demand. *Field Crop Res*, 47, 93-105.
18. Kis, D., Maric, S., Juric, T., Antunovic, M. & Guberac, V. (2006). Performance of diff erent eruca acid type oil seed rape cultivars in a Croatian agro- environment. *Cereal Research Communications*, 34(1), 437-440.
19. Leon, J. (1993). The importance of crop physiology for the breeding of oilseed rape. *Fett Wissenschaft Technologie* (Germ) 95, 283-287.
20. Murat, T. & Ciftci, V. (2007). Relationships between yield and some yield components in rapeseed (*Brassica napu* L.). *Pak J Bot*, 39(1), 81-84.
21. Pouzet, A. (1995). *Agronomy*. In Kimber, D. S. & Mcgregor, D. I. (Ed.) *Brassica oilseed, Production and utilization*, CAB International, PP 65-92.
22. Quijada, PA., Udall, V., Lambert, V. & Osborn, TC. (2006). Quantitative trait analysis of seed yield and other complex traits in hybrids spring rapeseed (*Brassica napus*): 1. Identification of genomic regions from winter germplasm. *Theor Appl Genet*, 113,549-561.
23. Richard, R. A. (1978). Variation between and within species of rapeseed (*Brassica compestris* and *B. napus*) in response to drought stress. *Aust Agric Res*, 29, 491-501.
24. Richard, R. A. & Thrling, N. (1978). Variation between and within species of rapeseed (*Brassica compestris* and *B. napus*) in response to drought stress. II. Growth and development under natural drought stress. *Aust Agric Res*, 29, 479-490.
25. Richard, R. A. & Thrling, N. (1979a). Genetic analysis of drought stress response in rapeseed (*Brassica compestris* and *B. napus*). II. Yield improvement and application of selected indices. *Euphytica*, 28, 169-177.
26. Richard, R. A. & Thrling, N. (1979b). Genetic analysis of drought stress response in rapeseed (*Brassica compestris* and *B.napus*). III. Physiological characters. *Euphytica*, 28, 755-759.
27. Samizade Lahiji, H. (2003). *Study of molecular markers associated with agronomic and quality characters in canola (B. napus)*. Ph. D. dissertation. University of Tehran, Iran (In Farsi).
28. Scheiner, S.M., Mitchell, R.J. & Callahan, H.S. (2000). Using path analysis to measure natural selection, *J Evol Biol*, ±
29. Sing, H. (1989). Genetic variability and heritability and drought index analysis in Brassica species. *J Oilseed Res*, 3, 77-170.
30. Williams, W. A., Jones, M. B. & Demment, M. W. (1990). A concise table for path analysis statistics, *Agron J*, 82, 1022-1024.

Archive of SID

www.SID.ir