



بررسی عملکرد و برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و زراعی کلزای بهاره تحت تنش کمبود آب

* بهمن پاسبان‌اسلام^۱، شادالین مهرنیا^۲ و محسن رشدی^۳

^۱ استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت،

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، ^۲ استادیار گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۳۰

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثرات کمبود آب در مراحل مختلف فنولوژیک کلزای بهاره، روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن و ارزیابی قابلیت شاخص‌های دمای تاج پوشش برگ و مقدار نسبی آب برگ در بازتاب اثرات کمبود آب در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی طی سال زراعی ۱۳۸۶ به اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل شامل دو فاکتور تنش خشکی در ۴ سطح آبیاری کامل، قطع آبیاری در مراحل ساقه‌روی، گل‌دهی و پر شدن خورجین‌ها و ژنوتیپ با ۲ سطح هایولا ۴۰۱ و آرچی اس ۳۰۰، بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار پیاده گردید. نتایج نشان دادند که کمبود آب در تمام مراحل اعمال، باعث افزایش دمای تاج پوشش برگ و کاهش مقدار نسبی آب برگ، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، شاخص برداشت، عملکرد دانه و روغن شد. همبستگی‌های معنی‌داری بین دمای تاج پوشش برگ و مقدار نسبی آب برگ با یکدیگر و با عملکرد دانه و روغن دیده شد. به نظر می‌رسد این دو شاخص برای شناسایی اثرات کمبود آب در کلزای بهاره قابل استفاده باشند. بیش‌ترین افت عملکرد دانه و روغن در شرایط کمبود آب در مراحل گل‌دهی و پر شدن خورجین‌ها رخ داد، بنابراین تأمین آب کافی در این مراحل برای دستیابی به عملکرد قابل قبول، ضروری به نظر می‌رسد. بین دو ژنوتیپ مورد مطالعه، هایولا ۴۰۱ همواره از عملکرد دانه و روغن بالاتری برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: ژنوتیپ، شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد دانه، کلزای بهاره، کمبود آب

* مسئول مکاتبه: b_pasbaneslam@yahoo.com

مقدمه

خشکی از عمده‌ترین عوامل محدودکننده در تولید محصولات زراعی است. کمبود آب در کلزا همراه با کاهش پتانسیل آب برگ باعث افت تورم سلولی، هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز گردیده و در نهایت به رشد و تولید محصول صدمه می‌زند (کومار و سینک، ۱۹۹۸). زمان بروز تنش خشکی و شدت آن بر روی بسیاری از صفات زراعی کلزا هم‌چون تعداد دانه در خورجین، وزن دانه‌ها، تعداد و طول خورجین‌ها اثر گذاشته و موجب کاهش عملکرد نهایی دانه می‌شود (شیخ و همکاران، ۲۰۰۶). گزارش شده است ارقامی که عملکرد دانه بالاتری دارند دارای ساقه بلندتری هم هستند (میری و همکاران، ۲۰۰۸). ارتفاع بالاتر بوته در کلزا عموماً می‌تواند دلیلی بر وجود برگ بیش‌تر در طول ساقه و در نتیجه سطح فتوسنتزکننده بالاتر و دریافت بیش‌تر نور باشد که در نهایت می‌تواند منجر به افزایش تولید گردد (شیخ و همکاران، ۲۰۰۶). قلی‌پور و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند کاهش مقدار آب در مرحله گل‌دهی کلزا موجب کاهش تعداد خورجین‌ها در بوته می‌گردد، اما تأخیر در بروز تنش سبب کاهش معنی‌دار تعداد دانه در خورجین می‌شود. همچنین آن‌ها نشان دادند که آبیاری تکمیلی در کلزا با طولانی‌تر کردن دوره گل‌دهی، تعداد خورجین‌های بوته و تعداد دانه در خورجین را افزایش می‌دهد. هنگامی که در مرحله رشد خورجین‌ها گیاه کلزا با تنش خشکی مواجه می‌گردد، انتقال مواد غذایی به دانه تقلیل یافته و عملکرد کاهش می‌یابد (پاسبان‌اسلام و همکاران، ۲۰۰۰). به‌طورکلی تأمین آب کافی به‌ویژه در مراحل گل‌دهی و توسعه خورجین‌ها، باعث افزایش تعداد دانه در خورجین می‌گردد (جنسون و همکاران، ۱۹۹۶). کاهش فتوسنتز جاری و میزان دسترسی مخازن خورجین‌ها و دانه‌ها به فرآورده‌های فتوسنتزی از علل اصلی سقط خورجین‌ها و دانه‌ها در اثر خشکی می‌تواند باشد (میلر و همکاران، ۲۰۰۲؛ نیلسن و نلسون، ۱۹۹۸). دانشمند و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند در میان اجزای عملکرد دانه کلزا، سهم تأثیرپذیری تعداد دانه در خورجین بیش‌تر از دیگر اجزای عملکرد در برابر تنش کم‌آبی اعمال شده از مرحله ساقه‌دهی بود. دوره کوتاه‌مدت تنش در مراحل ساقه‌روی، گل‌دهی و توسعه خورجین‌ها، سبب افت تعداد خورجین‌های بوته و کاهش عملکرد دانه می‌گردد (گبادی و همکاران، ۲۰۰۶؛ سیناکی و همکاران، ۲۰۰۷). اعمال تنش خشکی در طی مراحل ساقه‌روی، گل‌دهی و پر شدن خورجین‌ها در کلزا، تعداد دانه در خورجین را کاهش داده و خشکی اعمال شده در اوایل گل‌دهی نسبت به دو مرحله دیگر بیش‌ترین کاهش را در تعداد دانه در خورجین نشان داد (شکاری، ۲۰۰۰). ارقامی که از شاخص برداشت بالایی برخوردارند، در شرایط تنش خشکی سهم بیش‌تری از

فرآورده‌های فتوستتزی را به دانه‌ها اختصاص داده و عملکرد بالاتری تولید می‌کنند (ولدیانی و همکاران، ۲۰۰۳). از بین عوامل مختلف، علل ژنتیکی از پارامترهای اصلی تعیین‌کننده درصد روغن دانه کلزا است (رابرتسون و همکاران، ۲۰۰۲).

محتوای نسبی آب برگ یکی از ویژگی‌های مؤثر در تداوم رشد کلزا تحت شرایط خشکی بوده و مقدار بالاتر آن می‌تواند عامل استمرار رشد در شرایط خشکی باشد (کومار و سینک، ۱۹۹۸). چنانچه محتوای نسبی آب برگ بالا باشد گیاه تورم سلولی خود را حفظ کرده و رشد آن تداوم می‌یابد (رائو و مندهام، ۱۹۹۱). با توجه به وجود همبستگی بالا بین توان جذب آب و محتوای نسبی آب برگ در کلزا، به دنبال بروز خشکی و کاهش توان جذب آب، محتوای نسبی آب برگ کاهش می‌یابد (پاسبان‌اسلام و همکاران، ۲۰۰۰). محتوای نسبی آب برگ شاخص مناسبی برای بیان وضعیت آب در گیاهان بوده و وضعیت فراگیرتری از تعادل بین میزان عرضه آب نسبی برگ و میزان تعرق را نشان می‌دهد (کومار و الستون، ۱۹۹۲؛ ریچی و همکاران، ۱۹۹۰؛ یاسن و ماماری، ۱۹۹۵).

دمای تاج پوشش برگ اندازه‌گیری شده طی چند روز اول خشکی می‌تواند به‌عنوان شاخص گزینش برای تحمل به خشکی در گونه‌های روغنی جنس براسیکا باشد (کومار و سینک، ۱۹۹۸). دمای تاج پوشش برگ با تنش کم آبی مطابقت دارد به طوری که به دنبال کاهش آب قابل استفاده خاک، پتانسیل آب گیاه و در نهایت تعرق آن کاهش می‌یابد و بر مبنای بیلان انرژی در سطح برگ، تنزل تعرق منجر به افزایش دمای تاج پوشش برگ می‌شود (کرکوا و همکاران، ۱۹۹۸).

شاخص برداشت معیاری از نسبت وزن دانه به کل گیاه است و معمولاً کلزاهای پرمحصول از شاخص برداشت بالاتری برخوردارند (ثنا و همکاران، ۲۰۰۳). این شاخص در شرایط کم‌آبی همبستگی مثبت و معنی‌داری با تحمل ژنوتیپ‌های نخود در برابر خشکی نشان داد (فرانکوویس و همکاران، ۱۹۹۸). مطالعات جنسن و همکاران (۱۹۹۶) روی کلزا نشان داد کمبود آب در مراحل رشد رویشی، گل‌دهی و پرشدن دانه، شاخص برداشت را به‌طور معنی‌داری کاهش داد.

به‌نظر نمی‌رسد خشکی تأثیر عمده‌ای بر کیفیت دانه داشته باشد ولی تنش در مرحله گل‌دهی مقدار روغن را کاهش می‌دهد (مندهام و سالیسیری، ۱۹۹۵). نشان داده شده است تنش خشکی در اواخر فصل رشد، موجب کاهش درصد روغن دانه‌ها در کلزا گردید (سیناکی و همکاران، ۲۰۰۷).

اهداف این پژوهش شناسایی مراحل فنولوژیک حساس به تنش کمبود آب، ارزیابی قابلیت برخی از شاخص‌های فیزیولوژیک برای شناسایی اثرات خشکی و ارزیابی عملکرد دانه و روغن و اجزای آن در برابر تنش خشکی در ژنوتیپ‌های بهاره کلزا بودند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی واقع در ۱۵ کیلومتری جنوب غرب تبریز با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی طی سال زراعی ۱۳۸۶ به اجرا درآمد. مشخصات آب و هوایی منطقه آزمایش در جدول ۱ آمده است:

جدول ۱- شرایط آب و هوایی منطقه آزمایش در طول فصل رشد سال زراعی ۱۳۸۶.

ماه‌های سال	میانگین دمای حداقل (درجه سانتی‌گراد)	میانگین دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد)	میانگین کل دما (درجه سانتی‌گراد)	مجموع بارندگی (میلی‌متر)
فروردین	۳/۲	۱۲/۷	۷/۹	۵۳/۶
اردیبهشت	۹/۸	۱۸/۴	۱۴/۱	۳۴/۴
خرداد	۱۵/۱	۲۹/۴	۲۲/۳	۲۱/۵
تیر	۱۸/۳	۳۰/۷	۲۴/۰	۰/۲
مرداد	۱۸	۳۲/۳	۲۵/۲	۱

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۲ فاکتور در ۳ تکرار و ۲۴ تیمار آزمایشی، در خاک لوم شنی و با تراکم ۷۰ بوته در مترمربع در ۲۰ فروردین‌ماه پیاده گردید. شوری خاک به طور متوسط ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر و pH خاک به طور میانگین ۸/۱ بود. فاکتورهای آزمایش شامل تنش خشکی در ۴ سطح شامل آبیاری کامل، قطع آبیاری در مراحل ساقه‌روی، گل‌دهی و پر شدن خورجین‌ها و فاکتور دوم ژنوتیپ با ۲ سطح کلزای بهاره به نام‌های هایولا ۴۰۱ و آرچی اس ۳۰۰ بودند. مزرعه آزمایشی در سال قبل تحت آیش قرار داشت. با گاورو شدن زمین در اوایل اردیبهشت، عملیات آماده‌سازی خاک شامل شخم سطحی، دیسک و ماله انجام شد. براساس نتایج آزمون خاک و برای بهبود تغذیه گیاهان، از کودهای نیتروژن به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، فسفره ۷۵ کیلوگرم در هکتار و پتاسیم ۵۰ کیلوگرم در هکتار بر مبنای آزمون خاک استفاده شد. یک‌سوم اوره و همه فسفر و پتاس قبل از کشت و بقیه اوره در دو قسمت به هنگام ساقه‌روی و گل‌دهی به کار رفت. هر کرت آزمایشی شامل ۶ ردیف با فاصله ۳۰ سانتی‌متر و به طول ۴ متر بود. برای جلوگیری از نشت رطوبت بین کرت‌های آزمایشی ۳ متر و بین بلوک‌ها ۴ متر فاصله داده شد. فاصله بین بوته‌ها، روی ردیف پس از تنک کردن در حدود ۷ سانتی‌متر تنظیم گردید. در طول دوره داشت، وجین علف‌های هرز به صورت دستی و مبارزه با شته مومی توسط سم دیازینون به میزان ۱/۵ لیتر در هزار صورت گرفت.

خاک مزرعه در افق توزیع ریشه‌های گیاه (تا عمق ۹۰ سانتی متری) با حفر پروفیل، مورد بررسی قرار گرفت. با تعیین ظرفیت مزرعه‌ای خاک (FC) و نقطه پژمردگی دایم (PWP)، میزان آب قابل استفاده خاک (AW) به طور مرتب کنترل می‌شد. برای اعمال تیمار آبیاری، با نمونه برداری‌های مداوم از خاک کرت‌ها، زمانی که ۵۰ درصد آب قابل استفاده خاک تخلیه می‌گردید، آبیاری صورت می‌گرفت. تیمارهای دارای تنش در دوره اعمال تنش، آبی دریافت نمی‌کردند ولی هرگز آب خاک از ۳۰ درصد آب قابل استفاده کم‌تر نشد. برای کنترل آب خاک از روش وزنی استفاده گردید برای یکنواختی آبیاری، میزان آب ورودی به هر کرت با کنتور آب اندازه‌گیری و کنترل می‌شد. در دوره اعمال تنش بارندگی رخ نداد ولی برای مهار بارندگی‌های احتمالی، پوشش‌های پلاستیکی جهت استفاده بر روی کرت‌های تحت تنش پیش‌بینی شده بود که مورد استفاده قرار نگرفت.

پس از هر بار اعمال تنش محتوای نسبی آب برگ (RWC) برای برگ‌های همه تیمارها از رابطه ۱ محاسبه و میانگین آن به کار رفت (کومار و سینک، ۱۹۹۸):

$$RWC = \frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن تورم کامل}}{\text{وزن خشک}} \quad (1)$$

همچنین دمای تاج پوشش برگ توسط دماسنج مادون قرمز برای همه تیمارها اندازه‌گیری شد (کومار و سینک، ۱۹۹۸).

در مرحله رسیدگی دانه صفات ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، برای تمام تیمارها اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۱۰ بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و به کار رفت. پس از حذف بوته‌های حاشیه، با برداشت بوته‌های هر کرت عملکرد دانه و وزن هزاردانه تعیین گردید. درصد روغن دانه‌ها به روش استخراج پیوسته سوکسله تعیین شد. عملکرد روغن دانه از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه به دست آمد. در این پژوهش برای تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و تعیین ضرایب همبستگی ساده از نرم‌افزارهای آماری MSTATC و SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده نشان داد اثر تنش خشکی روی ارتفاع نهایی بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین اثر تنش در کاهش ارتفاع، مربوط به مرحله ساقه‌روی و گل‌دهی بود، قطع آبیاری در مرحله

پُر شدن خورجین‌ها تأثیر چندانی بر کاهش ارتفاع بوته نداشت (جدول ۳). شیخ و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که قطع آبیاری در زمان ۵۰ درصد گل‌دهی تا ۴ هفته پس از اعمال تنش، ارتفاع بوته و سطح فتوسنتزی آن را در کلزا کاهش داد.

اثر تیمار تنش کمبود آب روی تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، درصد روغن دانه، شاخص برداشت، عملکرد دانه و روغن معنی‌دار شد (جدول ۲). در مرحله گل‌دهی تنش از طریق سقط گل‌ها و خورجین‌های تازه تشکیل شده در اثر کاهش فتوسنتز، باعث کاهش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته شد. بروز تنش در مرحله پرشدن خورجین‌ها به دلیل شکل‌گیری کامل خورجین‌ها اثر کم‌تری روی تعداد خورجین در بوته داشت (جدول ۳). مراحل گل‌دهی و نمو خورجین‌ها در کلزا از نظر نیاز به آب از مراحل بحرانی بوده و در صورت تأمین نشدن آب کافی در این مراحل، با افت معنی‌دار تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه کاهش می‌یابد (کومار و سینک، ۱۹۹۸). به‌طور کلی دریافت نکردن مواد فتوسنتزی کافی در اثر تنش، باعث ریزش گل‌ها و خورجین‌های در حال رشد می‌شود (پاسبان‌اسلام و همکاران، ۲۰۰۰). گزارش شده است دوره کوتاه‌مدت تنش در مراحل ساقه‌روی، گل‌دهی و توسعه خورجین‌ها، سبب افت تعداد خورجین‌های بوته و کاهش عملکرد دانه می‌گردد (گبادی و همکاران، ۲۰۰۶؛ سیناکی و همکاران، ۲۰۰۷). بیش‌ترین افت تعداد دانه در خورجین مربوط به تیمار تنش در مرحله گل‌دهی و پر شدن خورجین‌ها بود (جدول ۳). بروز خشکی در مراحل گل‌دهی و پرشدن خورجین‌ها با ایجاد محدودیت در جذب آب سبب کاهش سطح خورجین‌ها و فتوسنتز برگ‌ها و سایر اندام‌های سبز گردیده و موجب افزایش سقط دانه در خورجین‌ها می‌گردد (گبادی و همکاران، ۲۰۰۶؛ سیناکی و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج مطالعات شکاری (۲۰۰۰) نشان داد اعمال تنش خشکی در طی مراحل ساقه‌روی، گل‌دهی و پر شدن خورجین‌ها، تعداد دانه در خورجین را کاهش داده و خشکی اعمال شده در اوایل گل‌دهی نسبت به دو مرحله دیگر بیش‌ترین کاهش را در تعداد دانه در خورجین نشان داد. وی دلیل آن را ریزش خورجین‌ها در اثر تنش در این مرحله و در مقابل بالاتر رفتن دانه‌های موجود در خورجین‌های باقی‌مانده کلزا ذکر کرد. تنش اثر معنی‌داری روی وزن هزاردانه نداشت (جدول ۲). گزارش شده است اندازه دانه‌ها در کلزا کم‌تر از سایر اجزای عملکرد از عوامل محیطی تأثیر می‌پذیرد (دانشمند و همکاران، ۲۰۰۶). با وجود کاهش تولید فرآورده‌های فتوسنتزی بر اثر تنش، میزان مواد فتوسنتزی رسیده به دانه‌های موجود در خورجین‌های باقی‌مانده، کافی به نظر می‌رسد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه روی دو ژنوتیپ کلزای بهاره تحت تنش کمبود آب طی سال زراعی ۱۳۸۶.

منابع تغییر	درجه آزادی		محتوای نسبی آب برگ		مجموعی نسبی آب برگ		درجه آزادی	
	تاج	پوشش برگ	تاج	پوشش برگ	تاج	پوشش برگ	تاج	پوشش برگ
تکرار	۲	۰/۰۰۱	۳/۸۶	۰/۰۰۱	۳۱/۷۸	۰/۰۰۱	۲	۰/۰۰۱
تنش	۳	۰/۰۱۶ ^{۰۰}	۱/۰۱ ^{۰۰}	۰/۰۱۶ ^{۰۰}	۱۵۲/۶۸ ^{۰۰}	۰/۰۱۶ ^{۰۰}	۳	۰/۰۱۶ ^{۰۰}
ژنوتیپ	۱	۰/۰۰۲	۰/۱۷	۰/۰۰۲	۶۷/۷۰ ^{۰۰}	۰/۱۷	۱	۰/۰۰۲
تنش × ژنوتیپ	۳	۰/۰۰۱	۰/۱۲	۰/۰۰۱	۴۶/۶۱	۰/۱۲	۳	۰/۰۰۱
خطای آزمایش	۱۴	۰/۰۰۱	۰/۱۱	۰/۰۰۱	۲۲/۸۵	۰/۱۱	۱۴	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۴۵	۱/۳۱	۳/۴۵	۶/۳۳	۱/۳۱		۳/۴۵

^{۰۰} معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد. ^{۰۰۰} معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۳- میانگین صفات مورد مطالعه روی دو ژنوتیپ کلزای بهاره طی سال زراعی ۱۳۸۶.

صفات	ژنوتیپ		ارزاق بوته		تعداد خورجین		تعداد دانه		وزن هزاردانه		عملکرد دانه		شاخص برداشت		روغن دانه		عملکرد روغن		
	هاپولا ۴۰۱	آرجی اس ۳۰۰	در بوته	در بوته	در خورجین	در خورجین	در بوته	در بوته	(گرم)	(کیلوگرم در هکتار)	برداشت	برداشت	روغن دانه	روغن دانه	برداشت	برداشت	روغن دانه	روغن دانه	
هاپولا ۴۰۱	۷۰ ^b	۸۱ ^a	۶۴/۹۴ ^a	۶۴/۹۴ ^a	۲۳ ^a	۲۳ ^a	۲۷۷ ^a	۲۷۷ ^a	۱۶۲۲ ^a	۱۶۲۲ ^a	۰/۱۸ ^a	۰/۱۸ ^a	۴۳/۴ ^a	۴۳/۴ ^a	۱۳۸۸ ^b	۱۳۸۸ ^b	۳۹/۵ ^b	۳۹/۵ ^b	۷۰ ^b
آرجی اس ۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۶۷/۳۴ ^a	۶۷/۳۴ ^a	۲۲ ^b	۲۲ ^b	۲/۴۴ ^b	۲/۴۴ ^b	۲۲۲۲ ^b	۲۲۲۲ ^b	۰/۱۴ ^b	۰/۱۴ ^b	۳۹/۵ ^b	۳۹/۵ ^b	۱۳۸۸ ^b	۱۳۸۸ ^b	۳۹/۵ ^b	۳۹/۵ ^b	۵۱ ^b

حروف مشابه در هر ستون نشانگر نبود تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می باشد.

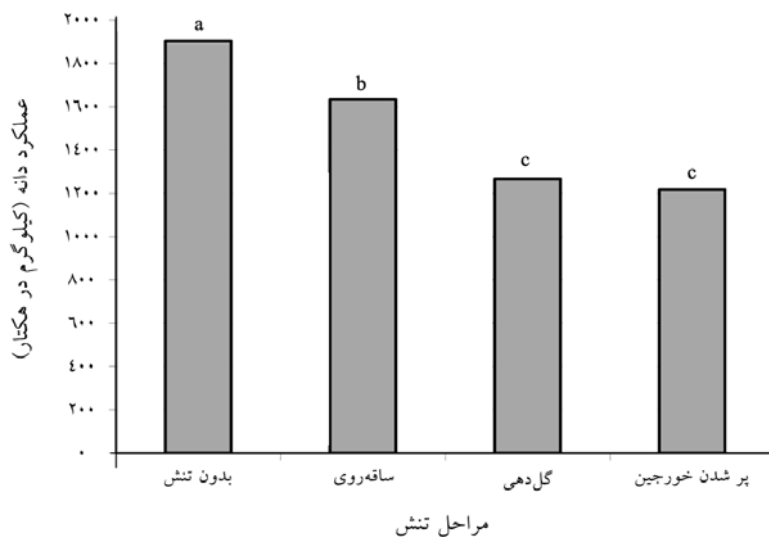
بیش‌ترین افت شاخص برداشت مربوط به اعمال تنش خشکی در مرحله پر شدن خورجین‌ها بود (جدول ۴). گزارش شده است ارقامی که از شاخص برداشت بالایی برخوردارند، در شرایط تنش خشکی سهم بیش‌تری از فرآورده‌های فتوسنتزی را به دانه‌ها اختصاص داده و عملکرد بالاتری تولید می‌کنند (ولدیانی و همکاران، ۲۰۰۳). بروز تنش در مراحل رشد رویشی، گل‌دهی و پر شدن دانه‌ها شاخص برداشت را در برخی از ارقام کلزا کاهش داده است (جنسن و همکاران، ۱۹۹۶). بیش‌ترین اثر تنش بر عملکرد دانه مربوط به وقوع آن در مراحل گل‌دهی و پر شدن خورجین‌ها بود، به‌طوری‌که متوسط عملکرد دانه از ۱۹۰۴ کیلوگرم در هکتار در شرایط بدون تنش به ۱۲۶۷ و ۱۲۱۷ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در شرایط اعمال تنش در مرحله گل‌دهی و پر شدن خورجین‌ها، کاهش یافت (جدول ۴ و شکل ۱). کمبود آب در طول دوره گل‌دهی و پر شدن دانه‌ها با کاهش تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین، کاهش معنی‌دار عملکرد دانه را سبب شد (جدول ۴). کاهش فتوسنتز جاری و میزان دسترسی مخازن خورجین‌ها و دانه‌ها به فرآورده‌های فتوسنتزی از علل اصلی سقط خورجین‌ها و دانه‌ها در اثر خشکی می‌تواند باشد (میلر و همکاران، ۲۰۰۲؛ نیلسن و نلسون، ۱۹۹۸). بیش‌ترین افت درصد روغن دانه نیز مربوط به تنش در مرحله گل‌دهی بود (جدول ۳). به‌طورکلی عوامل ژنتیکی از پارامترهای اصلی تعیین‌کننده درصد روغن دانه کلزا است (رابرتسون و همکاران، ۲۰۰۲). مطالعات مندهام و سالیسبوری (۱۹۹۵) نشان داد خشکی در مرحله گل‌دهی نیز سبب کاهش مقدار روغن دانه کلزا می‌گردد. همچنین وقوع تنش خشکی در مراحل رشد رویشی، گل‌دهی و پر شدن خورجین‌ها در کلزاهای کشت شده در خاک شنی، باعث افت معنی‌دار درصد روغن دانه گردید (جنسن و همکاران، ۱۹۹۶). خشکی در تمام مراحل اعمال سبب کاهش معنی‌دار عملکرد روغن گردید و بیش‌ترین مقدار افت آن مربوط به مرحله پر شدن خورجین‌ها بود به‌طوری‌که با ۴۳ درصد افت از ۸۳۶ کیلوگرم به ۴۸۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (جدول ۴ و شکل ۲).

جدول ۴- میانگین صفات مورد مطالعه روی کلزای بهاره تحت تنش کمبود آب در مراحل مختلف فنولوژیک طی سال زراعی ۱۳۸۶.

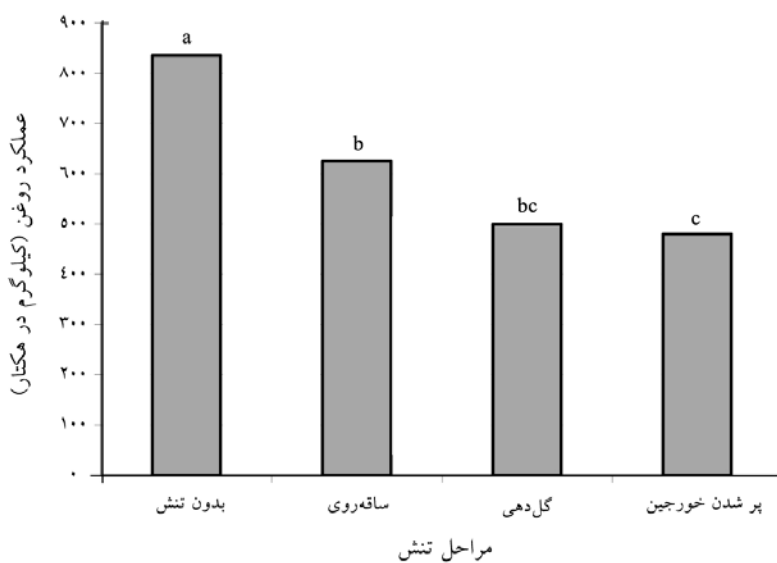
عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن	شاخص بوذاشت	وزن عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	ارتفاع بوته (سانتی متر)	محتوای دمای تاج پوشش		نسبی آب برگ	سطوح تنش
							برگ (درجه سانتی گراد)	نسبی آب برگ		
۸۳۳ ^a	۴۴/۱ ^a	۰/۱۹ ^a	۲/۸۱ ^a	۳۳ ^a	۷۹/۱۳ ^a	۷۹ ^a	۲۵/۸۵ ^b	۰/۷۰ ^a	بدون تنش	
۶۳۶ ^b	۴۰/۳ ^b	۰/۱۷ ^{ab}	۲/۶۱ ^a	۲۵ ^{ab}	۵۹/۸۳ ^b	۶۹ ^b	۲۷/۷۱ ^a	۰/۶۲ ^b	تنش در مرحله ساقه‌روی	
۵۰۰ ^{bc}	۳۹/۴ ^b	۰/۱۴ ^{ab}	۲/۵۵ ^a	۲۳ ^b	۵۷/۳۹ ^b	۷۴ ^{ab}	۲۷/۸۵ ^a	۰/۵۸ ^b	تنش در مرحله گل‌دهی	
۴۸۰ ^c	۴۲/۱ ^{ab}	۰/۱۳ ^b	۲/۴۵ ^a	۲۳ ^b	۶۰/۱۹ ^b	۷۹ ^a	۲۷/۹۵ ^a	۰/۶۰ ^b	تنش در مرحله پر شدن خورجین‌ها	

حروف مشابه در هر ستون نشانگر نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

مجله پژوهش‌های تولید گیاهی (۱۸)، شماره (۲) ۱۳۹۰



شکل ۱- میانگین عملکرد دانه دو ژنوتیپ کلزای بهاره تحت تنش کمبود آب.



شکل ۲- میانگین عملکرد روغن دو ژنوتیپ کلزای بهاره تحت تنش کمبود آب.

بین دو ژنوتیپ کلزای بهاره مورد مطالعه از نظر ارتفاع بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه، شاخص برداشت، درصد روغن دانه، عملکرد دانه و روغن اختلاف معنی‌داری دیده شد (جدول ۲). ژنوتیپ هیبرید هایولا ۴۰۱ در مقایسه با ژنوتیپ آزاد گرده‌افشان آرچی اس ۳۰۰ همواره مقادیر بالاتری از صفات یاد شده را به خود اختصاص داد (جدول ۳). هایولا ۴۰۱ با تولید ۷۰۵ کیلوگرم روغن در هکتار در مقایسه با آرچی اس ۳۰۰ با ۵۱۶ کیلوگرم روغن در هکتار، عملکرد بالاتری نشان داد (جدول ۳). علت این امر ناشی از بالاتر بودن درصد روغن و عملکرد دانه در رقم هایولا ۴۰۱ بود (جدول ۳). معمولاً ارقام هیبرید کلزا در مقایسه با ارقام آزاد گرده‌افشان همواره از عملکرد بالاتری برخوردار هستند (شیخ و همکاران، ۲۰۰۶؛ ولدانی و همکاران، ۲۰۰۳). با توجه به این‌که در هر دو شرایط عادی و بروز کمبود آب طی مراحل مختلف رشد، هایولا ۴۰۱ نسبت به آرچی اس ۳۰۰ از عملکرد دانه و روغن بالاتری برخوردار بود، رقم هایولا ۴۰۱ برای محیط‌های در معرض کمبود آب قابل توصیه است. گزارش‌های متعددی بیانگر بالاتر بودن درصد روغن دانه در ارقام هیبرید کلزا در مقایسه با ارقام آزاد گرده‌افشان است (شیخ و همکاران، ۲۰۰۶؛ ولدانی و همکاران، ۲۰۰۳). ولدانی و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند ارقام با شاخص برداشت بالاتر کلزا، در شرایط خشکی از عملکرد بالاتری برخوردار بودند.

تنش کمبود آب در تمام مراحل وقوع، محتوای نسبی آب برگ را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (جدول‌های ۲ و ۴). گزارش‌های متعددی نشان می‌دهد محتوای نسبی آب برگ شاخص مناسبی برای بیان وضعیت آب در گیاهان بوده و وضعیت فراگیرتری از تعادل بین میزان عرضه آب نسبی برگ و میزان تعرق را نشان می‌دهد (کومار و الستون، ۱۹۹۲؛ ریچی و همکاران، ۱۹۹۰؛ یاسن و ماماری، ۱۹۹۵). در شرایط خشکی محتوای نسبی آب برگ با هدایت روزنه‌ای همبستگی داشته و کاهش مقدار آن در شرایط کمبود آب، منجر به کاهش هدایت روزنه‌ای و جذب دی‌اکسیدکربن شده و در نهایت سبب افت فتوسنتز می‌گردد (میلر و همکاران، ۲۰۰۲). گزارش شده است تفاوت بین ارقام کلزا از نظر میزان آب نسبی برگ ناشی از مکانسیم‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک متفاوت مانند اندازه و زاویه برگ، وجود یا نبود موم و واکنش برگ و روزنه‌ها به کمبود آب است (کلارک و مادونی، ۱۹۹۸). اثر خشکی روی دمای تاج پوشش برگ نیز معنی‌دار شد (جدول ۲). تنش در تمام مراحل افزایش معنی‌دار

دمای تاج پوشش برگ را در پی داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد به دنبال کاهش آب قابل استفاده خاک در اثر کمبود آب خاک، پتانسیل آب گیاه و در نهایت تعرق آن کاهش می‌یابد. بر مبنای بیلان انرژی در سطح برگ تنزل تعرق منجر به افزایش دمای تاج پوشش برگ می‌گردد (کارکوا و همکاران، ۱۹۹۸). در نهایت به نظر می‌رسد دمای تاج پوشش برگ به عنوان روشی آسان و سریع و محتوای نسبی آب برگ به عنوان شاخصی کارآ برای شناسایی اثرات کمبود آب در گیاهان کلزای بهاره قابل استفاده باشند. بدیهی است تکرار آزمایش با تعداد بیشتری از ژنوتیپ‌ها نتایج قابل اتکاتری در خصوص این شاخص‌ها به دست خواهد داد.

اثر متقابل فاکتورهای آزمایش روی هیچ‌یک از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نشد.

بین ارتفاع بوته با تعداد خورجین در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری دیده شد. بوته‌های بلندتر از طول گل‌آذین بیشتر و در نتیجه تعداد خورجین بیشتری برخوردار بودند. بین ارتفاع بوته با تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه و روغن نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری دیده شد. ارتفاع بالاتر بوته می‌تواند از طریق تامین سطح فتوسنتزکننده لازم، نقش مؤثری در بهبود نسبی عملکرد دانه ایفا کند. کوتاه بودن دوره رشد کلزای بهاره در منطقه مورد آزمایش، پایین‌تر بودن ارتفاع بوته و سطح سبز آنها را سبب می‌گردد. همبستگی بین تعداد خورجین در بوته به عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی عملکرد دانه با شاخص برداشت، عملکرد دانه و روغن و محتوای نسبی آب برگ مثبت و معنی‌دار بود. همبستگی تعداد دانه در خورجین با شاخص برداشت، محتوای نسبی آب برگ، عملکرد دانه و روغن مثبت و معنی‌دار بود. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص برداشت با محتوای نسبی آب برگ، عملکرد دانه و روغن دیده شد. محتوای نسبی آب برگ با دمای تاج پوشش برگ همبستگی منفی و معنی‌دار و با عملکرد دانه و روغن همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). بدیهی است که گیاهان با محتوای نسبی آب برگ بیشتر از توان حفظ آب بالاتری برخوردار خواهند بود و بنابراین به فتوسنتز ادامه خواهند داد. ولی با افزایش دمای برگ و در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز، با افت عملکرد مواجه خواهیم شد. در این آزمایش بین دمای تاج پوشش برگ با عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری دیده شد (جدول ۵).

بهمن پاسبان اسلام و همکاران

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه روی دو ژنوتیپ کلزای بهاره تحت تنش کمبود آب طی سال زراعی ۱۳۸۶.

صفات مورد مطالعه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱. ارتفاع بوته								
۲. تعداد خورجین در بوته	۰/۴۰*							
۳. تعداد دانه در خورجین	۰/۴۲*	۰/۰۱						
۴. وزن هزاردانه	-۰/۴۰	-۰/۰۹	۰/۳۵					
۵. شاخص برداشت	-۰/۴۱	۰/۵۵**	۰/۶۵**	۰/۳۸				
۶. محتوای نسبی آب برگ	-۰/۲۶	۰/۶۸**	۰/۴۶**	۰/۳۸	۰/۴۸**			
۷. دمای تاج پوشش برگ	-۰/۳۲	-۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۱۸	-۰/۴۰*		
۸. عملکرد دانه	۰/۴۸**	۰/۴۶**	۰/۷۴**	۰/۳۲	۰/۸۶**	۰/۵۸**	-۰/۴۱*	
۹. عملکرد روغن	۰/۴۶**	۰/۵۰**	۰/۶۵**	۰/۳	۰/۸۰**	۰/۶۹**	-۰/۲۰	۰/۹۲**

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

منابع

1. Carcova, J., Maddonni, G.A. and Ghera, C.M. 1998. Crop water stress index of three maize hybrids grown in soils with different quality. *Field Crops Res.* 55: 165-174.
2. Daneshmand, A., Shirani Rad, A.H., Darvish, F., Ardakani, A., zarei, G. and Ghooshchi, F. 2006. Effect of drought stress on qualities and quantities of yield, yield components and relative water content in rapeseed cultivars. *Geological Society of America Abstracts with Programs, Speciality Meeting*, 3: 19p.
3. Francois, J., Sanchez, M., Eusebio, F., Jose Andres, L., Tonorio, L. and Ayerbe, L. 1998. Turgour sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. *Field Crops Res.* 59: 3. 225-235.
4. Gobadi, M., Bakhshandeh, G., Fathi, M.H., Gharineh, K., Said, A., Naderi, A. and Gobadi, M.E. 2006. Short and long Periods of water stress during different growth stages of canola (*Brassica napus* L.). Effect on yield, yield components, seed & protein contents. *Agron. J.* 5: 2. 336-341.
5. Golypour, A., Latifi, N., Ghassemieglezani, K., Alyari, H. and Moghaddam, M. 2005. Comparison of growth and seed yield of oilseed rape cultivars in rainfed condition of Ghorgan. *Agric. Sci. and Natur. Resour.* 11: 1. 5-14. (In Persian)
6. Jensen, C.R., Mogensen, V.O., Mortensen, G., Fieldsend, J.K., Milford, G.F.J., Andersen, M.N. and Thage, J.H. 1996. Glucosinolate, oil and protein contents of field -grown rape affected by soil drying, and evaporative demands. *Field Crops Res.* 47: 93-105.

7. Kumar, A. and Singh, D.P. 1998. Use of physiological indices as screening technique for drought tolerance in oil seed *Brassica* species. *Ann. Bot.* 81: 413-420.
8. Kumar, A. and Elston, J. 1992. Genotypic differences in leaf water relations between *Brassica juncea* and *B. napus*. *Ann. Bot.* 70: 3-9.
9. Mailer, P., Baltensperger, D., Clayton, G., Johnson, A., Lafond, G., Mc Conkey, B., Schatz, B. and Starica, J. 2002. Pulse crop adaptation and impact across the Northern Great Plains. *Agric. J.* 94: 261-272.
10. Meeri, H.R., Emam, Y. and Mohammadi, N.M. 2008. Evaluation of some morphological traits affecting on seed yield enhancement in oilseed rape. *Agric. Sci.* 17: 3. 101-107. (In Persian)
11. Mendham, N.J. and Salisbury, P.A. 1995. Physiology: Crop development, growth and yield. In: Kimber, D., and Mc Gregor, D.I. (eds). *Brassica* oil seeds. CAB International. London, Pp: 11-67.
12. Nielsen, D.C. and Nelson, N.O. 1998. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. *Crop Sci.* 38: 422-427.
13. Paseban-Islam, B., Shakiba, M.R., Neyshabouri, M.R., Moghaddam, M. and Ahmadi, M.R. 2000. Evaluation of physiological indices as screening technique for drought resistance in oilseed rape. *Proc. Pakistan. Acad. Sci.* 37: 2. 143-152.
14. Rao, M.S.S. and Mendham, N.J. 1991. Soil-plant-water relations of oilseed rape (*Brassica napus* and *B. campestris*). *Agric. Sci. Cam. J.* 117: 197-205.
15. Ritchie, S.W., Nyvgen, H.I. and Halady, A.S. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Sci.* 30: 105-111.
16. Robertson, M.J., Holland, J.F., Cowely, S., Potter, T.D., Burton, W., Walton, G.H. and Thomas, G. 2002. Growth and yield differences between traits-tolerant and non-traits-tolerant cultivars of canola. *Aust. J. Agric. Res.* 53: 643-651.
17. Sana, M., Ali, A., Malik, M.A., Saleem, M.F. and Rafiq, M. 2003. Comparative yield potential and oil content of different canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Pakistan J. Agron.* 2: 1. 1-7.
18. Sheikh, F., Toorchee, M., Valizadeh, M., Sakiba, M.R. and Pasban Eslam, B. 2006. Evaluation of drought tolerance in spring oilseed rape (*Brassica sp.*). *Agric. Sci.* 15: 1. 163-174. (In Persian)
19. Shekary, F. 2000. Study of drought stress effects on phenology, water relations, growth and yield quality of oilseed rape. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture. Tabriz University, Iran, 158p. (In Persian)
20. Sinaki, J.M., Majidi, E., Shirani Rad, A.H., Noormohammadi, G. and Zarei, G. 2007. The effects of water deficit during growth stage of canola (*Brassica napus* L.). *Americ. J. Agric. Environ. Sci.* 2: 4. 417-422.
21. Valdiani, A.R., Tajbakhsh, M. and Zardashtee, M.R. 2003. Study of agronomic and productivity characters of oilseed rape cultivars at orumieh. *Agric. Sci.* 14: 2. 31-43. (In Persian)
22. Yassen, B.T. and Mamari, A.L. 1995. Further evaluation of the resistance of black barley to water stress. *Agron. J.* 174: 19-24.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Plant Production, Vol. 18(2), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Study of yield and some physiological and agronomical traits of spring oilseed rape under water deficit stress

***B. Pasban Eslam¹, Sh. Mehrniya² and M. Roshdi³**

¹Assistant Prof., Research Center for Agricultural and Natural Resources, East Azarbaijan,

²M.Sc. Graduated, Dept. of Agronomy, Islamic Azad University, Khoy Branch,

³Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Islamic Azad University, Khoy Branch

Received: 2010/03/08; Accepted: 2011/06/20

Abstract

Seed and oil yields, its components and two physiological indices including leaf canopy temperature (T_c) and relative water content (RWC) were evaluated in two spring oilseed rape cultivars (RGS 300 and Hyola 401) under non-stressed and water deficit imposed during stem elongation, flowering and seed filing stages. The experiments were conducted as a factorial consisted of 2 factors including irrigation and genotypes based on a randomized complete block design with three replications. The study was conducted in research center for agriculture and natural resources of East Azarbaijan, Iran ($46^\circ 2' E$, $37^\circ 58' N$). The results indicated that occurring water deficit in all stages, increased T_c and decreased RWC, siliques per plant, seeds in silique, harvest index, seed and oil yields. Significant correlations among RWC, T_c , seed and oil yields were observed. T_c and RWC indices could be used to determine water deficit effects in spring oilseed rape cultivars. Since occurring drought during flowering and seed filing stages had the most negative effects on seed and oil yields, therefore it seems that irrigation of spring oilseed rape cultivars during these stages, is important for achieving acceptable yield. Hyola 401 indicated higher amounts of seed and oil yields.

Keywords: Physiological indices, Spring oilseed rape, Water deficit stress, Seed yield

* Corresponding Author; Email: b_pasbaneslam@yahoo.com