



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۴
صفحه‌های ۲۷۰-۲۵۷

ارزیابی رابطه بین تعداد دانه، آب مصرفی در تبخیر تعرق و مقدار آب نسبی برگ با وزن دانه کلزا

ابوالفضل فرجی*

دانشیار، بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۰۸

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۳/۲۶

چکیده

به منظور بررسی تأثیر آب مصرفی، تعداد دانه و مقدار آب نسبی برگ بر وزن دانه کلزا (*Brassica napus* L.)، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۴ انجام گرفت. پنج تاریخ کاشت با فاصله ۳۰ روز در کرت‌های اصلی و دو رقم کلزا (هایولا ۴۰۱^۲ و آرجی اس ۰۰۳^۲) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بین آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق و وزن هزاردانه ارقام مورد مطالعه، رابطه خطی مثبتی مشاهده شد. آبیاری تکمیلی سبب افزایش معنادار وزن دانه و عملکرد شد. میانگین وزن هزاردانه در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم در سال ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۳/۲ و ۲/۷ گرم و در سال ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۴/۲ و ۳/۷ گرم بود. بین وزن هزاردانه با مقدار آب نسبی برگ در ۱۰ روز پس از شروع پر شدن دانه رابطه خطی قوی وجود داشت که به ترتیب ۹۲ و ۸۴ درصد از تغییرات در هایولا ۴۰۱^۲ و آرجی اس ۰۰۳^۲ را توجیه کرد. به ازای هر درصد افزایش آب نسبی برگ، وزن هزاردانه در هایولا ۴۰۱^۲ و آرجی اس ۰۰۳^۲ به ترتیب ۰/۱۹۱ و ۰/۱۴۶ گرم افزایش یافت. روابط قوی بین وزن هزاردانه با آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق و مقدار آب نسبی برگ تحت شرایط محیطی و ارقام مختلف نشان‌دهنده اهمیت این صفات در تعیین وزن دانه کلزا بود.

کلیدواژه‌ها: آبیاری تکمیلی، بارندگی، رقم، کانولا، گلستان.

۱. مقدمه

تأثیر شرایط مختلف آب و هوایی مانند بارندگی و آب مصرفی بر وزن دانه و رابطه بین وزن دانه با عملکرد و تأثیر مدیریت مزرعه نظیر تاریخ کاشت و آبیاری تکمیلی در تعدادی از گونه‌های گیاهی نظیر کلزا [۱۷، ۱۶، ۷، ۵]، بادامزمینی [۲۱، ۱۲]، شبدر [۲۴]، باقلا [۲۵]، گندم [۲۸]، ۱۹، ۱۵، ۶] و آفتابگردان [۲۹، ۸] مطالعه شده است. کمبود آب طی دوره پر شدن دانه کلزا می‌تواند سبب کاهش وزن دانه و در نتیجه کاهش عملکرد دانه شود [۲۳]. تنش خشکی می‌تواند از طریق تأثیر بر منابع و مقاصد مواد فتوسنتزی، سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه در گیاه کلزا شود [۲۶، ۵]. در این راستا با حداقل آب تقریبی ۱۲۷ میلی‌متر طی فصل رشد، عملکرد دانه کلزا به‌ازای هر میلی‌متر آب مصرفی اضافی به‌مقدار ۶/۹ تا ۷/۲ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت [۲۳]. کمبود آب در دوره گلدهی بر تشکیل خورجین و اندازه دانه تأثیر منفی گذاشت و سبب کاهش عملکرد دانه شد، بنابراین مقدار آب قابل دسترس گیاه طی فصل رشد و به‌خصوص دوره حساس پر شدن دانه از عوامل مهم و تعیین‌کننده پتانسیل وزن دانه و عملکرد در کلزا است [۱۱]. در نواحی نیمه‌خشک می‌توان عملکرد دانه کلزا را از طریق بهبود تشکیل و حفظ خورجین‌ها افزایش داد [۱۸-۱۶].

با افزایش مقدار آب خاک در زمان کاشت از ۲۲۰ به ۴۰۰ میلی‌متر، عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد سنبله و دانه در واحد سطح از ۱۰۰۰ به ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت [۲۹]. تنش خشکی طی دوره‌افشانی تا رسیدگی، به‌خصوص اگر با دماهای زیاد همراه باشد، سبب تسریع پیر شدن برگ‌ها، کاهش طول دوره و سرعت پر شدن دانه و در نتیجه کاهش وزن دانه می‌شود [۲۹، ۱۷]، درحالی که تحت شرایط تیمارهای مختلف خشکی، به‌دلیل افزایش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده در قبل از

گرده‌افشانی، وزن دانه به‌نسبت ثابت می‌ماند [۳۱، ۱۴]. در خردل هندی^۱، تنش خشکی متوسط طی دوره توسعه خورجین و پر شدن دانه سبب کاهش تعداد دانه در خورجین، محدودیت مقصد و در نتیجه افزایش وزن دانه شد، درحالی که این مسئله در گونه *Brassica napus* صادق نبود [۱۸]. با رسیدن مقدار آب در دسترس گیاه به کمتر از ۵۰ درصد (نسبت به تیمار شاهد)، وزن هزاردانه کلزا تنها ۳ درصد کاهش یافت. به‌رحال، وزن دانه آخرین جزء عملکرد دانه است و ایجاد شرایط تنش شدید رطوبتی طی دوره پر شدن دانه می‌تواند سبب کاهش اندازه منبع [۲۶]، کاهش طول دوره پر شدن دانه [۲۰] و در نتیجه کاهش وزن دانه و عملکرد [۲۷] شود.

با توجه به این نتایج متناقض و از آنجا که تاکنون مطالعه دقیقی که اثر تعداد دانه در متر مربع (شامل تعداد خورجین در متر مربع × تعداد دانه در خورجین)، بارندگی، آب مصرفی در فرایند تبخیر ترقق طی فصل رشد، دوره پر شدن دانه و مقدار آب نسبی برگ در پر شدن دانه بر وزن دانه ارقام کلزا را در نظر بگیرد، انجام نگرفته است، هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر عوامل یادشده بر وزن هزاردانه دو رقم 'هایولا ۴۰۱'^۲ و 'آرجی اس ۲۰۰۳'^۳ کلزا در منطقه گنبد بود.

۲. مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۸۴-۸۵ و ۱۳۸۵-۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد انجام گرفت. ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۴۵ متر و مشخصات جغرافیایی آن به‌ترتیب ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی است. بر طبق دسته‌بندی آب و هوایی کوپن، منطقه گنبد دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه‌خشک است. این منطقه دارای زمستان‌های به‌نسبت

1. *Brassica juncea* L.

در شرایط آبیاری، که هدف آن ایجاد شرایط بدون تنش آب طی فصل رشد بود، کرت‌ها در سه نوبت به ترتیب پنج روز پس از شروع ساقه‌دهی، شروع گلدهی و شروع پر شدن دانه آبیاری شدند. برای تأمین آب مورد نیاز گیاه در این شرایط، مقدار رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه برای قطعه کاشت بیشتر تعیین شد و در طول اجرای طرح، کمبود آب مورد نیاز برای رساندن رطوبت خاک به ظرفیت مزرعه محاسبه و آب لازم به کرت‌های آزمایشی داده شد. دو روز قبل از آبیاری نمونه‌های خاک از کرت‌های آزمایشی گرفته و پس از وزن کردن و خشک کردن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، توزین شدند. سپس مقدار آب خاک محاسبه و رطوبت کرت‌های آزمایشی از طریق آبیاری تکمیلی با استفاده از کنتور به حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. رشد طولی ریشه تا شروع گلدهی روزانه ۰/۸ سانتی‌متر و از شروع گلدهی به بعد ثابت فرض شد [۴]. با توجه به اینکه هیچ‌گونه روانابی در مزرعه مشاهده نشد و آب کاپیلاری و زهکشی قابل چشم‌پوشی بود، کل آب مصرفی از طریق رابطه ۱ محاسبه شد [۳۰].

$$TWU = P + I + \Delta W \quad (1)$$

در این رابطه، TWU کل آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد (برحسب میلی‌متر)؛ P نزولات یا بارندگی (برحسب میلی‌متر)؛ I مقدار آب آبیاری (برحسب میلی‌متر)؛ و ΔW اختلاف آب خاک در زمان کاشت و برداشت از عمق ۱/۲ متری (برحسب میلی‌متر) است. مقدار آب آبیاری، بارندگی و آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق در شرایط آبیاری و دیم در جدول ۱ آورده شده است.

سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک است و به‌طور معمول بیشتر بارش جوی به‌صورت باران در طی پاییز و زمستان حادث می‌شود. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم انجام گرفت. به‌عبارت دیگر، یک آزمایش اسپلیت پلات با پنج تاریخ کاشت (کرت‌های اصلی) و دو رقم (کرت‌های فرعی) در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم (هر شرایط یک آزمایش اسپلیت پلات به‌طور جداگانه) به‌مدت دو سال انجام گرفت. پنج تاریخ کاشت ۱۵ آبان، ۱۵ آذر، ۱۵ دی، ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند در کرت‌های اصلی و دو رقم کلزای تیپ بهاره (هایولا ۴۰۱)، یک رقم هیبرید و آرچی اس ۲۰۰۳، یک رقم آزاد گرده‌افشان در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

برای اطمینان از دستیابی به تراکم بوته موردنظر (۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار و با الگوی کاشت ۵ × ۲۰ سانتی‌متر)، در موقع کاشت بیش از مقدار لازم بذر مصرف شد و بعد از استقرار کامل گیاه، فاصله بوته‌ها در هر ردیف تنظیم شد. هر کرت شامل هشت خط کاشت به طول ۵ متر بود. فاصله بین تکرارها ۳ متر، فاصله بین کرت‌های اصلی ۲ متر و فاصله بین کرت‌های فرعی یک خط نکاشت در نظر گرفته شد. در صورت نیاز، عملیات وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی توسط کارگر صورت گرفت. براساس نتایج تجزیه خاک، به‌مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر و اکسید پتاس (به‌ترتیب از منابع کودی سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم) قبل از کاشت به زمین داده شد. کود نیتروژنه لازم به‌مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع کود اوره)، در سه نوبت، به‌مقدار یک‌سوم قبل از کاشت، یک‌سوم در مرحله شروع ساقه‌دهی و یک‌سوم در مرحله شروع گلدهی استفاده شد. بافت خاک محل آزمایش سیلتی لوم، اسیدیته ۸/۱ و هدایت الکتریکی ۰/۷۳ دسی‌زیمنس بر متر بود.

جدول ۱. مقدار آب آبیاری، بارندگی و آب مصرفی در تبخیر تعرق در شرایط آبیاری و دیم

آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد (mm)		مقدار بارندگی (mm)	مقدار آب کاربردی در شرایط آبیاری تکمیلی (mm)	تاریخ کاشت
آبیاری تکمیلی	دیم			
۱۳۸۴-۸۵				
۳۵۱	۳۰۰	۲۱۳	۷۵	۱۸ آبان
۳۴۲	۲۶۹	۱۹۵	۸۳	۱۵ آذر
۳۲۱	۲۲۹	۱۶۵	۹۲	۱۵ دی
۳۰۸	۲۳۰	۱۲۸	۱۰۶	۱۵ بهمن
۳۱۰	۱۷۰	۹۵	۱۱۵	۱۵ اسفند
۱۳۸۵-۸۶				
۴۲۲	۳۶۶	۳۷۹	۴۰	۱۵ آبان
۳۸۷	۳۲۲	۳۳۴	۵۱	۱۵ آذر
۳۴۲	۲۷۵	۲۷۶	۵۹	۱۵ دی
۳۵۲	۲۸۱	۲۶۵	۷۰	۱۵ بهمن
۳۸۸	۲۶۹	۲۳۷	۱۰۰	۱۵ اسفند

+ در سال اول آزمایش، تاریخ کاشت اول در ۱۸ آبان انجام گرفت.

مرحله معین برسند، محاسبه شد [۲۲]. پس از برداشت، وزن هزاردانه با محاسبه وزن هزاردانه از هر تیمار و با رطوبت ۸ درصد تعیین شد [۴، ۳]. در پایان داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS [۲] تجزیه و تحلیل شد (جدول ۲) و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD (در سطح ۵ درصد) مقایسه شد (جدول ۳). با توجه به معنادار شدن اثر سال بر وزن هزاردانه و بیشتر صفات مربوط به کلزا در تجزیه مرکب دو سال و دو مکان (شرایط آبیاری و دیم)، تأثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر وزن هزاردانه و دیگر صفات کلزا در هر سال به‌طور جداگانه تجزیه شد [۱]. سپس برای هر رقم، روابط رگرسیونی بین وزن هزاردانه با عوامل مختلف با استفاده از نرم‌افزار اکسل ترسیم شد (شکل‌های ۱ تا ۳).

برای محاسبه مقدار آب نسبی برگ، آخرین برگ توسعه‌یافته پنج بوته از هر تیمار جدا شد و پس از توزین (وزن تر) به مدت ۸ ساعت در ظروف حاوی آب مقطر در شرایط بدون نور و دمای حدود ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس برگ‌ها از ظروف خارج شده و رطوبت سطح برگ حذف شد و برگ‌ها توزین شدند (وزن اشباع). سرانجام این برگ‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند (وزن خشک). مقدار آب نسبی برگ از طریق رابطه ۲ محاسبه شد [۳].

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} * 100 \quad (2)$$

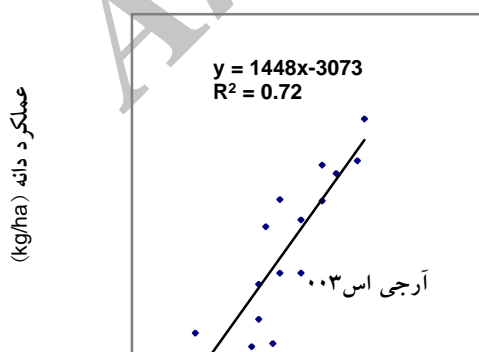
در این رابطه، RWC مقدار آب نسبی برگ؛ FW وزن تر؛ DW وزن خشک؛ و TW وزن اشباع است. تعداد روز تا یک مرحله فنولوژیکی معین براساس تعداد روز تا زمانی که ۵۰ درصد از گیاهان هر کرت به آن

۳. نتایج و بحث

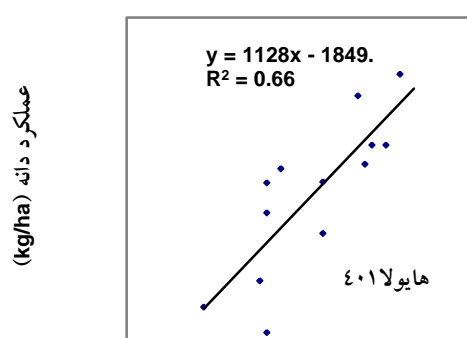
وزن هزاردانه از اجزای اصلی و آخرین جزء عملکرد دانه کلزا است و کاهش یا افزایش آن می‌تواند تأثیر زیادی در کاهش یا افزایش عملکرد داشته باشد [۱۱، ۱۳، ۱۹]. در این مطالعه، بین وزن هزاردانه و عملکرد دانه، رابطه خطی مثبت و به نسبت قوی مشاهده شد که به ترتیب ۶۶ و ۷۲ درصد از تغییرات را در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' توجیه کرد (شکل ۱). این رابطه خطی نشان داد که به ازای افزایش هر گرم وزن هزاردانه (یا هر میلی گرم وزن دانه) عملکرد دانه در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' به ترتیب ۱۱۲۸ و ۱۴۴۸ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت که نشان دهنده واکنش و حساسیت بیشتر افزایش عملکرد به افزایش وزن دانه در رقم آزاد گرده افشان 'آرجی اس ۰۰۳' بود (شکل ۱). بنابراین نسبت به هیبرید 'هایولا ۴۰۱'، کاهش یا افزایش وزن دانه در رقم 'آرجی اس ۰۰۳' تأثیر بیشتری بر کاهش یا افزایش عملکرد دانه داشته است. این مسئله شاید به دلیل بیشتر بودن تعداد دانه در متر مربع و همچنین رسیدگی زودتر و یکنواختی رسیدگی بیشتر در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' در مقایسه با رقم 'آرجی اس ۰۰۳' باشد.

درجه آزادی و مجموع مربعات صفات مورد بررسی

کلزا در تجزیه مرکب دو سال و دو مکان (شرایط آبیاری تکمیلی و دیم) در جدول ۲ و مقایسه میانگین داده‌ها به تفکیک سال در جدول ۳ ارائه شده است. میانگین تعداد دانه در خورجین در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' در سال ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۱۹/۲ و ۱۷/۳ عدد و در سال ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۱۲/۸ و ۱۱/۰ عدد بود (جدول ۳). کاهش شدید تعداد دانه در خورجین در سال دوم نسبت به سال اول، به دلیل افزایش دوره‌های ابرناکی و در نتیجه کاهش تعداد ساعات آفتابی به ویژه طی دوره تشکیل آغازی‌های دانه گیاه کلزا در سال دوم بود [۱۷، ۵، ۴]. میانگین تشعشع دریافتی روزانه طی ماه‌های بهمن و اسفند (دوره تشکیل گل و دانه) در دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۱۰/۸ و ۹/۰ مگاژول بر متر مربع در روز بود که نشان دهنده کاهش حدود ۱۷ درصدی تشعشع دریافتی روزانه در سال دوم است. همچنین، میانگین تعداد دانه در متر مربع (تعداد بوته در متر مربع × تعداد خورجین در بوته × تعداد دانه در خورجین) در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' در سال ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۱۱۱۳۶ و ۹۶۳۶۱ عدد و در سال ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۸۳۷۱۲ و ۶۰۰۶۰ عدد بود (جدول ۳).



وزن هزار دانه (gr)



وزن هزار دانه (gr)

شکل ۱. رابطه بین عملکرد دانه و وزن هزاردانه

جدول ۲. درجه آزادی و مجموع مربعات تعدادی از صفات کلزا در تجزیه مرکب دو سال و دو شرایط آبیاری و دیم

منبع تغییرات	درجه آزادی	طول دوره	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
سال	۱	۲۰۲۵/۴***	۲۸۷/۷ ^{ns}	۱۲۰۰/۱***	۲۸/۶۳***	۱۴۶۰۸۱۳*
آبیاری	۱	۱/۴۱ ^{ns}	۲۷۳۹/۹ ^{ns}	۹۴/۹ ^{ns}	۶/۹۹ ^{ns}	۳۸۶۴۹۹۴ ^{ns}
سال × آبیاری	۱	۳/۰۱ ^{ns}	۴۰۰/۴ ^{ns}	۵/۲ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۳۸۳۹۷۴ ^{ns}
خطا ۱	۸	۸/۲۷	۱۸۵۹/۲	۳۶/۵	۲/۴۱	۱۰۳۸۰۰۷
تاریخ کاشت	۴	۱۷۵۵/۹ ^{ns}	۵۱۰۱۷/۲**	۷۵۹/۰**	۱۶/۲۸*	۱۵۴۹۹۶۴۶***
سال × تاریخ کاشت	۴	۱۵۱۳/۷***	۳۰۸۴/۷ ^{ns}	۲۷/۱ ^{ns}	۲/۰۲**	۳۷۳۸۳۱ ^{ns}
آبیاری × تاریخ کاشت	۴	۷/۸۸ ^{ns}	۱۱۵۰/۲ ^{ns}	۱۴/۰ ^{ns}	۰/۷۶ ^{ns}	۷۳۵۴۱۴ ^{ns}
سال × آبیاری × تاریخ کاشت	۴	۳/۷۸ ^{ns}	۸۶۸/۲ ^{ns}	۲۳/۸ ^{ns}	۱/۳۰*	۲۸۲۲۴ ^{ns}
خطا ۲	۳۲	۴۲/۷	۱۰۳۰۲/۷	۱۲۷/۹	۳/۳۸	۳۵۲۰۰۴۴
رقم	۱	۶۹/۰ ^{ns}	۱۲۸۹/۷ ^{ns}	۱۰۲/۵**	۴/۳۸ ^{ns}	۹۷۰۲۵۹۱ ^{ns}
سال × رقم	۱	۴۶/۹***	۵۴۴/۴*	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۷۸**	۴۷۲۵۰۸*
آبیاری × رقم	۱	۲/۴۱ ^{ns}	۷۲/۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۱۵۶۲۴۱ ^{ns}
تاریخ کاشت × رقم	۴	۲۵/۳ ^{ns}	۸۸/۳ ^{ns}	۱۰/۶ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}	۲۴۴۳۶۵۴ ^{ns}
سال × آبیاری × رقم	۱	۰/۰۷۵ ^{ns}	۹/۳ ^{ns}	۵/۰ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۳۵۲۷۳۴ ^{ns}
سال × تاریخ کاشت × رقم	۴	۷۲/۲***	۲۴۸/۸ ^{ns}	۵/۶ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۴۲۰۳۲۴ ^{ns}
آبیاری × تاریخ کاشت × رقم	۴	۷/۸۸ ^{ns}	۴۱۵/۴ ^{ns}	۱۵/۵ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۲۱۲۸۷۱ ^{ns}
سال × آبیاری × تاریخ کاشت × رقم	۴	۴/۳۸ ^{ns}	۹۲۹/۶ ^{ns}	۱۲/۸ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۲۹۵۰۸۸ ^{ns}
خطا ۳	۴۰	۳۴/۳	۳۵۱۴	۱۱۹/۵	۲/۴۹	۴۱۲۱۷۷۹

ns: غیر معنادار؛ *، **، ***: به ترتیب معنادار در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد براساس آزمون F

نداشت که نشان داد افزایش یا کاهش تعداد دانه تأثیری بر وزن دانه نداشته است (شکل ۲). به عبارت دیگر، افزایش تعداد دانه و در واقع افزایش نیاز مقصد، محدودکننده وزن دانه نبوده است. بنابراین همان طور که در مطالعات دیگر گزارش شده است [۱۰، ۱۹، ۲۹]، به نظر می‌رسد در این مطالعه، وزن دانه، بیشتر تحت تأثیر شرایط محیطی نظیر طول دوره پر شدن دانه و عوامل محیطی و زراعی طی فصل رشد و به خصوص طی دوره پر شدن دانه قرار گرفته است، تا اینکه تحت تأثیر پتانسیل نیاز مقصد (تعداد دانه در واحد سطح) باشد.

تعداد دانه در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' خیلی بیشتر از 'آرجی اس ۰۰۳' بود که همراه با وزن هزاردانه بیشتر هیبرید 'هایولا ۴۰۱'، سبب افزایش معنادار عملکرد دانه هیبرید 'هایولا ۴۰۱' نسبت به رقم 'آرجی اس ۰۰۳' شد (جدول ۳). میانگین عملکرد دانه ارقام 'هایولا ۴۰۱' و 'آرجی اس ۰۰۳' در سال ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۲۶۷۸ و ۱۹۸۴ و در سال ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۲۳۳۲ و ۱۸۱۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). وقتی رابطه بین وزن هزاردانه با تعداد دانه در متر مربع ترسیم شد، مشاهده شد که در هر دو رقم مورد مطالعه بین تعداد دانه در متر مربع با وزن هزاردانه رابطه‌ای وجود

ارزیابی رابطه بین تعداد دانه، آب مصرفی در تبخیر تعرق و مقدار آب نسبی برگ با وزن دانه کلزا

جدول ۳. میانگین‌های سالانه تعدادی از صفات کلزا طی دو سال اجرای آزمایش⁺

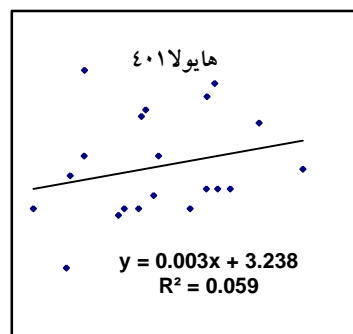
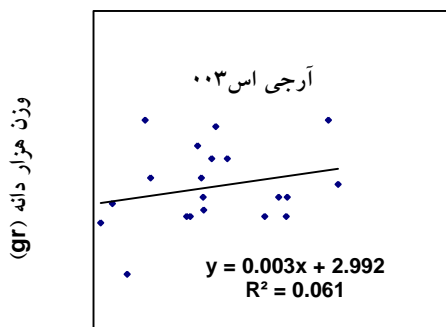
تیمار	طول دوره ^۱ پر شدن دانه (d)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزاردانه (g)	عملکرد دانه (kg/ha)
۱۳۸۴-۸۵					
آبیاری تکمیلی	۲۹/۸ ^a	۶۳/۵ ^a	۱۹/۳ ^a	۳/۲ ^a	۲۵۶۷ ^a
دیم	۲۹/۲ ^b	۵۰/۳ ^b	۱۷/۱ ^b	۲/۷ ^b	۲۰۹۵ ^b
تاریخ کاشت					
۱۸ آبان	۳۳/۹ ^a	۷۷/۳ ^a	۲۱/۱ ^a	۳/۲ ^a	۳۷۸۰ ^a
۱۵ آذر	۳۰/۸ ^c	۶۹/۸ ^b	۱۹/۲ ^b	۳/۰ ^b	۳۱۰۶ ^b
۱۵ دی	۳۳/۱ ^b	۵۷/۸ ^c	۱۸/۶ ^{bc}	۳/۱ ^b	۲۴۶۰ ^c
۱۵ بهمن	۲۹/۰ ^d	۴۴/۳ ^d	۱۸/۱ ^c	۳/۰ ^b	۱۷۲۴ ^d
۱۵ اسفند	۲۰/۷ ^e	۳۵/۲ ^e	۱۴/۲ ^d	۲/۴ ^c	۵۸۲ ^e
۴۰۱ هابولا	۲۹/۶ ^a	۵۸/۰ ^a	۱۹/۲ ^a	۳/۱ ^a	۲۶۷۸ ^a
آرجی اس ۰۰۳	۲۹/۴ ^a	۵۵/۷ ^a	۱۷/۳ ^b	۲/۸ ^b	۱۹۸۲ ^b
۱۳۸۵-۸۶					
آبیاری تکمیلی	۳۷/۷ ^a	۶۲/۹ ^a	۱۲/۶ ^a	۴/۲ ^a	۲۲۳۳ ^a
دیم	۳۷/۸ ^a	۵۷/۰ ^b	۱۱/۲ ^b	۳/۷ ^b	۱۹۸۷ ^b
تاریخ کاشت					
۱۵ آبان	۴۶/۸ ^a	۹۴/۷ ^a	۱۵/۱ ^a	۴/۳ ^a	۳۵۴۳ ^a
۱۵ آذر	۳۹/۱ ^b	۷۹/۰ ^b	۱۲/۳ ^{bc}	۴/۳ ^a	۲۸۹۶ ^b
۱۵ دی	۳۲/۲ ^c	۶۳/۰ ^c	۱۴/۰ ^{ab}	۳/۸ ^b	۲۳۶۲ ^c
۱۵ بهمن	۳۱/۲ ^d	۳۹/۱ ^d	۱۱/۴ ^c	۴/۲ ^a	۱۵۸۸ ^d
۱۵ اسفند	۳۹/۴ ^b	۲۴/۱ ^e	۶/۹ ^d	۳/۰ ^c	۱۶۲ ^e
۴۰۱ هابولا	۳۹/۱ ^a	۶۵/۴ ^a	۱۲/۸ ^a	۴/۲ ^a	۲۳۳۲ ^a
آرجی اس ۰۰۳	۳۶/۳ ^b	۵۴/۶ ^b	۱۱/۰ ^b	۳/۷ ^b	۱۸۸۶ ^b

+ اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک‌اند، فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD هستند.

++ در سال اول آزمایش، تاریخ کاشت اول ۱۸ آبان بود.

‘آرجی اس ۰۰۳’ را توجیه کرد (شکل ۳). به‌ازای افزایش هر میلی‌متر آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد، وزن هزار دانه هیبرید ‘هابولا ۰۱۴’ و رقم ‘آرجی اس ۰۰۳’ به‌ترتیب ۰/۰۱۲ و ۰/۰۱۱ گرم افزایش یافت (شکل ۳).

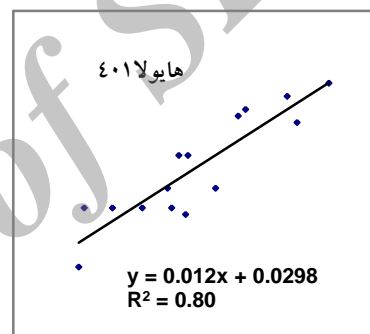
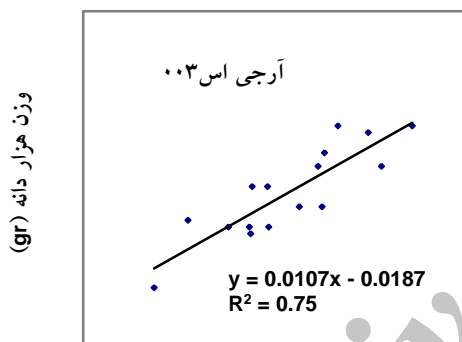
افزایش آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد سبب افزایش وزن هزاردانه شد. در هر دو رقم، بین وزن هزاردانه با آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد رابطه خطی قوی وجود داشت که به‌ترتیب ۸۰ و ۷۵ درصد از تغییرات در هیبرید ‘هابولا ۰۱۴’ و رقم



تعداد دانه (1000/m²)

تعداد دانه (1000/m²)

شکل ۲. رابطه بین وزن هزاردانه با تعداد دانه در متر مربع



آب مصرفی گیاه طی فصل رشد (mm)

آب مصرفی گیاه طی فصل رشد (mm)

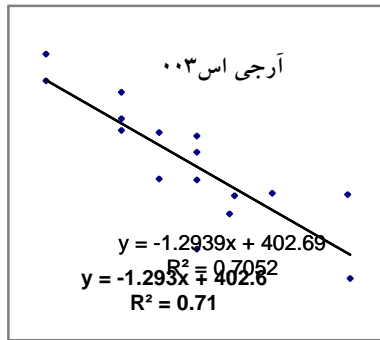
شکل ۳. رابطه بین وزن هزاردانه با مقدار آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد

با تأخیر در کاشت مقدار آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق کاهش یافت که احتمالاً به این دلیل بود که با تأخیر در کاشت، علاوه بر اینکه طول فصل رشد کاهش یافت، مراحل انتهایی فصل رشد با دوره‌های کم‌باران یا بدون باران مواجه شد (شکل ۴ و جدول ۱). در هر دو رقم، بین تأخیر در کاشت از ابتدای آبان با مقدار آب مصرفی گیاه در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد رابطه خطی منفی قوی وجود داشت که به ترتیب ۷۷ و ۷۱ درصد از تغییرات در هیبرید هایولا ۴۰۱^۲ و رقم آرجی اس ۰۰۳^۱ را توجیه کرد (شکل ۴).

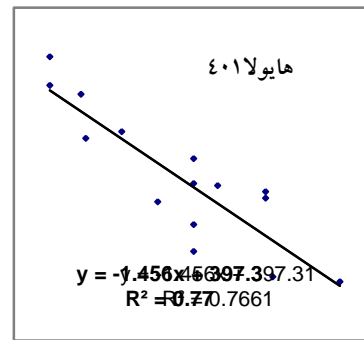
مقدار بارندگی و آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد در دو سال اجرای آزمایش و تاریخ‌های مختلف کاشت متفاوت بود (جدول ۱). در شرایط دیم، دامنه تغییرات مقدار آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد از ۱۷۰ میلی‌متر در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند سال ۸۵-۱۳۸۴ تا ۳۶۶ میلی‌متر در تاریخ کاشت ۱۵ آبان سال ۸۶-۱۳۸۵ متفاوت بود. در شرایط آبیاری تکمیلی، دامنه تغییرات مقدار آب مصرفی از ۳۰۸ میلی‌متر در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن سال ۸۵-۱۳۸۴ تا ۴۲۲ میلی‌متر در تاریخ کاشت ۱۵ آبان سال ۸۶-۱۳۸۵ متفاوت بود (جدول ۱).

ارزیابی رابطه بین تعداد دانه، آب مصرفی در تبخیر تعرق و مقدار آب نسبی برگ با وزن دانه کلزا

آب مصرفی گیاه طی فصل رشد (mm)



آب مصرفی گیاه طی فصل رشد (mm)



تاخیر در کاشت (Days from Aban)

تاخیر در کاشت (Days from Aban)

شکل ۴. رابطه بین تاریخ کاشت و مقدار آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق

سبب افزایش طول دوره پر شدن دانه در سال دوم آزمایش و در نتیجه افزایش وزن هزاردانه شد. میانگین دمای هوا طی دوره پر شدن دانه در ماه‌های اردیبهشت و خرداد در سال اول آزمایش به ترتیب ۲۲/۵ و ۲۹/۵ و در سال دوم آزمایش به ترتیب ۲۱/۸ و ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد بود. میانگین طول دوره پر شدن دانه در هیبرید 'هایولا ۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۳' در سال ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۲۹/۶ و ۲۹/۴ و در سال ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۳۹/۱ و ۳۶/۳ روز و همچنین میانگین وزن هزاردانه هیبرید 'هایولا ۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۳' در سال ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۳/۱ و ۲/۸ و در سال ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۴/۲ و ۳/۷ گرم بود (جدول ۳). بنابراین بیشتر بودن طول دوره پر شدن دانه همراه با افزایش آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد سبب افزایش چشمگیر وزن هزاردانه همه تاریخ‌های کاشت در سال دوم نسبت به سال اول شد.

با ترسیم رابطه بین وزن هزاردانه و مقدار آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی دوره پر شدن دانه، رابطه توانی مثبتی بین آنها مشاهده شد. این رابطه توانی به نسبت قوی به ترتیب ۶۶ و ۶۹ درصد از تغییرات در 'هایولا ۰۱' و 'آرجی اس ۰۳' را توجیه کرد (شکل ۵). با افزایش آب

به‌ازای افزایش هر روز تأخیر در کاشت از ابتدای آبان ماه، مقدار آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد در هیبرید 'هایولا ۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۳' به ترتیب ۱/۴۵۶ و ۱/۲۹۳ میلی‌متر کاهش یافت (شکل ۴). با تأخیر در کاشت عملکرد دانه به‌طور معناداری کاهش یافت (جدول ۳). میانگین عملکرد دانه در تاریخ‌های کشت اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم برای سال اول آزمایش به ترتیب ۳۷۸۰، ۳۱۰۶، ۲۴۶۰، ۱۷۲۴ و ۵۸۲ و برای سال دوم به ترتیب ۳۵۴۳، ۲۸۹۶، ۲۳۶۲، ۱۵۸۸ و ۱۶۲ کیلوگرم در هکتار بود. تأخیر در کاشت سبب نمو سریع‌تر گیاه می‌شود و روز از سبز شدن تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک، طول دوره گلدهی و پر شدن دانه، شاخص سطح برگ، ماده خشک اندام‌های هوایی، تعداد دانه در متر مربع و عملکرد دانه کاهش می‌یابد [۴، ۵، ۱۷، ۱۸، ۲۷].

در همه تاریخ‌های کاشت، مقدار بارندگی و در نتیجه آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق در سال دوم تا حد زیادی بیشتر از سال اول آزمایش بود که با افزایش وزن هزاردانه کلزا در سال دوم همراه بود (جدول‌های ۱ و ۳). از طرف دیگر، کمتر بودن میانگین دمای هوا طی دوره پر شدن دانه در سال دوم نسبت به سال اول اجرای آزمایش،

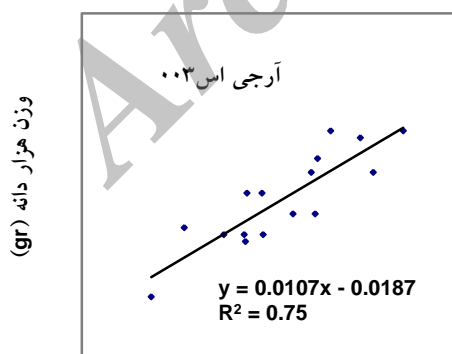
به‌زراعی کشاورزی

بارندگی بیشتر سال دوم آزمایش با افزایش وزن هزار دانه ارقام کلزا همراه بود، آبیاری تکمیلی نیز سبب افزایش وزن هزاردانه شد که با عملکرد دانه بیشتر هر دو رقم در دو سال اجرای آزمایش همراه بود.

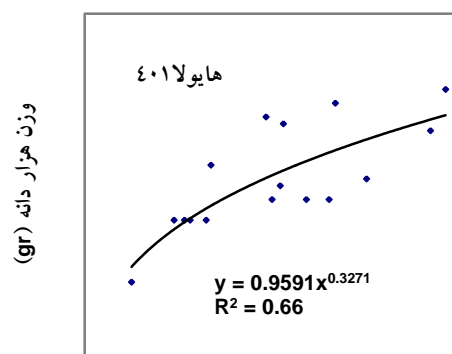
استفاده از صفت مقدار آب نسبی برگ، معیاری مناسب برای گزینش ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش، در مطالعات مختلف گزارش شده است [۵، ۴]. به هر حال اطلاعات ما در زمینه تأثیر مقدار آب نسبی برگ در پر شدن دانه تحت شرایط محیطی بر افزایش وزن دانه ارقام جدید کلزا اندک است. در این مطالعه، بین وزن هزاردانه و مقدار آب نسبی برگ در ده روز پس از شروع پر شدن دانه (پنج روز پس از آخرین آبیاری در تیمار آبیاری تکمیلی) رابطه خطی مثبت و قوی وجود داشت که به ترتیب ۹۲ و ۸۴ درصد از تغییرات در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' را توجیه کرد (شکل ۶). این رابطه قوی نشان داد که به‌ازای افزایش هر درصد مقدار آب نسبی برگ در پر شدن دانه، وزن هزاردانه در 'هایولا ۴۰۱' و 'آرجی اس ۰۰۳' به ترتیب ۰/۱۹۱ و ۰/۱۴۶ گرم افزایش یافت (شکل ۶).

مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی دوره پر شدن دانه تا حدود ۴۰ میلی‌متر، وزن هزاردانه در ابتدا با شدت زیادی افزایش یافت و سپس با افزایش بیشتر مقدار آب مصرفی طی این دوره، شدت افزایش وزن هزاردانه کمتر شد. این روابط مثبت بین وزن هزاردانه با آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق نشان داد که وزن هزاردانه و در نتیجه عملکرد تحت تأثیر آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق بوده و آبیاری تکمیلی (در صورت نیاز) می‌تواند سبب افزایش وزن دانه و در نتیجه عملکرد دانه شود.

میانگین وزن هزاردانه کلزا در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم در سال ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۳/۲ و ۲/۷ و در سال ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۴/۲ و ۳/۷ گرم بود (جدول ۳). همچنین میانگین عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم در سال ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۲۵۶۷ و ۲۰۹۵ و در سال ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۲۲۳۳ و ۱۹۸۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). در پژوهش‌های مشابهی مشاهده شد شرایط آب‌وهوایی و مقدار آب مصرفی کلزا طی فصل رشد و به‌خصوص دوره حیاتی پر شدن دانه، عامل مهم و تعیین‌کننده وزن هزاردانه است [۲۳، ۱۱]. علاوه بر اینکه



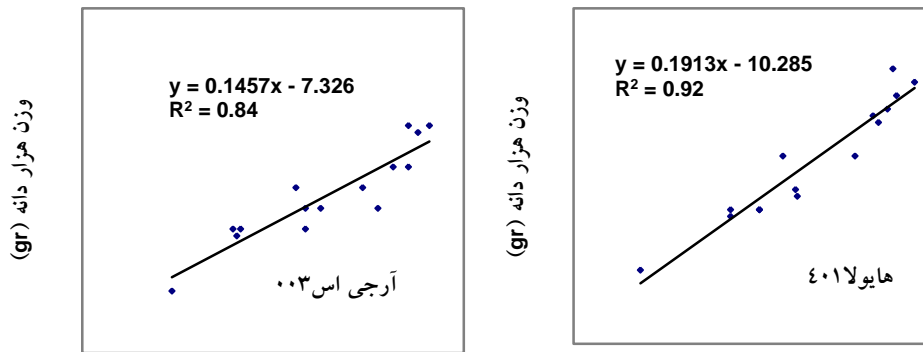
آب مصرفی گیاه طی فصل رشد (mm)



آب مصرفی گیاه طی پر شدن دانه (mm)

شکل ۵. رابطه وزن هزاردانه و مقدار آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد و دوره پر شدن دانه

ارزیابی رابطه بین تعداد دانه، آب مصرفی در تبخیر تعرق و مقدار آب نسبی برگ با وزن دانه کلزا



میزان آب نسبی برگ در پرشدن دانه (%)

میزان آب نسبی برگ در پرشدن دانه (%)

شکل ۶. رابطه وزن هزاردانه و مقدار آب نسبی برگ در ۱۰ روز پس از شروع پر شدن دانه

ارقام زودرس که دوره گلدهی و پر شدن دانه خود را قبل از دوره خشکی و گرمای انتهای فصل رشد طی کرده و در واقع از خسارت خشکی و گرمای انتهای فصل فرار کنند از مهم‌ترین گزینه‌های مدیریتی در زمینه کاهش آثار خشکی و خشکسالی است. در این زمینه، باید توجه شود که مرحله یا دوره نموی که باید زودتر به پایان برسد، دوره‌ای باشد که در نهایت با کمترین تأثیر منفی بر عملکرد دانه همراه باشد. در این زمینه، هر سازوکاری که طول دوره پرشدن دانه را بدون تغییر در طول دوره رشد افزایش دهد، اغلب می‌تواند در مناطق با تنش خشکی انتهای فصل سبب افزایش عملکرد شود [۴، ۵].

در نواحی مدیرانه‌ای نظیر منطقه گنبد، بیشتر بارندگی‌ها طی فصول پاییز و زمستان حادث می‌شود و به‌طور معمول طی ماه‌های اردیبهشت و خرداد احتمال بارندگی‌های مؤثر بسیار کم است. در چنین شرایطی، به‌خصوص برای تاریخ‌های کشت دیر، احتمال وقوع تنش خشکی و گرمای انتهای فصل رشد وجود دارد که ممکن است سبب کاهش وزن دانه و در نتیجه عملکرد دانه شود. در این مناطق، انتخاب ارقام و لاین‌های پیشرفته که تحت

در کلزا، عملکرد دانه تابعی از اجزای تشکیل‌دهنده آن، شامل تعداد بوته در متر مربع، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه است [۹]. تأثیر هر کدام از این اجزا در تشکیل عملکرد به شرایط محیطی، رقم و مدیریت زراعی بستگی دارد [۴]. این امر امکان تغییر ژنوتیپ یا عامل مدیریتی نظیر تاریخ کاشت، تراکم بوته، الگوی کاشت، تغذیه و آبیاری را به‌منظور افزایش عملکرد دانه فراهم می‌آورد. در این مطالعه، تاریخ‌های کاشت زود و بر خورد دوره‌های حساس نموی کلزا، مانند دوره پر شدن دانه با شرایط آب‌وهوایی مناسب و همچنین آبیاری تکمیلی تأثیر زیادی در افزایش مقدار آب نسبی برگ، افزایش احتمالی تولید و انتقال ماده خشک به دانه‌های در حال پر شدن و افزایش وزن دانه داشت. بهبود شرایط رشدی گیاه مانند افزایش جذب رطوبت و آماس برگ‌ها طی دوره حساس و مهم پر شدن دانه با افزایش وزن هزاردانه همراه شد.

تنش خشکی طی دوره رسیدگی گیاه، به‌طور معمول سبب کاهش تولید و انتقال مواد فتوسنتزی می‌شود و در نتیجه دانه‌ها کوچک و چروکیده می‌شوند [۳]. استفاده از

منابع

۱. سلطانی ا (۱۳۸۵) تجدید نظر در کاربرد روش‌های آماری در تحقیقات کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۷۴ ص.
 ۲. سلطانی ا (۱۳۸۶) کاربرد نرم‌افزار SAS در تجزیه‌های آماری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۸۲ ص.
 ۳. سلطانی ا و فرجی ا (۱۳۸۶) رابطه آب خاک و گیاه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۴۶ ص.
 ۴. عزیزم، سلطانی ا و خاوری س (۱۳۷۸) کلزا، فیزیولوژی، زراعت، به‌نژادی و تکنولوژی زیستی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۰ ص.
 ۵. فرجی ا و محتشم امیری ا (۱۳۹۲) مدیریت تنش‌های محیطی در مزارع کلزا. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۳۷ ص.
 6. Acreche MM and Slafer GA (2006) Grain weight response to increase in number of grains in wheat in a Mediterranean area. *Field Crops Research*. 98: 52-59.
 7. Adamsen FJ and Coffelt TA (2005) Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. *Industrial Crops Production*. 21: 293-307.
 8. Aguirrezabal LAN, Lavud Y, Dosio GAA, Izquierdo NG, Andrade FH and Gonzalez LM (2003) Intercepted solar radiation during seed filling determines sunflower weight per seed and oil concentration. *Crop Science*. 43:152-161.
 9. Berry PM and Spink JH (2006) A physiological analysis of oilseed rape yields: Past and future. *Journal of Agriculture Science*. 144: 381-392.
 10. Borrás L, Slafer GA and Otegui ME (2004) Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crops Research*. 86:131-146.
- شرایط محیطی مختلف توانایی تولید وزن دانه بیشتری را داشته باشند، بسیار مهم است. در این مطالعه، برخورد مراحل حیاتی نمو کلزا، مانند دوره پر شدن دانه، با دوره‌هایی با تنش خشکی و گرمای کمتر سبب افزایش وزن دانه و در نتیجه عملکرد دانه شد. تاریخ کاشت ابزار مدیریتی مهمی برای به حداقل رساندن جنبه‌های منفی دمای زیاد و تنش خشکی انتهای فصل رشد بود. آبیاری تکمیلی به منظور رفع کمبود رطوبت مورد نیاز طی مراحل یادشده، سبب ایجاد شرایط مناسب، افزایش وزن دانه و در نتیجه افزایش عملکرد شد. روابط قوی بین وزن هزاردانه با آب مصرفی در فرایند تبخیر تعرق طی فصل رشد و دوره پر شدن دانه و مقدار آب نسبی برگ طی پر شدن دانه تحت شرایط محیطی و ارقام مختلف نشان‌دهنده اهمیت و تأثیر این صفات در تعیین وزن دانه کلزا بود.
- از طرف دیگر، دماهای زیاد سرعت نمو گیاه را افزایش و طول دوره نمو و پتانسیل عملکرد را کاهش می‌دهد. تنش‌های خشکی و گرما می‌توانند از طریق تأثیر بر منابع و مقاصد مواد فتوسنتزی سبب کاهش عملکرد دانه شوند. در این زمینه، یکی از مهم‌ترین چالش‌های بخش کشاورزی، توسعه فناوری یا گزینه‌های زراعی مناسب برای بهبود عملکرد است. به‌طور معمول تحت دمای مناسب و رطوبت کافی اوایل فصل رشد، کلزا رشد رویشی و ماده خشک زیادی دارد که ممکن است شرایط تنش گرما و خشکی در دوره گلدهی و پر شدن دانه، سبب کاهش تشکیل دانه، کاهش وزن دانه و در نتیجه کاهش عملکرد شود. در چنین شرایطی، آبیاری تکمیلی طی دوره‌های زایشی گیاه مانند مرحله گلدهی و پر شدن دانه و همچنین تاریخ کاشت مناسب برای برخورد این مراحل حساس با شرایط آب‌وهوایی مناسب، می‌تواند از گزینه‌های مناسب مدیریتی برای کاهش آثار منفی خشکی و گرما باشد.

11. Brandt SA and McGregor DI (1997) Canola response to growing season climatic conditions. P 322-328. In: Proc. Workshop on Soils and Crops 97, Saskatoon, SK, Canada.
12. Caliskan ME, Caliskan M, Arslan M and Arioglu H (2008) Effects of sowing date and growth duration on growth and yield of groundnut in a Mediterranean-type environment in Turkey. *Field Crops Research*. 105: 131-140.
13. Clayton GW, Harker KN, O'Donovan JT, Blackshaw RE, Dosdall LM, Stevenson FC and Ferguson T (2004) Fall and spring seeding date effects on herbicide-tolerant canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*. 84: 419-430.
14. Del Moral LFG, Rharrabti Y, Villegas D and Royo C (2003) Evaluation of grain yield and its components in drum wheat under Mediterranean conditions: An ontogenic approach. *Agronomy*. 95: 266-274.
15. Egli DB (2004) Seed-fill duration and yield of grain crops. *Advances in Agronomy*. 83: 243-279.
16. Faraji A (2012) Oil concentration in canola (*Brassica napus* L.), as a function of environmental conditions during seed filling period. *International Journal of Plant Production*. 2: 267-277.
17. Faraji A, Latifi N, Soltani A and Shirani Rad AH (2009) Seed yield and water use efficiency of canola (*Brassica napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. *Agricultural Water Management*. 96: 132-140.
18. Gan Y, Angadi SV, Cutforth H, Potts D, Angadi VV and McDonald CL (2004) Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. *Canadian Journal of Plant Science*. 84: 697-704.
19. Gonzalez FG, Slafer GA and Miralles DJ (2005) Floret development and survival in wheat plants exposed to contrasting photoperiod and radiation environments during stem elongation. *Functional Plant Biology*. 32: 189-197.
20. Hall AE (1992) Breeding for heat tolerance. *Plant Breeding Review*. 10: 129-168.
21. Haro RJ, Otegui ME, Collino DJ and Dardanelli JL (2007) Environmental effects on seed yield determination of irrigated peanut crops: Links with radiation use efficiency and crop growth rate. *Field Crops Research*. 103: 217-228.
22. Harper FR and Berkenkamp B (1975) Revised growth-stage key for *Brassica campestris* and *Brassica napus*. *Canadian Journal of Plant Science*. 55: 657-658.
23. Johnston AM, Tanaka DL, Miller PR, Brandt SA, Nielsen DC, Lafond GP and Riveland NR (2002) Oilseed crops for semiarid cropping systems in the Northern Great Plains. *Agronomy*. 94: 231-240.
24. Lannucci A and Martiniello P (1998) Analysis of seed yield components in four Mediterranean annual clovers. *Field Crops Research*. 55: 235-243.
25. Loss SP and Siddique KHM (1997) Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type environment I. Seed yield and yield components. *Field Crops Research*. 52: 17-28.
26. Mendham NJ and Salsbury PA (1995) Physiology, crop development, growth and yield. pp 11-64. In: Kimber DS, McGregor DI (eds.). *Brassica Oilseeds: Production and Utilization*. CAB International, Landon.
27. Morrison MJ (1993) Heat stress during reproduction in summer rape. *Canadian Journal of Botany*. 71: 303-308.

28. Musick JT, Jones OR, Stewart BA and Dusek DA (1994) Water yield relationships for irrigated and dryland wheat in the U.S. Southern Plains. *Agronomy*. 86: 980-986.
29. Ruiz RA and Maddonni GA (2006) Sunflower seed weight and oil concentration under different post-flowering source-sink ratios. *Crop Science*. 46: 671-680.
30. Zhang HP, Wang XY, You MZ and Liu CM (1999) Water-yield relations and water use efficiency of winter wheat in the North China plain. *Irrigation Science*. 19: 37-45.
31. Zhong-hu H and Rajaram S (1994) Differential responses of bread wheat characters to high temperature. *Euphytica*. 72: 197-203.

Archive of SID