"مجله علوم زراعي ايران"
جلد هشتم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۵

اثر تاريخ كاشت و تنش گرما در مرحلة گلدهي بر عملكرد دانه و اجزاء عملكرد رقم‌هاي كلزا (*Brassica napus* L.)

Effects of sowing date and heat stress during flowering on yield and yield components in canola (*Brassica napus* L.) cultivars

مختار قبادی[۱]، عبدالمهدی بخشنده[۲]، قدرت‌اله فتحی[۳]، محمدحسین قرینه[۴]، خلیل عالمی‌سعید[۵] و احمد نادری[۶]

چکیده

قبادی، م.، ع. بخشنده، ق. فتحی، م. ح. قرینه، خ. عالمی‌سعید و ا. نادری. ۱۳۸۵. اثر تاریخ کاشت و تنش گرما در مرحله گلدهی بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد رقم‌هاي كلزا (*Brassica napus* L.). مجله علوم ؤراعی ایران، جلد هشتم، شماره ۱، صفحه: ۴۶ تا ۵۷.

مرحلة گلدهي كلزا در خوزستان با افزايش درجه حرارت و بروز تنش گرما مواجه است. هدف از اين تحقيق ارزيابي اثر تاريخ كاشت و تنش گرما در مرحله گلدهي بر عملكرد دانه و اجزاء عملكرد سه رقم كلزاي بهاره بود. آزمايش در مجتمع عالي آموزشي و پژوهشي كشاورزي رامين طي دو سال زراعي ۸۳-۱۳۸۲ و ۸٤-۱۳۸۳ اجرا گرديد. آزمايش به صورت كرت‌هاي يك بار خردشده در قالب طرح بلوك هاي كامل تصادفي و در چهار تكرار پياده شد كه سه تاريخ كاشت يك آذر، بيست آذر و ده دي به عنوان فاكتور اصلي و سه رقم كلزا **Hyola-308**، **PF-7045/91** و **Heros** به عنوان فاكتور فرعي در نظر گرفته شدند. نتايج آزمايش نشان داد كه تأخير در تاريخ كاشت سبب كاهش معني‌دار عملكرد بيولوژيك، عملكرد دانه و اجزاء عملكرد (به استثناي تعداد دانه در خورجين) شد. رقم‌ها از نظر عملكرد دانه و اجزاء عملكرد تفاوت معني‌دار داشتند، اما از نظر عملكرد بيولوژيك متفاوت نبودند. رقم‌هاي **Hyola-308** و **Heros** به ترتيب با ۳۲۷/۷٤ و ۲۰۳/۲٦ گرم در مترمربع، بيشترين و كمترين عملكرد دانه را توليد كردند. درجه حرارت آستانه تنش در مرحلة گلدهي بين رقم‌ها اختلاف معني‌دار نداشت و ميانگين آن‌ها معادل ۲۸/۳ درجه سانتي‌گراد بود. در مرحله گلدهي، مجموع درجه حرارت‌هاي حداكثر روزانة بيشتر از ۲۸/۳ درجه سانتي‌گراد به عنوان واحدهاي تنش گرمايي محسوب گرديد. با افزايش واحدهاي تنش گرمايي در مرحلة گلدهي، تعداد گل و تعداد خورجين در گل‌آذين اصلي و نسبت موفقيت گل‌ها در تبديل به خورجين بارور كاهش يافتند، اما تعداد دانه در خورجين رقم **Hyola-308** افزايش و در دو رقم ديگر كاهش نشان داد. بر اساس نتايج حاصل از اين آزمايش، رقم‌هاي متوسطرس و ديررس كلزا براي منطقه خوزستان مناسب نيستند و رقم‌هاي زودرس توصيه مي‌گردد.

واژه‌هاي كليدي: كلزا، تاريخ كاشت، تنش گرما، درجه حرارت آستانه تنش، عملكرد دانه، اجزاء عملكرد.

تاريخ دريافت: ۱۳۸٤/٦/۸

۱ـ (مكاتبه كننده) استاديار گروه زراعت دانشكده كشاورزی دانشگاه رازی كرمانشاه
۲، ۳، ٤ و ۵ـ به ترتيب استاد و استاديار، دانشگاه كشاورزی و منابع طبيعی رامين- اهواز
٦ـ استاديار پژوهش، مركز تحقيقات كشاورزی صفی آبادـ دزفول

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]

مقدمه

یکی از عواملی که عملکرد دانه گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، تاریخ کاشت است. در تعیین تاریخ کاشت یک رقم کلزا در هر منطقه‌ای باید مواردی مثل دمای محیط و خاک به هنگام کاشت و همچنین اجتناب از هم‌زمانی گلدهی با گرما مدنظر قرار گیرد (Rao and Mendham, 1991). تایلور و اسمیت (Taylor and Smith, 1992) گزارش کردند که تاریخ کاشت اثر بارزی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا داشته و مناسب‌ترین زمان کاشت وابسته به رقم و شرایط آب و هوایی منطقه به‌ویژه عرض جغرافیایی است. تأخیر در کاشت سبب کاهش تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، طول خورجین و نهایتاً عملکرد دانهٔ کلزا شده است (Mendham *et al.*, 1990, Fathi *et al.*, 2003).

در درجه حرارت بالا، گیاه مقدار زیادی از گرمای خود را با تشعشع طول موج بلند، به هوای مجاور هدایت و با تعرق دفع می‌کند (تایز و زایگر، ۱۳۸۱). در شرایط مناسب رطوبتی، گیاه عمدتاً با افزایش تعرق خنک می‌شود، ولی هنگامی که گیاه با کمبود آب روبرو باشد به علت عدم تعرق، دمای آن بیش از دمای هوای اطراف خواهد بود. بنابراین گیاهانی که در معرض تنش خشکی هستند تنش گرمایی نیز بر آن‌ها وارد می‌شود (Maham *et al.*, 1995).

در اثر تنش گرما، فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی متعددی نظیر فتوسنتز، تنفس، خاصیت نیمه تراوایی غشاء سلول، تخریب پروتئین‌ها و آنزیم‌های درون گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرند (لارچر، ۱۳۷۶). میزان خسارت تنش گرما به نوع گیاه، مدت تنش و همچنین سرعت افزایش درجه حرارت بستگی دارد. هنگامی که درجه حرارت هوا به بالاتر از حد آستانهٔ خسارت افزایش پیدا کند، آسیب آن قطعی است (Al-Khatib and Paulsen, 1999).

ناتال و همکاران (Nuttal *et al.*, 1992) برآورد کردند که یک درجه سانتی‌گراد افزایش درجه حرارت حداکثر در ماه جولای که مصادف با گلدهی کلزای تابستانه در غرب کانادا است، کاهش ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه (حدود ده درصد از کل عملکرد دانه) را به دنبال دارد. آنگادی و همکاران (Angadi *et al.*, 2000) گزارش کردند که در چرخهٔ زندگی گیاه کلزا، مرحله گلدهی حساس‌ترین مرحله به درجه حرارت بالا است و بروز تنش گرما در این مرحله سبب افت عملکرد دانه می‌گردد. همچنین موریسون (Morison, 1993) گزارش کرد که تنش گرما در طی گلدهی کلزا باعث خسارت بیشتری در مقایسه با مرحله رویشی یا مرحله رشد خورجین شده است.

گزارش‌هایی مبنی بر نقش اندک ذخایر غذایی قبل از گلدهی کلزا در رشد دانه وجود دارد. در شرایط محیطی مناسب و بدون تنش، ذخایر مواد پرورده‌ای که قبل از گلدهی تشکیل می‌شوند فقط در حدود ده درصد در عملکرد دانه نقش دارند (Mendham *et al.*, 1990). رشد قبل از گلدهی، پتانسیل فتوسنتزی برگ‌ها و ساقه‌ها را مشخص می‌کند و موجب ایجاد ذخایر مواد فتوسنتزی می‌شود که در برخی شرایط مخصوصاً در هنگام وجود تنش‌های محیطی، سهم بیشتری را در تعیین عملکرد دانه به عهده دارد. در زمان گلدهی کلزا که کلیه برگ‌های ساقهٔ اصلی باز شده‌اند، پتانسیل فتوسنتزی در حداکثر مقدار خود بوده و در این دوره پتانسیل عملکرد مشخص می‌گردد. تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین که در مرحله گلدهی تعیین می‌شوند و از اجزای اساسی عملکرد دانه هستند تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله تنش‌های محیطی و کمبود مواد فتوسنتزی قرار می‌گیرند. اندازهٔ دانه در مقایسه با سایر اجزاء عملکرد، کمتر تغییر می‌کند (کیمبر و مک‌گرگور، ۱۳۷۸).

توجه به تقویم زراعی کلزا در منطقهٔ خوزستان مشخص می‌کند که این گیاه در طول مرحلهٔ گلدهی تا پایان دورهٔ رشد با افزایش درجه حرارت هوا و تنش

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]

گرما مواجه است. از طرف دیگر، کاهش و حتی عدم وجود بارندگی در این دوره سبب برور تنش خشکی نیز می‌گردد. این آزمایش با هدف بررسی اثر تاریخ کاشت و درجه حرارت بالا در مرحله گلدهی بر عملکرد دانه، اجزاء عملکرد، باروری گل‌ها و همچنین تعیین درجه حرارت آستانه در مرحلهٔ گلدهی رقم‌های بهاره کلزا در شرایط آب و هوایی خوزستان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ در مزرعهٔ تحقیقاتی مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی کشاورزی رامین واقع در شهر ملاثانی که در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه و ارتفاع ۵۰ متر از سطح دریا واقع شده است، به اجرا درآمد. بافت خاک مزرعه Silty-Clay و pH خاک مزرعه در سال اول و دوم به ترتیب ۷/۷ و ۷/۹ بود. آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل سه تاریخ کاشت ۱ آذر (تاریخ کاشت مناسب منطقه)، ۲۰ آذر و ۱۰ دی ماه و فاکتور فرعی شامل سه رقم کلزای بهاره Hyola-308 (زودرس)، PF-7045/91 (متوسط‌رس) و Heros (دیررس) بودند. هر کرت فرعی شامل هشت ردیف ۵ متری با فاصلهٔ ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ بوته‌های روی ردیف ۳/۳ سانتی‌متر (تراکم بوته ۱۰۰ بوته در مترمربع) بود. ابتدا بذرها 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، ۶۰ و 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 شد، ولی نیتروژن در مراحل کاشت، چهار تا شش برگی، ابتدای به ساقه‌رفتن و ابتدای گلدهی به طور مساوی تقسیط گردید. برای تأمین نیاز آبی گیاه و ممانعت از بروز تنش خشکی در طی آزمایش، کرت‌ها در زمان تخلیه ۲۵ درصد رطوبت قابل استفاده خاک (Available Water) آبیاری شدند. حد ظرفیت مزرعه‌ای و پژمردگی دائم نیز به وسیله دستگاه صفحه فشاری (Pressure Plate) به دست آمد. به منظور تشخیص مراحل رشد و نموی کلزا از کلید و راهنمای شناسایی مراحل رشد کلزا که توسط سیلوستر- برادلی و مکپیس (Sylvester-Bradley and Makepeace, 1984) و زواره و امام (۱۳۷۹) ارائه شده است، استفاده گردید.

در زمان گلدهی ده بوته علامت‌گذاری شد و تعداد گل‌های بازشده 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 مساحت ۲/۴ مترمربع از وسط هر کرت به صورت دستی و در تاریخ‌های مختلف اردیبهشت ماه انجام گرفت.

به منظور ارزیابی تنش گرما طی مرحله گلدهی از یک شاخص بر اساس درجه حرارت حداکثر روزانه استفاده گردید (Morison and Stewart, 2002). برای این کار فرض شد که عملکرد دانه (Y) در اثر تنش گرما طی مرحله گلدهی طبق معادله زیر کاهش می‌یابد:

$$Y = Y_{max} - bH_i \qquad [1]$$

در این معادله، Y_{max} محل تقاطع خط رگرسیون با محور Y (Intercept) و بیانگر حداکثر عملکرد دانه و b ضریب رگرسیون هستند. در هر سال و برای هر رقم برای تعیین b از میانگین درجه حرارت حداکثر روزانه در طول مدت گلدهی (H_i) و همچنین عملکرد دانهٔ آن رقم (Y) در سه تاریخ کاشت، و از روش بهینه سازی حداقل مربعات (Least squares optimization procedure) استفاده گردید (Marquardt, 1963).

با توجه به اینکه تنش گرما، درجه حرارت‌های بالاتر از آستانه (Threshold Temperature=T_t) را شامل

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]

می‌شود، بنابراین معادلهٔ [۲] به صورت زیر تعریف گردید:

$$\hat{Y} = Y_{max} - b[\sum_i^n (T_{max} - T_t)] \qquad [۲]$$

در این معادله، $\hat{Y}$ و Y_{max} به ترتیب میانگین و حداکثر عملکرد دانهٔ هر رقم در هر سال، T_{max} درجه حرارت حداکثر روزانه، $(T_{max} - T_t) \geq 0$ و n تعداد روزهای مرحله گلدهی است. $\hat{Y}$، Y_{max}، b و T_{max} را در معادله[۲] قرار داده و نهایتاً درجه حرارت آستانه (T_t) در مرحله گلدهی برای هر رقم محاسبه گردید.

برای نشان دادن اثر تنش گرما در طی گلدهی بر روی صفات مورد نظر، واحدهای تنش گرما (Heat Stress Units) (مجموع درجه حرارت‌های حداکثر روزانه که بیشتر از درجه حرارت آستانه هستند) برای هر تیمار و در هر سال بر روی محور X و نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری صفت مربوطه بر روی محور Y قرار داده شدند. با استفاده از رگرسیون خطی، از میان نقاط بدست آمده یک خط مستقیم برازش داده شد. برای نشان دادن میزان ارتباط صفت مورد نظر با تنش گرما، از ضریب همبستگی خطی ساده (r) استفاده گردید.

تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار MSTATC و محاسبه درجه حرارت آستانه با استفاده از نرم افزار EXCEL انجام گرفت. میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه، اجزاء عملکرد دانه کلزا را تشکیل می‌دهند. مقایسه میانگین دو سالهٔ نتایج به دست آمده نشان داد که تأخیر در تاریخ کاشت، سبب کاهش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته گردید. بین رقم‌ها نیز از این لحاظ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد و رقم‌های PF-7045/91 و Heros به ترتیب از بیشترین و کمترین تعداد خورجین در بوته برخوردار بودند (جدول ۱). البته در تاریخ کاشت مناسب منطقه (تاریخ کاشت اول) تولید بالای خورجین متعلق به رقم دیررس Heros بود. ولی با توجه به اینکه 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 (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین دوساله عملکرد و اجزاء عملکرد در تاریخ‌های کاشت و رقم‌های مختلف

Table 1. Biennial mean comparison of yield and yield components in sowing dates and cultivars

تیمارها Treatments	خورجین در بوته Siliques per Plant	دانه در خورجین Seeds per Silique	وزن هزار دانه 1000-SW (g)	عملکرد دانه Seed Yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک Biol. Yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت HI (%)
تاریخ‌های کاشت Sowing dates						
21 Nov.	99.16^a	20.19^a	3.29^a	318.97^a	1173.57^a	27.48^c
10 Dec.	74.46^b	21.66^a	2.82^b	251.45^b	849.53^b	29.54^a
30 Dec.	59.36^c	20.57^a	2.58^c	191.77^c	656.33^c	28.65^b
رقم‌ها Cultivars						
Hyola-308	76.48^b	25.45^a	3.23^a	327.74^a	901.17^a	36.77^a
PF-7045/91	81.75^a	19.22^b	2.72^b	231.19^c	899.59^a	25.85^b
Heros	74.76^b	18.47^b	2.74^b	203.26^c	878.66^a	23.06^c

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون (بین دو خط افقی) اختلاف معنی‌دار ندارند (دانکن ۵٪).

Mean followed by the same letters in each column are not significantly different (Dancan 5%).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]

جدول ۲- مقایسه میانگین دوساله عملکرد و اجزاء عملکرد در تیمارهای مختلف

Table 2. Biennial mean comparison of yield and yield components in different treatments

تیمارها Treatments	خورجین در بوته Siliques per Plant	دانه در خورجین Seeds per Silique	وزن هزار دانه 1000-SW (g)	عملکرد دانه Seed Yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک Biol. Yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت HI (%)
$D_1 . C_1$	89.82^{c}	23.62^{c}	3.73^{a}	379.18^{a}	1102.24^{b}	34.47^{c}
$D_1 . C_2$	99.11^{b}	19.74^{d}	3.13^{b}	288.72^{c}	1166.21^{b}	24.86^{ef}
$D_1 . C_3$	108.55^{a}	19.38^{d}	3.02^{bc}	288.99^{c}	1252.25^{a}	23.12^{g}
$D_2 . C_1$	77.34^{d}	25.49^{b}	3.06^{bc}	322.17^{b}	868.04^{c}	37.28^{b}
$D_2 . C_2$	80.06^{d}	19.78^{d}	2.72^{d}	234.84^{d}	867.24^{c}	27.07^{d}
$D_2 . C_3$	65.98^{e}	19.71^{d}	2.68^{de}	196.64^{e}	813.30^{c}	24.28^{f}
$D_3 . C_1$	62.29^{e}	27.25^{a}	2.91^{c}	281.18^{c}	733.24^{d}	38.54^{a}
$D_3 . C_2$	66.07^{e}	18.14^{d}	2.31^{f}	170.00^{f}	665.33^{d}	25.62^{e}
$D_3 . C_3$	49.74^{f}	16.33^{e}	2.52^{e}	124.13^{g}	570.43^{e}	21.79^{h}

D_1، D_2 و D_3: به ترتیب تاریخ‌های کاشت اول آذر، بیست آذر و ده دی ماه. C_1، C_2 و C_3: به ترتیب رقم‌های Hyola-308، PF-7045/91 و Heros. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند (دانکن ۵٪).

D_1, D_2 and D_3: Sowing dates 21 Nov., 10 Dec. and 30 Dec., respectively. C_1, C_2 and C_3: Hyola-308, PF-7045/91 and Heros, respectively. Mean followed by the same letters in each column are not significantly different (Dancan 5%).

تایلور و اسمیت (Taylor and Smith, 1992) اظهار داشتند که هر چه تعداد دانه در خورجین بیشتر باشد مخزن بزرگتری برای مواد فتوسنتزی تولید می‌گردد و هر عاملی که باعث افزایش این صفت شود، منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد. نتایج حاصل از آزمایش حاضر نشان داد که تأخیر در تاریخ کاشت بر تعداد دانه در خورجین اثر معنی‌دار نداشت ولی رقم‌ها از نظر این صفت متفاوت بودند و رقم زودرس Hyola-308 دارای تعداد دانهٔ بیشتری در خورجین بود (جدول ۱). همچنین در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام نیز رقم اخیر دارای تعداد دانه در خورجین بیشتری بود (جدول ۲).

اثر تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود و با تأخیر در تاریخ کاشت، وزن دانه‌ها کاهش یافت (جدول ۱). علت کاهش وزن دانه در کشت‌های دیرهنگام به این دلیل بود که مرحلهٔ پرشدن دانه با افزایش شدید درجه حرارت محیط مواجه شده بود. در این رابطه، اعتقاد بر این است که در اثر گرمای زیاد، تنفس شدید شده و میزان مواد متابولیکی ذخیره‌ای کاهش می‌یابد. همچنین گرما مکانیسم انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها را تحت تأثیر قرار داده و سبب پرشدن ناقص دانه‌ها می‌گردد (Bilsborrow and Norton, 1984).

تأخیر در تاریخ کاشت سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گردید. افت عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم نسبت به تاریخ کاشت اول به ترتیب ۲۱/۱ و ۳۹/۸ درصد بود. در عملکرد دانه رقم‌ها نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید و رقم Hyola-308 با عملکرد دانه ۳۲۷/۷٤ گرم در متر مربع از این لحاظ برتر بود (جدول ۱). رابطهٔ تاریخ کاشت و عملکرد دانه برای هر رقم در دو سال آزمایش به صورت معادله رگرسیون خطی نشان داد که در صورت تأخیر تاریخ کاشت از اول آذر به ده دی ماه، به ازاء هر روز تأخیر در کاشت، عملکرد دانه در رقم‌های Hyola-308، PF-7045/91 و Heros به ترتیب معادل ٦٥/.، ۱/۰۲ و ۱/٤٤ درصد کاهش می‌یابد.

تأخیر در تاریخ کاشت سبب کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک شد، ولی سه رقم از این لحاظ اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۱). اثرهای تاریخ

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]

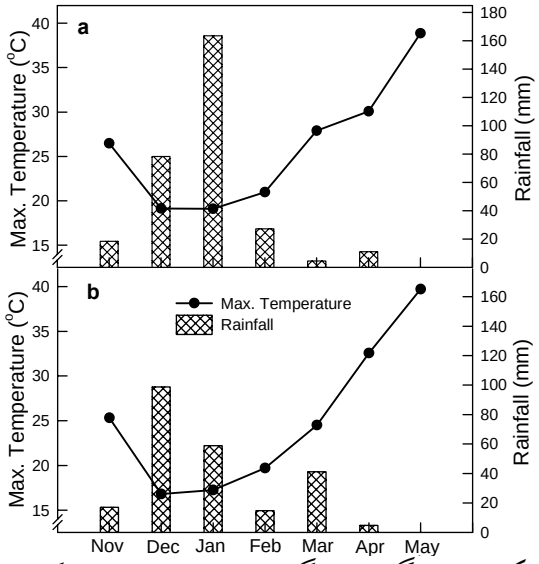
کاشت و رقم روی شاخص برداشت معنی‌دار بود. با تأخیر در تاریخ کاشت، شاخص برداشت اندکی افزایش یافت، ولی در تاریخ کاشت سوم کاهش پیدا کرد (جدول‌های ۱ و ۲). این در حالی است که فتحی و همکاران (Fathi *et al*., 2003) کاهش شاخص برداشت را در اثر تأخیر تاریخ کاشت گزارش کرده‌اند.

میانگین بارندگی و درجه حرارت حداکثر ماهیانه در سال‌های اول و دوم آزمایش در شکل ۱ آورده شده است. درجه حرارت آستانه تنش (T_t) در طول مرحله گلدهی کلزا برای هر رقم محاسبه شد که نتایج به دست آمده در جدول ۳ ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که بین سه رقم از نظر درجه حرارت آستانه تنش، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد، بنابراین میانگین آن‌ها که معادل ۲۸/۳ درجه سانتی‌گراد است، به عنوان درجه حرارت آستانه تنش تعیین گردید. گزارش‌ها نشان می‌دهند که با انجام آزمایش در اتاقک رشد، گیاهان کلزا در مرحله گلدهی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (Morison *et al*., 1989)، در ۲۷ درجه سانتی‌گراد (Morison, 1993) و در۲۸ درجه سانتی‌گراد (Polowick and Sawhney, 1987) غیربارور شدند. ملاحظه می‌گردد درجه حرارت آستانهٔ به دست آمده از آزمایش مزرعه‌ای در مقایسه با درجه حرارت

جدول ۳- درجه حرارت آستانه (T_t) رقم‌های کلزا و خطای استاندارد آن‌ها

Table 3. Threshold of stress temperature (T_t) for canola cultivars and their standard error.

رقم Cultivar	درجه حرارت آستانه T_t (°C)	خطای استاندارد Standard Error
Hyola-308	27. 3[a]	0.38
PF-7045/91	28.4[a]	0.06
Heros	29.2[a]	0.30
Combined	28.3	0.37



شکل ۱- میانگین بارندگی و درجه حرارت حداکثر ماهیانه a) سال اول و b) سال دوم

Fig. 1. Mean monthly rainfall and maximum temperature, a) year-1 and b) year-2

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]

خسارت‌زایی که در شرایط اتاقک رشد گزارش گردیده، متفاوت است. شایان ذکر است که در آزمایش‌هایی که در اتاقک رشد اجرا شده‌اند، گیاهان در کل دورهٔ گلدهی و در تمام طول روز در معرض درجه حرارت ثابتی بوده‌اند در حالی‌که در شرایط مزرعه، در تعدادی از روزها و به خصوص در اوایل گلدهی ممکن است گیاه تنش گرمایی را تجربه نکند و یا حتی در روزهای گرم نیز فقط برای مدت کوتاهی از طول روز و معمولاً اواسط روز در معرض درجه حرارت حداکثر باشد. همچنین وزش باد و وجود حشرات در مزرعه، شانس گرده‌افشانی را افزایش می‌دهند. بنابراین درجه حرارت آستانه در آزمایش‌های مزرعه‌ای معمولاً اندکی بیشتر از آزمایش‌های کنترل شده به دست می‌آید. همچنان که موریسون و استوارت (Morison and Stewart, 2002) چهار رقم تابستانه مربوط به سه گونهٔ *B. napus*، *B. juncea* و *B. rapa* را در سه تاریخ کشت مزرعه‌ای در اُتاوا (کانادا) مورد آزمایش قرار دادند و درجه حرارت ۲۹/۵ درجه سانتی‌گراد را به عنوان درجه حرارت آستانه تعیین کردند.

در آزمایش حاضر، مجموع درجه حرارت‌های حداکثر روزانه از ابتدا تا انتهای گلدهی که بیشتر از آستانه (۲۸/۳ درجه سانتی‌گراد) بود، محاسبه گردید که به عنوان واحدهای تنش گرمایی در مرحله گلدهی در جدول ٤ به صورت میانگین دوساله ارائه شده است. نتایج نشان داد که تأخیر در تاریخ کاشت، موجب مصادف شدن دورهٔ گلدهی با تنش گرمایی بیشتر شد و این مسأله برای رقم Heros که دیررس‌تر بود، سبب بروز تنش گرمایی بیشتری در دورهٔ گلدهی آن گردید. همچنین در تاریخ کاشت مناسب منطقه، گلدهی رقم متوسطرس PF-7045/91 و رقم دیررس Heros با تنش گرما مواجه بود. این نتیجه مؤید این مطلب است که برای منطقهٔ خوزستان رقم‌های دیررس مناسب نیستند و رقم‌های زودرس توصیه می‌گردند.

جدول ٤- میانگین دو ساله واحدهای تنش گرما در مرحله گلدهی در تیمارهای مختلف (°C)

Table 4. Mean heat stress units during flowering in different treatments (°C) in two cropping seasons (2003-5)

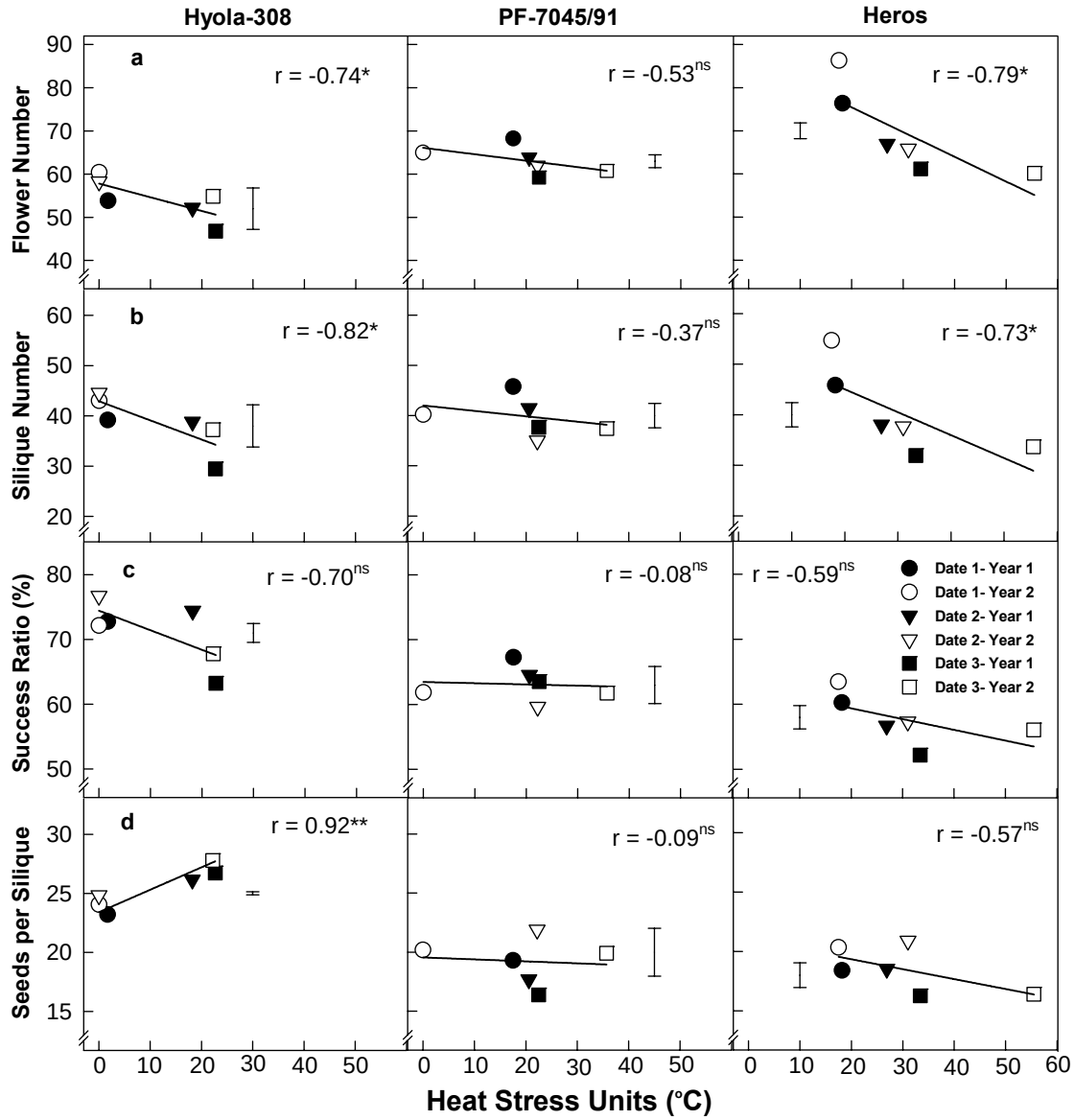
تاریخ کاشت Sowing date	Hyola-308	PF-7045/91	Heros
21 November	0.8	8.7	17.8
10 December	9.1	21.4	28.9
30 December	22.4	29.1	44.4

تایو و مورگان (Tayo and Morgan, 1979) نشان دادند که تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین به وسیلهٔ توانایی گیاه در فراهم کردن مواد فتوسنتزی برای گل‌آذین در طول سه هفتهٔ اول گلدهی تعیین می‌گردد. ولی وزن دانه که عمدتاً در مراحل انتهایی رشد گیاه کلزا و در مرحله پرشدن دانه تعیین می‌گردد بیشتر تحت تأثیر ساختار ژنتیکی است، هر چند که عوامل محیطی نیز بر آن اثر می‌گذارند (Rao and Mendham,1991). بنابراین در این بررسی واحدهای تنش گرما در مرحله گلدهی برای مطالعهٔ اثر تنش گرما بر روی تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین به کار برده شد.

واکنش تعداد گل تشکیل شده در گل‌آذین اصلی نسبت به واحدهای تنش گرمایی، در شکل ۲a ارائه شده است. مشاهده می‌شود که با افزایش میزان تنش گرما، تعداد گل در هر سه رقم کاهش یافته است. ضریب همبستگی (r) تعداد گل با تنش گرما، در رقم‌های Hyola-308 و Heros معنی‌دار بود و شدت کاهش آن

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]



شکل ۲- رابطه بین واحدهای تنش گرما در دوره گلدهی و a) تعداد گل تشکیل شده در گل‌آذین اصلی، b) تعداد خورجین بارور در گل‌آذین اصلی، c) نسبت موفقیت گل‌ها در تبدیل به خورجین بارور در گل‌آذین اصلی، d) تعداد دانه در خورجین گل‌آذین اصلی. انحراف معیار داده‌ها بین دو سال، و همچنین ضریب همبستگی ساده (r) بین واحدهای تنش گرما و صفت مربوطه آورده شده است.

Fig. 2. Relationship between heat stress units during flowering and a) number of flowers on the main raceme, b) number of siliques on the main raceme, c) ratio of the number of developed siliques to the number of established flowers on the main raceme, d) number of seeds per silique on the main raceme. Standard deviation represents differences between two years and r=linear correlation coefficient among heat stress units and trial data

در رقم دیررس Heros بیشتر بود (شکل ۲a). موریسون و استوارت (Morison and Stewart, 2002) نیز گزارش کردند که با افزایش میزان تنش گرما در طی گلدهی کلزا، تعداد گل تشکیل شده کاهش یافت.

با افزایش میزان واحدهای تنش گرمایی، تعداد خورجین در گل‌آذین اصلی هر سه رقم کاهش یافت، به طوری که ضریب همبستگی (r) برای رقم‌های Hyola-308 و Heros معنی‌دار شد ولی کاهش آن در

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]

رقم Heros بیشتر بود (شکل ۲b). نسبت تعداد خورجین به تعداد گل تشکیل شده در گل‌آذین اصلی (نسبت موفقیت گل‌ها) نشان می‌دهد که با افزایش واحدهای تنش گرما، این نسبت در هر سه رقم کاهش داشت، هر چند که تنزل این نسبت در دو رقم Hyola-308 و Heros بیشتر بود، ولی همبستگی نسبت موفقیت گل‌ها با واحدهای تنش گرمایی معنی‌دار نگردید (شکل ۲c). میانگین دوسالهٔ نسبت موفقیت گل‌ها در رقم‌های Hyola-308، PF-7045/91 و Heros به ترتیب ۷۱/۱، ۶۳/۱ و ۵۷/۶ درصد به دست آمد. کاهش نسبت موفقیت گل‌ها در اثر تنش گرما را باید در تغییر فرایندهایی که در آن‌ها دانهٔ گرده، تخمک و تخمدان نقش داشته و نهایتاً جنین (دانه) و میوه (خورجین) را به وجود می‌آورند جستجو کرد. تحقیقات انجام شده روی گیاه کلزا نشان می‌دهند که تنش گرما باعث کاهش تعداد و قابلیت حیات دانه گرده (Pollen Viability) (Morison, 1993)، کاهش قدرت جوانه زنی دانه گرده (Pollen Germinability) بر روی مادگی (Rao *et al.*, 1992)، کاهش قطر لولهٔ گرده، توقف طویل شدن آن و پیدایش لوله گردهٔ پر پیچ و خم (Harpen *et al.*, 1989) می‌گردد. گزارش شده است که هنگامی که تأخیر در تاریخ کاشت کلزا منجر به مواجههٔ گلدهی با درجه حرارت بالا شود، سقط جنین افزایش می‌یابد (McGregor, 1981).

واکنش ارقام نسبت به تنش گرما از نظر تعداد دانه در خورجین متفاوت بود، به طوری که تعداد دانه در خورجین گل‌آذین اصلی در رقم Hyola-308 افزایش یافت، ولی در رقم‌های PF-7045/91 و Heros کاهش پیدا کرد (شکل ۲d). تحقیقات نشان می‌دهند که در کلزا بین لولهٔ گرده و تخمک موانعی وجود دارد که در شرایط عادی، این موانع توسط آنزیم‌ها از میان برداشته می‌شوند ولی تنش گرما از تولید یا فعالیت این آنزیم‌ها جلوگیری می‌کند که نتیجهٔ آن کاهش تعداد دانه در خورجین است (Pechan, 1988).

همانطوری که اشاره گردید با تأخیر در تاریخ کاشت و مواجههٔ مرحله زایشی گیاه کلزا با تنش گرمای بیشتر، عملکرد دانه کاهش یافت. در صورتی که درجه حرارت آستانه تنش از مرحلهٔ رشد خورجین تا بلوغ فیزیولوژیکی را هم مثل مرحلهٔ گلدهی ۲۸/۳ درجه سانتی‌گراد در نظر بگیریم، مرحله زایشی رقم‌های Hyola-308، PF-7045/91 و Heros در تاریخ کشت سوم، بر اساس آمار هواشناسی منطقه به ترتیب معادل ۷۵/۶، ۹۱/۶ و ۱۱۲/۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر از تاریخ کاشت اول با تنش گرما مواجه بوده‌اند. بدین ترتیب بر اساس معادلهٔ رگرسیون خطی، به ازاء افزایش هر درجه سانتی‌گراد تنش گرما از مرحلهٔ گلدهی تا پایان دوره رشد، عملکرد دانه در رقم‌های فوق‌الذکر به ترتیب معادل ۱/۲۹، ۱/۲۹ و ۱/۴۷ گرم در مترمربع کاهش می‌یابد.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که هر دو عامل تاریخ کاشت و رقم بر اکثر صفات مربوط به عملکرد و اجزاء عملکرد مؤثر بودند. در این آزمایش که تمامی تیمارها از تراکم بوته یکسانی برخوردار بودند بقیهٔ اجزای عملکرد شامل تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه‌ها عوامل تعیین کننده عملکرد دانه در واحد سطح 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 Hyola-308 در اثر تأخیر در تاریخ کاشت و افزایش تنش 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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]

کرد (شکل۲d)، این رقم توانست در مقایسه با دو رقم دیررس‌تر، شدت کاهش عملکرد دانه را تقلیل بخشد (جدول ٤). البته افت کمتر عملکرد بیولوژیک رقم اخیر در تاریخ‌های کاشت تأخیری، دلیل مهم دیگری بر این امر بود. وجود اختلاف در حساسیت اجزای عملکرد به تنش گرما در بین رقم‌های کلزا در این آزمایش و آزمایش‌های دیگر (Angadi *et al*., 2000 ، Morison and Stewart, 2002 و Fathi *et al*., 2003) نشان‌دهندهٔ وجود تنوع ژنتیکی در واکنش به گرما است که امکان توسعهٔ رقم‌های 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. به ویژه با توجه به مسأله گرم شدن جهانی زمین، افزایش تحمل به تنش گرما ضرورتی بیشتر می‌یابد.

References منابع مورد استفاده

تایز و زایگر. ۱۳۸۱. فیزیولوژی گیاهی (جلد اول). ترجمه کافی، م.، م. لاهوتی، الف. زند، ح.ر. شریفی، و م. گلدانی. چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ٤٥٦ صفحه.

زواره، م.، و. ي. امام. ۱۳۷۹. راهنمای شناسایی مراحل رشد زندگی کلزا (*Brassica napus* L.). مجله علوم زراعی ایران. جلد ۲. شماره ۱. صفحه ١٤-١.

کیمبر، د.، و د.آ. مك گرگور. ۱۳۷۸. کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به نژادی، تکنولوژی زیستی). ترجمه عزیزی، م.، الف. سلطانی، و س. خاوری نژاد. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۰ صفحه.

لارچر، و. ۱۳۷٦. اکوفیزیولوژی گیاهی. ترجمه کوچکی. ع.، الف. سلطانی، و م. عزیزی. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۷۱ صفحه.

Al-Khatib, K. and G. M. Paulsen. 1999. High temperature effects on photosynthetic processes in temperate and tropical cereals. Crop Sci. 39: 119-125.

Angadi, S. V., H. W. Cutforth, P. R. Miller, B. G. McConkey, M. H. Entz, S. A. Brant, and K. M. Volkmar. 2000. Response of three *Brassica* species to high temperature stress during reproductive growth. Can. J. Plant Sci. 80: 693-701.

Bilsborrow, P. E., and G. Norrton.1984. A consideration of factors affecting the yield of oilseed rape. Aspects Appl. Biol., 6: 91-99.

Fathi, G., S. A. Siadat, and S. S. Hemaiaty. 2003. Effect of sowing date on yield and yield components of three oilseed rape varieties. Acta Agronomica Hungarica, 51(3): 249-255.

Harpen, M. M. A. V., W. H. Reijnen, J. A. M. Schrauwen, and P. F. M. D. Groot. 1989. Heat shock proteins and survival of germinating pollen of *Lilium longiflorum* and *Nicotiana tabacum*. J. Plant Physiol. 134: 345-351.

Mahan, J. R., B. L. McMicheal, and D. F. Wanjura. 1995. Methods for reducing the adverse effects of temperature stress on plants: A review. Environ. Exp. Bot. 35: 251-258.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]

Marquardt, D. W. 1963. An algorithm for least squares estimation of non-linear parameters. J. Soc. Ind. Appl. Math. 11: 431-441.

McGregor, D. I. 1981. Pattern of flower and pod development in rapeseed. Can J. Plant Sci. 61: 275-282.

Mendham, N. J., J. R. Russell and G. C. Buzza. 1984. The contribiotion of seed survival to yield in new Australian cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci., Camb. 103: 303-316.

Mendham, N. J., J. R .Russell and N. K. Jarosz. 1990. Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci., Camb. 114: 275-283.

Morison, M. J. 1993. Heat stress during reproduction in summer rape. Can. J. Bot. 71: 303-308.

Morison, M. J., and D. W. Stewart. 2002. Heat stress during flowering in summer *Brassica*. Crop Sci. 42: 797-803.

Morison, M. J., P. B. E McVetty and C. F. Shaykewich. 1989. The determination and verification of a baseline temperature for the growth of Westar summer rape. Can. J. Plant Sci. 69: 455-464.

Nuttal, W. F, A. P. Moulin, and L. J. Townley Smith. 1992. Yield response of canola to nitrogen, phosphorous, precipitation and temperature. Agron. J. 84: 765-768.

Pechan, P. M. 1988. Ovule fertilization and seed number per pod determination in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Ann. Bot. 61: 201-207.

Polowick, P. L., and V. K. Sawhney. 1987. A scanning electron microscopic study on the influence of temperature on the expression of cytoplasmic male sterility in *Brassica napus*. Can. J. Bot. 65: 807-814.

Rao, M. S. S., and N. J. Mendham. 1991. Comparison of chinoli (*Brassica campestris* subsp. *Oleifere* × subsp. *Chinensis*), and *B. napus* oilseed rape using different growth regolators, plant population, densities and irrigation treatments. J. Agric. Sci., Camb. 117: 117-187.

Rao, G. U., A. Jain and K. R. Shivanna. 1992. Effects of high temperature stress on Brassica pollen: viability, germination and ability to set fruits and seeds. Ann. Bot. 69: 193-198.

Sylvester-Bradley, R. and R. J. Makepeace. 1984. A code for stages of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Aspects Applied Biol. 6: 398-419.

Taylor, A. J., and C. J. Smith. 1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield components of irrigated canola (*Brassica napus* L.) growing on a red-burn earth in south-eastern Aultralia. Aust. Agric. Res. 43: 1858-1863.

Tayo, T. O., and D. G. Morgan. 1979. Factors influensing flower and pod development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci., Camb. 92: 363-373.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]

Effects of sowing date and heat stress during flowering on yield and yield components in canola (*Brassica napus* L.) cultivars

Ghobadi, M[1]., A. Bakhshandeh[2], Gh. Fathi[3], M. H. Gharineh[4], Kh. Alami-Saeed[5], A. Naderi[6]

ABSTRACT

Flowering duration of canola is exposed to high temperature and heat stress in Khouzestan, Iran. The main objective was to examine the effects of sowing date and heat stress during flowering on yield and yield components of three spring canola cultivars. The experiment was conducted at Ramin Agricultural Research and Educational Center during 2003-4 and 2004-5 cropping seasens. Hyola-308, PF-7045/91 and Heros cultivars were planted as subplot in a split-plot experiment with three sowing dates 21 November, 10 and 30 December as main-plot with four replications. The results showed that biological and seed yields as well as yield components (except the number of seeds per silique) decreased significantly with delay in sowing date. Seed yield and yield components were significantly different among cultivars, however biological yield was not. Hyola-308 and Heros produced the highest (327.74 $g.m^{-2}$) and the lowest (203.26 $g.m^{-2}$) seed yields, respectively. The threshold temperature (T_t) during flowering was not significantly different among cultivars and their mean value was 28.3 °C. During flowering, the maximum daily temperatures greater than 28.3 °C were accumulated as heat stress units. The number of flowers and siliques per main raceme and the ratio of the number of developed siliques to the number of established flowers reduced as heat stress units increased, but the number of seeds per silique increased in Hyola-308 and decreased in two other cultivars. Based on the results of this study, middle and late maturing cultivars of canola are not suitable for Khouzestan climatic conditions, therefore, early maturing cultivars are recommended.

Key words: Canola, sowing date, heat stress, threshold temperature, yield, yield components.

Received:September, 2005

1- (Corresponding author) Assistant professor, Razi University, Kermanshah, Iran.
2- Professor, Agriculture and Natural Resources University of Ramin, Ahwaz, Iran.
3, 4 and 5- Associate professor, Agriculture and Natural Resources University or Ramin, Ahwaz, Iran.
6- Assistant professor, Safi-abad Agricultural Research Center, Dezful, Iran.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.4.3]