واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا به گرما و تاریخ کاشت

قدرت‌اله فتحی[۱]، محمّدرضا عنایت‌قلی‌زاده[۲*] و مجید رزاز[۳]

۲،۱و ۳) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، گروه زراعت و اصلاح نباتات، شوشتر، ایران.

* نویسنده مسئول مکاتبات: Enayat_mohamad@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۲۴

چکیده

هدف از انجام این آزمایش ارزیابی اثر تاریخ کاشت و تنش گرما در مرحله‌ی گلدهی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد سه رقم کلزای بهاره بود. آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در دانشگاه آزاد شوشتر در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد. سه تاریخ کاشت شامل اول آذر، بیست آذر و ده دی‌ماه به عنوان فاکتور اصلی و سه رقم کلزا شامل هایولا ۳۰۸، ساری گل و Heros به عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد که تأخیر در تاریخ کاشت سبب کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد (به استثنای تعداد دانه در خورجین) شد. ارقام از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد تفاوت معنی‌دار داشتند، اما از نظر عملکرد بیولوژیک متفاوت نبودند. ارقام هایولا ۳۰۸ و Heros به ترتیب با ۳۱۸۹/۱ و ۲۰۱۷/۵ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و کمترین عملکرد دانه را تولید کردند. بین اجزای عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته بیشتر از دو جزء دیگر تعیین کننده‌ی عملکرد ارقام بود. با این حال تعداد دانه در خورجین در دستیابی به عملکرد دانه رقم هایولا ۳۰۸ مؤثر بود. رقم زودرس هایولا ۳۰۸ در تاریخ کاشت اوّل آذر ماه با تولید ۳۶۳۰/۳ کیلوگرم در هکتار و رقم دیررس Heros ۱۳۱۰/۲ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کاشت ده دی‌ماه بیشترین و کمترین عملکرد دانه را کسب کردند. بر اساس نتایج این آزمایش، ارقام متوسط رس و دیررس کلزا در منطقه‌ی خوزستان مناسب نیستند و برای اجتناب از تنش گرما ارقام زودرس مناسب‌تر می‌باشند.

واژه های کلیدی: کلزا، تاریخ کاشت، اجزای عملکرد دانه.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر زراعت کلزا مورد توجه قرار گرفته است؛ زیرا شرایط اقلیمی متفاوت ایران امکان کشت این گیاه را به عنوان کشت پائیزه یا بهاره فراهم نموده است. لذا انجام تحقیقات زراعی پیرامون آن ضروری است. با توجه به زمان کشت کلزا در خوزستان می‌توان گفت مصادف شدن مراحل زایشی و پایان دوره رشد این گیاه با گرمای اواخر زمستان و اوایل پائیز خوزستان اجتناب ناپذیر است. از طرف دیگر کاهش و عدم بارندگی در این دوره باعث تنش خشکی نیز می‌شود. این عوامل کاهش دهنده‌ی عملکرد دانه کلزا می‌باشد. در گرما، فرایندهای متابولیک و فیزیولوژیک متعدد مانند فتوسنتز، تنفس، تخریب پروتئین‌ها و خاصیت نیمه تراوئی غشاء سلولی گیاه متأثر می‌شود (Al-Khatib and Paulsen, 1999). میزان خسارت درجه حرارت زیاد وابسته به نوع گیاه به دوره‌ی تنش و سرعت افزایش گرما دارد. وقتی که آستانه گرما از یک حدی افزایش یافت، خسارت آن قطعی می‌شود (Ghobadi et al., 2006). در دمای بالا، گیاه مقدار زیادی از گرمای خود را با تشعشع طول موج بلند به هوای اطراف خود می‌فرستند و با تعرق آن‌را دفع می‌کند (Faraji et al., 2009). در شرایطی که تنش رطوبتی رُخ ندهد. گیاه با افزایش تعرق خود را خنک می‌کند، ولی وقتی که گیاه با کمبود آب مواجه می‌شود به واسطه عدم وجود تعرق، دمای آن از دمای هوای پیرامون خود بیشتر خواهد بود. لذا گیاهانی که در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرند استرس گرمایی نیز بر آنها وارد می شود و دچار آسیب می‌شوند (مدحج و فتحی، ۱۳۸۷). در مطالعه‌ای توسط Nasri و همکاران (۲۰۰۸) اظهار شده که یک درجه سانتی‌گراد افزایش دما بالاتر از نقطه حداکثر دما در ماه جولای که مصادف با گلدهی کلزای تابستانه در منطقه غرب کانادا می‌باشد، ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه کلزا را کاهش می‌دهد. در این رابطه مرحله‌ی گلدهی کلزا حساس‌ترین مرحله به درجه حرارت زیاد بیان شده و بروز گرما باعث کاهش عملکرد دانه شده است (Angadi et al., 2000). Mendham و همکاران (۱۹۹۵) نیز گزارش دادند که تنش گرما در طی گلدهی کلزا صدمه بیشتری به گیاه در مقایسه با مراحل رویشی یا رشد خورجین داشته است.

در بین عوامل به زراعی، زمان کاشت یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده عملکرد دانه گیاهان زراعی است. تاریخ کاشت برای هر رقم کلزا در یک منطقه خاص باید با توجه به دمای محیط و خاک در هنگام کاشت و همچنین بر مبنای عدم تداخل گلدهی گیاه به درجه حرارت بالا در نظر گرفته شود (Sing et al., 2001). Taylor و Smith (۱۹۹۲) بیان داشته‌اند که عملکرد و اجزای عملکرد کلزا به شدت تحت تأثیر زمان کاشت قرار می‌گیرد و مناسب‌ترین تاریخ کاشت بستگی به شرایط محیطی و منطقه و رقم دارد. با تأخیر در کاشت تعداد خورجین در بوته (Fathi, 2003)، تعداد دانه در خورجین (Morison, 1993)، وزن هزار دانه و عملکرد دانه کلزا (Mendham et al., 1995) کاهش می‌یابد. در این رابطه واکنش ارقام کلزا می‌تواند متفاوت باشد. در صورتی

Archive of SID

www.SID.ir

که هر رقم کلزا در زمان کاشت معین خود کشت شود از منابع محیط به خوبی استفاده می‌کند. در این صورت استقرار گیاهچه و مراحل اولیه رشد به نحو مطلوبی سپری می‌شود. همچنین دوره زمانی رشد رویشی و زایشی با توجه به رقم کلزا ادامه می‌یابد و امکان رسیدن به عملکرد قابل قبول فراهم می‌شود. با تأخیر در کاشت این روند به‌هم می‌خورد و به واسطه کاهش دوره‌ی رشد رویشی و زایشی گلدهی و غلاف بندی و رسیدگی کلزا کوتاه می‌شود و تولید رو به کاهش می‌گذارد (کیمیر و مک گرگور، ۱۳۷۸). لذا در زراعت کلزا باید از تأخیر در کاشت اجتناب نمود.

مطالعاتی مبنی بر نقش اندک ذخیره غذایی قبل از گلدهی کلزا در رشد دانه وجود دارد. در شرایط محیطی مناسب و بدون تنش، ذخیره مواد پرورده‌ای که قبل از گلدهی تشکیل می‌شوند فقط در حدود ده درصد در عملکرد دانه نقش دارند (Mendham et al., 1995). رشد قبل از گلدهی، پتانسیل فتوسنتزی برگ‌ها و ساقه‌ها را مشخص می‌کند و باعث ایجاد ذخایر مواد فتوسنتزی می‌شود که در برخی شرایط به ویژه در هنگام وجود استرس‌های محیطی، سهم بیشتری را در تعیین عملکرد دانه به عهده دارد. اگر در کشت تأخیر شود احتمال برخورد دوره پُرشدن دانه به گرما و خشکی انتهای فصل وجود دارد. در زمان گلدهی کلزا کلیه برگ‌های ساقه اصلی باز شده، پتانسیل فتوسنتزی در حداکثر مقدار خود بوده و در این دوره پتانسیل عملکرد مشخص می‌گردد. تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین که در مرحله‌ی گلدهی تعیین می‌شوند و از اجزای اساسی عملکرد دانه هستند. تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله استرس‌های محیطی و کمبود مواد فتوسنتزی قرار می‌گیرند. با توجه به تقویم زراعی کشت کلزا در خوزستان می‌توان گفت که این گیاه در طی گلدهی تا انتهای دوره‌ی رشد با افزایش درجه حرارت و استرس گرما مواجه می‌شود. از طرفی احتمال بروز تنش خشکی نیز وجود دارد. لذا این بررسی با هدف تعیین تأثیر تاریخ کاشت و دمای بالا در مرحله‌ی گلدهی بر عملکرد ارقام کلزا در شرایط محیطی خوزستان انجام گرفت.

مواد وروش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد شوشتر واقع در پنج کیلومتری شهر شوشتر به اجرا در آمد. بافت خاک مزرعه Silty-clay و اسیدیته خاک مزرعه ۷/۹ بود. آب و هوای منطقه از نوع خشک و نیمه خشک بود و کلزا به صورت پاییزه کشت می‌شود. آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. عامل اصلی را تاریخ کاشت (اول آذر،۲۰ آذر و ۱۰دی ماه) و عامل فرعی سه رقم کلزای (هایولا ۳۰۸، ساری گل وHeros) بودند. از نظر دوره‌ی رسیدگی این ارقام متفاوت بودند به نحوی که هایولا ۳۰۸ زودرس، ساری گل متوسط رس و Heros دیررس بود. هر کرت فرعی شامل هشت ردیف ۵ متری با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متری و فاصله بوته‌های

Archive of SID

www.SID.ir

روی ردیف ۲/۳ سانتی‌متر (تراکم بوته ۱۰۰ بوته در متر مربع) بود. ابتدا بذور با دو برابر تراکم مورد نظر کاشته شدند و سپس طی دو مرحله در تراکم مورد نظر تنک گردیدند. میزان نیتروژن، فسفر و پتاس خالص مصرفی بر اساس میزان معمول منطقه به ترتیب ۱۵۰،۶۰و ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود که به ترتیب از منابع اوره، فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم تأمین شدند. تمام فسفر و پتاس قبل از کاشت به خاک اضافه شده، ولی نیتروژن در مراحل کاشت، چهار تا شش برگی، ابتدای ساقه رفتن و ابتدای گلدهی به طور مساوی تقسیط گردید. به منظور تشخیص مراحل رشد و نمو کلزا از راهنمای شناسایی مراحل رشد کلزا که توسط زواره و امام (۱۳۷۹) ارائه شده است، استفاده گردید.

در زمان گلدهی ده بوته علامت گذاری شد و تعداد گل‌های باز شده شمارش گردید. در زمان رسیدگی دانه، در این ده بوته تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. برداشت نهایی به مساحت۲/۴ متر مربع از وسط هر کرت به صورت دستی و در تاریخ‌های مختلف اردیبهشت انجام گرفت. مقدار رطوبت نسبی (RWC) روی جوان‌ترین برگ توسعه یافته از پنج بوته در هر کرت اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری در بین ساعات ۱۲ تا ۱۴ انجام گرفت. در آزمایشگاه بلافاصله وزن تازه برگ‌ها (W_F) تعیین و سپس این برگ‌ها در آب مقطر به مدت پنج ساعت در ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی در آزمایشگاه قرار گرفتند. پس از خشک شدن سطح برگ‌ها با دستمال کاغذی، وزن آماس برگ‌ها (W_S) تعیین شد. متعاقب آن برگ‌ها در آون ۷۲°C به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند و توزین گردیدند (Wd). میزانRWC در رابطه زیر به دست آمد.

$$RWC(\%)=\frac{Wf-Wd}{Ws-Wd}\times_{۱۰۰}$$

پایداری غشاء سلولی با تعیین نشت الکترولیت از سلول‌های گیاهی تعیین شد (Bajii et al., 2001). برای این کار، جوان‌ترین برگ از ۵ بوته در هر کرت قطع شد و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. سپس از هر برگ دو دیسک به اندازه ۲۰ میلی‌متر مربع توسط پانچ تهیه شد. برای شستشوی گرد و خاک و حذف الکترولیت‌های حاصل از بقیه برش، نمونه‌ها چند دقیقه در پتری‌دیش با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر قرار گرفته سپس دیسک‌های برگی به داخل لوله‌های آزمایش حاوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر دوباره تقطیر شده منتقل شدند. این نمونه‌ها در تاریکی و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد آزمایشگاه نگهداری و پس از گذشت ۲۰ ساعت، میزان شدت الکترولیت نمونه‌ها با دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکترولیکی معین شد. مقدار کلروفیل برگ به صورت غیر مستقیم با دستگاه کلروفیل متر SPAD معین شد. این صفت در هر کرت از میانگین اندازه‌گیری ده برگ جوان توسعه یافته و با قرائت از پهنک برگ و در مزرعه انجام شد (Fujita, 1998). درصد روغن دانه از روش NMR و درصد نیتروژن از روش کجلدال

Archive of SID

www.SID.ir

به دست آمد. با توجه به اطلاعات حاصل از عملکرد دانه ارقام کلزا شاخص تحمل (Tol)، شاخص میانگین تولید (MP) شاخص حساسیت به تنش (SST) و شاخص تحمل تنشی (STT) محاسبه شد. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار Mstatc و میانگین‌ها با آزمون LSD و دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

به طورکلی نتایج این بررسی حاکی از اثر تاریخ کاشت برای اجتناب از گرمای انتهای فصل رشد در زراعت کلزا خوزستان می‌باشد. از طرفی ارقام زودرس به همین دلیل می‌توانند پتانسیل بهتری را نشان دهند. به نحوی که رقم هایولا ۳۰۸ زودرس واکنش مناسب‌تری از نظر عملکرد بیولوژیک و اقتصادی را کسب کرد. نتایج تجزیه آماری عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت در جدول یک آمده است. از نظر عملکرد بیولوژیک اثر تاریخ کاشت و اثر متقابل رقم در تاریخ کاشت معنی‌دار بود. تفاوت عملکرد بیولوژیک بین تاریخ کاشت اول با ۱۰ دی ماه ۳۷ درصد بود در حالی که نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ آذر ماه، معادل ۲۵ درصد بود (جدول ۲). ارقام کلزا از نظر بیولوژیکی تفاوت محسوسی نداشتند، اما از نظر اثر متقابل رقم Heros در تاریخ کاشت اول آذر (۱۱۹۹۶/۹ کیلوگرم در هکتار) و همین رقم در تاریخ کاشت ۱۰ دی (۵۶۵۳/۵ کیلوگرم در هکتار) دارای بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک بودند (جدول ۲). این موضوع نشان دهنده‌ی اثر منفی تأخیر کاشت برای تجمع ماده خشک است. به واسطه کاهش دوره‌ی رشد رویشی و وقوع گرما در مرحله‌ی زایشی می‌باشد. Fathi و همکاران (۲۰۰۳) نیز بیان نمودند که در کشت با تأخیر کلزا، ماده خشک ساقه، برگ، دانه و نهایتاً عملکرد بیولوژیک کاهش می‌یابد.

از نظر عملکرد دانه، اثرات اصلی و متقابل تاریخ کاشت و رقم معنی‌دار بود (جدول ۱). بین تاریخ کاشت اول آذر و ۱۰ دی، عملکرد دانه ۳۵ درصد اختلاف نشان داد (جدول ۲). رقم هایولا ۳۰۸ نیز با عملکرد دانه ۳۱۸۹/۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به ساری‌گل (۲۳۵۸/۶ کیلوگرم در هکتار) و رقم Heros (۲۰۱۷/۵ کیلوگرم در هکتار) برتری داشت. اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نیز معنی‌دار شد به نحوی که هایولا ۳۰۸ در ۲۰ آذر ماه بیشترین عملکرد دانه (۳۶۳۰/۳ کیلوگرم در هکتار) و رقم Heros در تاریخ کاشت سوّم کمترین عملکرد دانه (۱۳۱۰/۲ کیلوگرم در هکتار) را داشتند (جدول ۲). دلیل عمده‌ی این تفاوت به خصوصیات فنولوژیکی ارقام بر می‌گردد. Heros که دیرتر به گل می‌رود، تأخیر تاریخ کاشت سبب مصادف شدن دوره‌ی زایشی این رقم با تنش گرمایی بیشتر می‌شود. حتی اگر این رقم دیررس در تاریخ کاشت مناسب نیز کشت شود، با توجه به افزایش شدید دما در اواخر فروردین، باز هم در انتهای دوره‌ی رشد با گرما مواجه می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد که برای منطقه‌ی خوزستان، رقم‌های متوسط رس و دیررس

Archive of SID

www.SID.ir

کلزا مناسب نیستند و رقم‌های زودرس مناسب‌تر می‌باشند، هر چند برای ارقام زودرس نیز باید از تأخیر در کاشت اجتناب کرد. به طوری که با تأخیر در کاشت، عملکرد دانه هایولا ۳۰۸ نیز ۲۱ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲). کاهش عملکرد دانه در کلزا در تاریخ کاشت‌های با تأخیر توسط مطالعات دیگر نیز تأئید شده است (پورعیسی، ۱۳۸۴؛ Miralles et al., 2001).

جدول ۱: تجزیه واریانس میانگین مربعات عملکرد بیولوژیک (By)، عملکرد دانه (Gy) و شاخص برداشت (HI) کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	By	Gy	HI
تکرار	۳	۸۲۷۷۵/۳	۸۲۰۰۶/۱	۰/۴۵
تاریخ کاشت	۲	۴۲۰۰۱۶/۱*	۳۷۹۱۵/۱*	۳/۹۹ns
اشتباه آزمایشی a	۶	۳۱۲۱۵/۵	۱۸۷۲۵/۱	۱/۹۱
رقم	۲	۲۰۷۵۹۱/۲ns	۴۳۷۵۷/۷*	۴۰/۱۲*
رقم×تاریخ کاشت	۴	۴۸۲۵۱۱/۳*	۲۴۱۹۹/۸**	۳/۹۸*
اشتباه آزمایشی b	۱۸	۵۷۹۵۱/۱	۴۶۷۵۱/۸	۰/۵۹
CV(%)		۸/۹۹	۹/۶۴	۴/۵

* و ns معنی‌دار در سطح ۵٪ و غیر معنی‌دار

جدول ۲ : مقایسه میانگین عملکردبیولوژیک (By)،عملکرد دانه (Gy) وشاخص برداشت (HI) کلزا تیمارهای مختلف

عوامل آزمایش	By (کیلوگرم در هکتار)	Gy (کیلوگرم در هکتار)	HI (٪)
تاریخ کاشت			
اول آذر (D_1)	۱۱۰۵۲/۱a	۳۱۲۴/۱a	۲۸/۲۶a
۲۰ آذر (D_2)	۸۱۹۵/۶b	۲۴۱۵/۶b	۲۹/۴۷a
۱۰ آذر (D_3)	۶۹۵۰/۲c	۲۰۱۳/۶c	۲۸/۹۷a
LSD	۴۱۶۰/۳	۱۳۷/۵	۳/۱
رقم			
هایولا ۳۰۸ (C_1)	۹۱۴۹/۵a	۳۱۸۹/۱a	۳۴/۸۵a
ساری گل (C_2)	۸۹۱۰/۸a	۲۳۵۸/۶b	۲۶/۴۶b
Heros (C_3)	۸۳۷/۱a	۲۰۱۷/۵c	۲۴/۱۰c
LSD	۸۷۹۶	۱۷۶/۸	۰/۶۴
$C_1 D_1$	۱۰۴۱۰/۶b	۳۶۳۰/۳a	۳۴/۹۳b
$C_1 D_2$	۸۸۲۹/۲c	۳۰۵۷/۶b	۳۴/۷۴b
$C_1 D_3$	۷۹۰۸/۶cbc	۲۸۴۵/۳b	۳۵/۹۷a
$C_2 D_1$	۱۰۷۷۱/۹b	۲۷۹۶/۲b	۲۶/۰۸d
$C_2 D_2$	۸۶۰۰/۶cd	۲۴۰۱/۸c	۲۷/۹۰c
$C_2 D_3$	۷۴۰۹/۱dc	۱۸۹۴/۷d	۲۵/۵۹d
$C_3 D_1$	۱۱۹۹۶/۹a	۲۹۱۷/۱b	۲۴/۳۰e
$C_3 D_2$	۷۱۵۸/۷e	۱۸۲۶/۸d	۲۵/۳۹d
$C_3 D_3$	۵۶۵۳/۵f	۱۳۱۰/۲e	۲۳/۱۵f

حروف مشابه تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن)

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص برداشت نشان دهنده‌ی کارایی توزیع مواد فتوسنتزی در بین اندام‌های گیاه است. اثر تاریخ کاشت بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۱)، ولی اثر رقم و اثر متقابل رقم در تاریخ کاشت معنی‌دار بود. هایولا ۳۰۸ با شاخص برداشتی معادل ۳۴/۸۵ درصد حداکثر شاخص برداشت را دارا بود (جدول ۲). رقم هاپولا ۳۰۸ در همه تاریخ‌های کاشت از شاخص برداشت بیشتری برخوردار بود (جدول ۲). نتایج نشان می‌دهد که افزایش شاخص برداشت بالاتر در کلزا به عملکرد دانه بالاتر مربوط می‌شود. البته تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص برداشت بین تاریخ کاشت اوّل آذر و دهم دی‌ماه مشاهده نشد ولی به طورکلی ساری‌گل و Heros شاخص برداشت کمتری داشتند.

مقدار خورجین در بوته از نظر تاریخ کاشت، رقم و رقم در تاریخ کاشت متفاوت بود (جدول ۳). از آن‌جا که تعداد خورجین در بوته در برگیرنده‌ی دانه بوده و از نزدیک‌ترین تولید کننده‌های مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه‌ها می‌باشد. با تأخیر در کاشت تعداد خورجین کاهش یافت (جدول ۴). در اوّل آذر تعداد خورجین در بوته معادل ۹۸/۱۵ و در دهم دی‌ماه معادل ۵۶/۱۳ بود. تعداد خورجین در بوته رقم ساری گل بیشتر از دو رقم دیگر بود. پتانسیل ژنتیکی این رقم از نظر تعداد تولید خورجین بیشتر از دو رقم دیگر بود. در تاریخ کاشت مناسب منطقه (اوّل آذرماه)، رقم دیررس Heros به طور معنی‌دار تعداد خورجین بیشتری نسبت به دو رقم دیگر تولید نمود، ولی با توجه به این که تأخیر در تاریخ کاشت سبب افت شدیدتر تعداد خورجین در این رقم گردید، نهایتاً میانگین تعداد خورجین در تاریخ‌های مختلف کاشت در رقم اخیر پایین‌تر از دو رقم دیگر به دست آمد و به همین دلیل اثر متقابل رقم در تاریخ کاشت معنی‌دار گردید (جدول ۴). همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد در تاریخ‌های کاشت با تأخیر در رقم دیررس‌تر حساسیت تعداد خورجین بیشتر بود؛ زیرا تأخیر در تاریخ‌های کاشت ارقام دیررس‌تر، سبب مصادف شدن مرحله‌ی گلدهی و پر شدن خورجین آن‌ها با درجه حرارت بالاتر و تنش گرمای بیشتر شد. تلفات خورجین‌ها در دوره‌ی گلدهی آغاز می‌شود و در جریان رشد و توسعه آن‌ها ادامه می‌یابد (Habekotte, 1993). با تأخیر در کاشت همچنین طول گلدهی کاهش می‌یابد. Morison (۱۹۹۳) نیز گزارش نمود که درجه حرارت بالاتر از ۲۷ درجه در زمان گلدهی به عدم باروری گل‌ها منجر گردید. لذا تأخیر در کاشت باعث مواجه شدن گلدهی با گرما می‌شود و سقط جنین‌ها نیز افزایش می‌یابد. به هر حال برای دستیابی تعداد خورجین مناسب نیاز به تنظیم تاریخ کاشت برای اجتناب از گرما داریم.

اثر رقم و اثر متقابل رقم در تاریخ کاشت بر تعداد دانه در خورجین قابل ملاحظه بود (جدول ۳). طبیعی است هر چه تعداد دانه در خورجین بیشتر باشد، مخازن بیشتری برای مواد متابولیک تولید می‌شود. افزایش تعداد دانه در خورجین محدود است و بیشتر به طول خورجین که تحت کنترل ساختار ژنتیکی است وابسته است. رقم هایولا ۳۰۸ با ۲۶/۶۰ عدد دانه حداکثر و رقم

Archive of SID

www.SID.ir

Heros با ۱۷٫۴۶ عدد دانه دارای حداقل بودند (جدول ۴). هرچند این پتانسیل وابسته به ژنتیک گیاه می شود ولی بررسی Mendham و همکاران (۱۹۹۵) نشان داد شرایط محیطی مناسب در مرحله‌ی گلدهی در افزایش تعداد دانه در خورجین بی تأثیر نیست. عکس‌العمل ارقام نسبت به تأخیر در تاریخ کاشت متفاوت بود. به طوری که تاریخ‌های کاشت دیرتر باعث افزایش تعداد دانه در خورجین حتی در رقم زودرس هایولا ۳۰۸ (۲۷٫۲۶) گردید. حداقل دانه در تاریخ کاشت سوم (۱۰ دی‌ماه) با رقم Heros ۱۶٫۳۳ عدد دانه در خورجین حاصل شد. در کلزا بین لوله گرده و تخمک موانعی وجود دارد که در شرایط عادی، این موانع به وسیله آنزیم‌ها از میان برداشته می‌شوند ولی تنش گرما از تولید یا فعالیت این آنزیم‌ها جلوگیری می‌کند که نتیجه آن کاهش تعداد دانه در خورجین است (Pechan, 1988).

جدول ۳ : تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه
تکرار	۳	۳۵/۳۹	۰/۳۲۱	۰/۰۴۰
تاریخ کاشت	۲	۹۶۸۶/۸*	۷/۳۵ns	۳/۱۸۳*
اشتباه آزمایشی a	۶	۲۳/۷۷	۲/۰۶	۰/۰۱۶
رقم	۲	۳۱۸/۱۱*	۳۵۲/۶۹*	۲/۰۲۹*
رقم×تاریخ کاشت	۴	۷۰۷/۴۹*	۲۶/۸۷*	۰/۱۱۷*
اشتباه آزمایشی b	۱۸	۵۲/۷۸	۲/۲۲	۰/۰۳۲
CV(%)		۶/۳۵	۸/۹۰	۷/۷۵

*و ns معنی‌دار در سطح ۵٪ و غیر معنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴: مقایسه میانگین تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه در تیمارهای‌مختلف

عوامل آزمایش	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)
تاریخ کاشت			
اول آذر (D_1)	۹۸/۱۵a	۲۱/۲۹a	۳/۳۱a
۲۰ آذر (D_2)	۷۵/۱۲b	۲۱/۶۶a	۲/۸۳b
۱۰ آذر (D_3)	۵۶/۱۳c	۲۰/۵۷a	۲/۵۹c
LSD	۳/۱۵	۳/۰۲	۰/۰۶
رقم			
هایولا ۳۰۸ (C_1)	۷۵/۶۸b	۲۶/۶۵a	۳/۲۴a
ساری گل (C_2)	۸۲/۸۷a	۱۸/۲۳b	۲/۷۳b
(C_3) Heros	۷۳/۶۶b	۱۷/۴۶b	۲/۷۲b
LSD	۴/۱۵	۰/۸۸	۰/۱۱
C_1 D_1	۸۸/۹۲c	۲۲/۷۷c	۳/۷۷a
C_1 D_2	۷۷/۳۴d	۲۵/۴۹b	۳/۰۶bc
C_1 D_3	۶۲/۳۹e	۲۷/۲۶a	۲/۹۱c
C_2 D_1	۹۹/۱۲b	۱۹/۷۳d	۳/۱۳b
C_2 D_2	۸۰/۱۶d	۱۹/۷۸d	۲/۷۳d
C_2 D_3	۶۶/۰۷e	۱۸/۱۳d	۲/۳۱f
C_3 D_1	۱۰۸/۵۶a	۱۹/۲۸d	۳/۰۲bc
C_3 D_2	۶۵/۹۷e	۱۹/۶۱d	۲/۶۶de
C_3 D_3	۴۸/۷۳f	۱۶/۳۳e	۲/۵۱e

حروف مشابه تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن)

نتایج تجزیه آماری وزن هزاردانه در جدول ۳ آمده است. اثر تاریخ کاشت بر وزن دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). با تأخیر در کاشت، وزن دانه کم شد (جدول ۴). در اوّل آذر حداکثر وزن هزار دانه (۳٫۳۱ گرم) و حداقل (۲٫۵۹ گرم) با تاریخ کاشت دهم دی‌ماه حاصل شد. ارقام نیز از نظر وزن دانه متفاوت بودند (جدول ۳). بیشترین وزن هزار دانه با رقم هایولا ۳۰۸ (۳٫۲۴ گرم) و کمترین آن با رقم Heros (۲٫۷۲ گرم) و ساری گل (۲٫۷۳ گرم) حاصل شد. در هر سه رقم با تأخیر در تاریخ کاشت، وزن هزار دانه کم شد (جدول ۴). در این میان کاهش وزن دانه در رقم Heros بیشتر بود. علت کاهش وزن هزار دانه در کشت‌های دیر هنگام به این دلیل بود که مرحله‌ی زایشی این تیمارها مخصوصاً مرحله‌ی پر شدن دانه با افزایش شدید درجه حرارت محیط مواجه شده بود. در اثر گرمای زیاد، تنفس شدید شده و میزان مواد متابولیکی ذخیره‌ای کاهش می‌یابد. گرما نیز مکانیزم انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها را تحت تأثیر قرار داده و سبب پر شدن ناقص دانه‌ها در کلزا می‌گردد (Bilsborrow and Norrton, 1984). Aksouh و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند که درجه حرارت بالا سبب کاهش وزن هزار دانه کلزا گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج تجزیه آماری میزان رطوبت نسبی برگ، پایداری غشاء سلولی و میزان کلروفیل برگ در جدول ۵ نشان داده شده است. ارقام از نظر RWC متفاوت بودند و از لحاظ این صفت، رقم هایولا ۳۰۸ از نظر آماری بالاتر از دو رقم دیگر قرار گرفت (جدول ۶). همه تاریخ‌های کاشت از نظر RWC در شرایط یکسانی بودند به استثناءِ تاریخ کاشت اول آذرماه که RWC بیشتر شد (۹۲/۰۲ درصد). با تأخیر در کاشت RWC کم شد (جدول ۶)، ولی اثر متقابل رقم در تاریخ کاشت از این نظر معنی‌دار نبود. در این رابطه Dekot و همکاران (۲۰۰۰) مشاهده نمودند که در اثر تنش گرما، RWC به میزان ۷ درصد کاهش یافت، البته در صورتی که تنش گرما و خشکی تواماً پر گیاه اعمال شوند RWC به میزان ۳۲/۷ درصد کاهش یافت.

جدول ۵ : تجزیه واریانس (میانگین مربعات) میزان رطوبت نسبی برگ، پایداری غشاء سلولی میزان کلروفیل برگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	میزان رطوبت نسبی برگ	پایداری غشاءِ سلولی	کلروفیل برگ
تکرار	۳	۱۷/۲۴	۱۹/۱۲	۱۲/۴۱
تاریخ کاشت	۲	۱۰۶/۴*	۴۲۱/۳۲*	۷۸/۲۶*
اشتباه آزمایشی a	۶	۲۸/۱۲	۱۳/۵۷	۱۳/۲۴
رقم	۲	۲۱۲/۷۱*	۹۰۶/۴۲*	۲۳/۸۸*
رقم×تاریخ کاشت	۴	۱۲/۳۱ns	۲۳/۵۶ns	۹/۱۱ns
اشتباه آزمایشی b	۱۸	۱۵/۱۶	۲۶/۱۶	۶/۱۶
CV(%)		۵/۳۰	۱۶/۱	۵/۱۱

* و ns معنی‌دار در سطح ۵٪ و غیر معنی‌دار

جدول ۶ : مقایسه میانگین میزان رطوبت نسبی برگ و پایداری غشاء سلولی در تیمارهای مختلف

عوامل آزمایش	میزان رطوبت نسبی برگ (درصد)	پایداری غشاءِ سلولی (µmhos/cm)	کلروفیل برگ (Spad)
تاریخ کاشت			
اول آذر (D_1)	۹۲/۰۲۹a	۳۰/۴۸c	۴۸/۶۳a
۲۰ آذر (D_2)	۴۰/۸۸b	۳۳/۵۹b	۴۷/۱۶a
۱۰ آذر (D_3)	۸۵/۸۶b	۳۸/۸۷a	۴۳/۹۱b
LSD	۳/۲	۲/۲۲	۳/۸۰
رقم			
هایولا ۳۰۸ (C_1)	۹۳/۳۶a	۲۸/۰۳b	۴۷/۱۰ab
ساری گل (C_2)	۸۷/۰۱b	۳۲/۴۲b	۴۵/۴۴b
Heros (C_3)	۸۶/۶۲b	۴۱/۳۵c	۴۸/۳۱a
LSD	۲/۱۱	۳/۱۱	۲/۱۱

حروف مشابه تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن)

Archive of SID

www.SID.ir

پایداری غشاء سلولی با اندازه‌گیری نشست الکترولیت و در مرحله‌ی ابتدایی تشکیل خورجین انجام گرفت. نتایج اندازه‌گیری پایداری غشاء سلولی بر روی جوان‌ترین برگ توسعه یافته نشان داد که اثر تاریخ کاشت روی این صفت معنی‌دار بود (جدول ۵). در تاریخ کاشت سوم کمترین میزان نشست الکترلیت از بافت برگ وجود داشت (جدول ۶). به عبارت دیگر، پایداری غشاء در این تاریخ کاشت بالاتر بود. با تأخیر در تاریخ کاشت، میزان نشست الکترولیت به شدت افزایش پیدا کرد. این نتیجه نشان می‌دهد که تأخیر در تاریخ کاشت، به علت افزایش درجه حرارت در مرحله‌ی ابتدای تشکیل خورجین، پایداری غشاء سلولی را کاهش می‌دهد. ارقام نیز از نظر پایداری غشاء سلولی متفاوت بودند و رقم به طور معنی‌دار دارای پایداری غشاء سلولی بیشتری بود. در این رابطه Blum و همکاران (۲۰۰۰) و Liu و Huang (۲۰۰۱) معتقد هستند که نشت الکترولیت در گونه‌های محتمل به گرما که دارای غشاء پایدارتری هستند، آهسته‌تر انجام می‌گیرد. اثر متقابل رقم در تاریخ کاشت روی نشت الکترولیت‌ها معنی‌دار شد. (جدول ۶).

نتایج تجزیه آماری اثر تاریخ کاشت و رقم برای کلروفیل برگ در جدول ۵ آمده است. اثر تاریخ کاشت روی میزان کلروفیل برگ معنی‌دار شد (جدول ۵). مقایسه‌ی میانگین نشان داد که تاریخ کشت اوّل و دوّم روی این صفت اثر معنی‌دار گذاشت. کاهش میزان کلروفیل برگ در تاریخ کاشت با تأخیر، به علت آسیب کلروفیل ناشی از دمای بالا بود؛ زیرا با افزایش درجه‌ی حرارت و بروز تنش گرما، میزان کلروفیل برگ کاهش می‌یابد (Chaves et al., 2002). بین ارقام از نظر کلروفیل برگ اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۵) و ارقام Heros و ساری‌گل به ترتیب از بیشترین و کمترین میزان کلروفیل برخوردار بودند. اثر متقابل رقم در تاریخ کاشت برای کلروفیل برگ معنی‌دار نبود (جدول ۶).

نتایج تجزیه آماری درصد پروتئین و درصد روغن در جدول ۷ آمده است. درصد روغن تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت. تاریخ کاشت مناسب منطقه (تاریخ کاشت اوّل) از بالاترین درصد روغن (۴۸/۱۹ درصد) برخوردار بود. متناسب با تعویق تاریخ کاشت، درصد روغن دانه کاهش یافت ولی درصد پروتئین افزایش پیدا کرد (جدول ۸). طول دوره‌ی پر شدن دانه و همچنین وجود عوامل محیطی مناسب مثل دما و آب در طی این مرحله از عوامل مهم بر کیفیت دانه‌ی کلزا می‌باشند. همان طوری که در فنولوژی گیاه مشاهده می‌شود تأخیر در کاشت سبب مصادف شدن مرحله‌ی زایشی گیاه با درجه بالا و بروز تنش گرما و نهایتاً کاهش طول این دوره می‌شود. واکنش کیفیت دانه در ارقام مختلف در مقابل تأخیر در تاریخ کاشت به یک میزان نبود. هایولا ۳۰۸ و Heros دارای حداکثر روغن به ترتیب ۴۶٫۱۸ و ۴۵٫۸۲ درصد و کمترین آن بر رقم ساری‌گل (۴۳/۹۹ درصد) بودند. درصد پروتئین رقم Heros نیز حداکثر (۲۴٫۱۷ درصد) به همراه ۲۳٫۹۴ درصد برای رقم ساری گل به دست آمد ولی رقم هایولا ۳۰۸ دارای حداقل درصد پروتئین (۲۱٫۱۳ درصد) بود (جدول ۸). هرچند درصد روغن و پروتئین دانه تحت کنترل ژنتیک است با این

Archive of SID

www.SID.ir

حال، در آزمایش Si و همکاران (۲۰۰۳) اثر محیط روی درصد روغن و پروتئین کلزا بیشتر از اثر ژنوتیپ بود. کیمبر و مک گرگور (۱۳۷۸) اظهار داشته‌اند که در میان عوامل محیطی که بر روی کیفیت دانه کلزا مخصوصاً درصد روغن اثر می‌گذارند، دما مهمترین عامل محسوب می‌شود. در این رابطه، Aksouh و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که وقوع درجه حرارات بالا در طی پُر شدن دانه در کلزا سبب کاهش درصد روغن گردید.

جدول ۷ : تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد روغن و پروتئین ارقام کلزا در تاریخ های کاشت مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد روغن	درصد پروتئین
تکرار	۳	۳/۶۶	۳/۱۴
تاریخ کاشت	۲	۸۳/۳۱*	۹۸/۴۴*
اشتباه آزمایشی a	۶	۲/۲۸	۳/۱۸
رقم	۲	۳۲/۶۷*	۲۸/۰۴*
رقم×تاریخ کاشت	۴	۳/۷۱ns	۲/۰۵۷ns
اشتباه آزمایشی b	۱۸	۱/۹۴۳	۱/۴۶۷
CV(%)		۴/۱	۵/۹

*و ns معنی‌دار در سطح ۵٪ و غیر معنی‌دار

جدول ۸ : مقایسه میانگین درصد روغن و پروتئین در تیمارهای مختلف

عوامل آزمایش	درصد روغن	درصد پروتئین
تاریخ کاشت		
اول آذر (D_1)	۴۸/۱۹a	۲۱/۰۷c
۲۰ آذر (D_2)	۴۴/۲۵b	۲۳/۶۹b
۱۰ آذر (D_3)	۴۲/۴۶c	۲۵/۱۴a
LSD	۰/۸۰	۰/۹۴
رقم		
هایولا ۳۰۸ (C_1)	۴۵/۸۲a	۲۱/۱۲b
ساری گل (C_2)	۴۳/۹۹b	۲۳/۹۴a
Heros (C_3)	۴۶/۱۸a	۲۴/۱۷a
LSD	۰/۸۲	۰/۶۹

حروف مشابه تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن)

Archive of SID

www.SID.ir

مقادیر شاخص‌های تحمل به تنش گرما در جدول ۹ ارائه شده است. در این رابطه از چهار شاخص Tol، Mp، SSI، STI استفاده شده است. مقایسه‌ی این چهار شاخص تنش در تاریخ کاشت دوّم و سوّم (تاریخ‌های کاشت با تأخیر) صورت می‌گیرد. حداکثر Tol در تاریخ کاشت دوّم و سوّم برای Heros حاصل شد (جدول ۹). رقم هایولا ۳۰۸ با دارا بودن مقدار شاخص Tol کمتر به عنوان رقم نیمه متحمل محسوب می‌شود ولی رقم Heros به عنوان نیمه حساس شناخته می‌شود. لذا در این رابطه انتخاب رقم بر اساس مقادیر کم Tol صورت می‌گیرد. در مقابل مقادیر mp برای هایولا ۳۰۸ بیشتر بود (۳۵۲۰/۱). این موضوع نشان می‌دهد که انتخاب ارقام بر مبنای mp بالا و Tol کمتر صورت می‌گیرد. در ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص حساسیت به تنش (SSI) ارائه شده توسط Fisher و Maurer (۱۹۷۸)، ارقام صرفاً بر اساس مقاومت و حساسیت، تنش دسته‌بندی می‌شوند. لذا به نظر می‌رسد این شاخص برای انتخاب ژنوتیپ‌های دارای ژن‌های مقاومت به تنش بسیار مناسب باشد. بر این اساس با وجود مقادیر کم SSI برای هایولا ۳۰۸ (۰/۷) در مقابل ۱/۵ برای Heros رقم هایولا ۳۰۸ جزء گروه نیمه متحمل محسوب می‌شود (جدول ۹). در شاخص تحمل تنش (STI) ارائه شده توسط Fernandez (۱۹۹۲) علاوه بر عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط مطلوب و تنش، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این بررسی مشخص شد که رقم هایولا ۳۰۸ با عملکرد دانه بالا دارای مقدار STI بیشتری بود (۱/۳ و ۱/۰۶ در تاریخ کاشت دوّم و سوّم). لذا می‌توان گفت این شاخص کارایی بیشتری در انتخاب ارقام با ثبات عملکرد دانه در هر دو شرایط مطلوب و تنش را داراست. بر اساس این شاخص، رقم هایولا ۳۰۸ متحمل‌تر از دو رقم دیگر شناخته شد. البته برای تعیین بهترین شاخص تحمل تنش، باید همبستگی این شاخص‌ها و رابطه آن‌ها با عملکرد دانه را در دو شرایط تنش و عدم تنش محاسبه کرد و شاخصی که همبستگی بالایی با عملکرد دانه دارد را انتخاب نمود، اما لازمه این امر و وجود ارقام متعدد مورد آزمایش است. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که هر دو عامل تاریخ کاشت و رقم بر اکثر صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد مؤثر بودند. تأخیر در تاریخ کاشت و افزایش تنش گرما توانست با کاهش وزن دانه‌ها و به ویژه تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه را کاهش دهد.

در رقم زودرس هایولا ۳۰۸ در اثر تأخیر در تاریخ کاشت و افزایش گرما، کاهش تعداد خورجین در بوته و وزن دانه به کاهش عملکرد دانه منجر گردید، ولی به علت این که تعداد دانه در خورجین افزایش پیدا کرد، این رقم توانست در مقایسه با دو رقم دیررس‌تر، شدت کاهش عملکرد دانه را تقلیل بخشد. البته افت کمتر بیولوژیک رقم اخیر در تاریخ‌های کاشت با تأخیر، دلیل مهم دیگری بر این امر بود. وجود اختلاف در حساسیت اجزای عملکرد به تنش گرما در بین ارقام کلزا در این آزمایش و آزمایش‌های دیگر (Stewart; Fathi et al., 2003 and Morison, 2000) نشان دهنده‌ی وجود تنوع ژنتیکی در واکنش به گرما است که

Archive of SID

www.SID.ir

امکان توسعه ارقام جدید با تحمل بیشتر تنش گرما را در کلزا مقدور می‌سازد. این امر نشان می‌دهد که تحمل به گرما صفتی است که در آینده می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی بیشتر مورد گزینش قرار گیرد. با توجه به تقویم زراعی کلزا در خوزستان وقوع تنش گرما و خشکی اجتناب ناپذیر است، لذا در زراعت آبی کلزا کشت ارقام دیررس حتی در تاریخ کاشت مناسب توصیه نمی‌گردد. بنابراین در منطقه خوزستان، ارقام با پتانسیل عملکرد بالا و تاریخ کاشت به موقع باید مد نظر قرار گیرد.

جدول ۹: میانگین شاخص‌های مختلف مقاومت و حساسیت به تنش در سه رقم کلزا

ارقام	Tol	mp	SSI	STI
		تاریخ کاشت دوّم		
هایولا ۳۰۸	۵۶۳/۸	۳۵۲۰/۱	۰/۷۰	۱/۳۰
ساری گل	۵۳۹/۹	۲۶۱۸/۷	۰/۸۹	۰/۶۷
Heros	۹۲۴/۵	۲۴۲۶/۱	۱/۵	۰/۵۶
		تاریخ کاشت سوّم		
هایولا ۳۰۸	۹۸۰/۱۰	۳۳۱۱/۷	۰/۶۵	۱/۰۶
ساری گل	۱۱۶۷/۴	۲۲۹۴/۷	۱/۰۵	۰/۴۹
Heros	۱۶۵۱/۶	۲۰۶۵/۹	۱/۴۸	۰/۳۶

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از طرح پژوهشی اجرا شده در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر می‌باشد. لذا نگارندگان بدین‌وسیله از حوزه معاونت پژوهشی واحد شوشتر جهت همکاری در مراحل اجرای این پژوهش صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

- **پورعیسی، م.، ۱۳۸۴.** بررسی برخی خصوصیات فنولوژیک و فیزیولوژیک ارقام کلزا در چهار تاریخ کاشت و همیشگی این صفات با عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه چمران اهواز. ۱۹۶ صفحه.
- **زواره، م.، و امام، ی.، ۱۳۷۹.** راهنمای شناسایی مراحل رشد زندگی کلزا. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۲. شماره ۱. ۱۴-۱.
- **کیمبر، د. و مک گرگور، د. آ.، ۱۳۷۸.** کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به نژادی، تکنولوژی زیستی)، ترجمه عزیزی، م. الف. سلطانی، و س. خاوری‌نژاد، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۰ صفحه.
- **مدحج، ع.، و فتحی، ق.، ۱۳۸۷.** فیزیولوژی گندم. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر. ۲۴۰ صفحه.

Archive of SID

www.SID.ir

- **Aksouh, N. M., Jacobs, B. C. and Stoddard, F. L., 2004.** Response of canola to different heat stresses. Aust. J. Agric. Res. 52: 817 – 824.
- **Al-Khatib, K. and Paulsen, G., 1999.** High temperature effects on photosynthetic processes in tempera and tropical cereals. Crop Sci. 39: 119-125.
- **Angadi, S., Cutforth, H. and Volkmar, K., 2000.** Response of 3Brassica species to high tempature stress during reproductive growth. Can. J. Plant Sci. 80: 693-701.
- **Bajii, M., Kinet, J. M. and Lutts, S., 2001.** The effects of the electrolyte method for assessing cell membrane stability as water stress tolerance test in drum wheat. Plant growth regulation. 10: 1-11.
- **Bilsborrow, P. E. and Norrton, G., 1984.** A consideration of factors affecting the yield of oilseed rape. Aspects Appl. Biol. 6: 91 – 99.
- **Blum, A. klueva, N. and Nguyen, H. T., 2000.** Wheat cellular there motolerance in related to yield under heat stress. Euphytica 40: 121 - 132.
- **Chaves, M. M., Pereira, J. S., Maroco, I. and Rodrigues, M. L., 2002.** How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth, Annals Bot, 89: 907 – 916.
- **Dekot, T., Tsoner, T. and Yordanov, I., 2000.** Effects of water stress and high temperature stress on the structure and activity of photosynthetic apparatus of zea mays and Helianthus annuus, photosynthetica. 38: 3bl – 3bb.
- **Faraji, A., Lattifi, N., Solatni, A. and Shirani Red, A. H., 2009.** Seed yield and water use efficiency of canola as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. Agric. Water Manage. 96:132-140.
- **Fathi, G., Siadat, S. A. and Hemaiaty, S. S., 2003.** Effect of sowing date on yield and yield components of 3 oilseed rape varieties. Acta Agron. Hung. 51: 244 – 255.
- **Fernandez, G. C., 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: proceedings of the International symposium on food crops in temperature and water stress. Taiwan. Pp. 257 – 270.
- **Fischer, R. A. and Maurer, R., 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Aust. J. Agric. Res. 29: 897 – 912.

Archive of SID

www.SID.ir

- **Fujita, K., Kawai, R., Iwahashi, H. and Komatsu, Y., 1998.** Response to heat and oxidative stress with different intracellular localization in saecharomyces cerevisiae. Biochemical and Biophysical Res. 248: 542-547.
- **Ghobadi, M., Bakhshandeh, M., Fathi, G., Gharineh, H., Naderi, A. and Alami_ said, K., 2006.** Short and long periods of water stress during growth stages of canola. J. of Agron 5:336_341.
- **Habe kotte, B., 1993.** Quantitative analysis of pod formation, seed set and seed filling in winter oilseed rape under field conditions. Field crops Res. 35: 21 – 33.
- **Liu, X. and Huang, A., 2001.** Heat stress injury in relation to membrane lipid peroxidation in creeping bentgrass. Crop sci. 40: 503 – 510.
- **Mendham, N. J., Russell, J. R. and Jarosz, N. K., 1995.** Response to swing time of 3 contrasting Australian cultivars of oilseed rape. J. Agric. Sci. Camb. 103: 303 – 316.
- **Miralles, D. and Brenda, F., 2001.** Development responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. Field crops Res. 71: 211 – 223.
- Morison, M. J. 1993. Heat stress during reproduction in summer rape. Can. J. Bot. 71: 303 – 308.
- **Morison, M. J. and Stewart, D. W., 2002.** Heat stress during flowering iin summer Brassica. Crop Sci. 42: 799 – 803.
- **Nasri, M., Khalatbari, M., Zahedi, H., Paknejad, F. and Tohidi mighadam, H. R., 2008.** Evaluation of micro and macro elements in drought stress condition in cultivars of rapeseed. Ameri. J. of Agric and Bio. Sci. 3:579-583.
- **Pechan, P. M., 1988.** Ovule fertilization and seed number per pod determination in oilseed rape. Ann. Bot. 61: 201 – 207.
- **Si, P., Mailer, r. J., Galwey, N. and Turner, D. W., 2003.** Influence of genotype and environment on oil and protein concentrations of canola grown across southern Australia. Aust. J. Agric. Res. 54: 397 – 407.
- **Taylor, A. and Smith, C., 1992.** Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield component of irrigation canola growing in south eastern Australia. Aust. Agric. Res. 43: 1858-1863.

Archive of SID

www.SID.ir