

## ارزیابی عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های بهاره کلزا (*Brassica napus* L.) تحت سطوح مختلف کمبود آب

بهمن پاسبان اسلام\*

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۱۲

دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی - باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

\*مسئول مکاتبه: Email: b\_pasbaneslam@yahoo.com

### چکیده

این تحقیق با هدف ارزیابی اثرات خشکی بر صفات فیزیولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی، عملکرد دانه و روغن، اجزای عملکرد و شناسایی ژنوتیپ‌های بهاره متحمل به خشکی کلزا در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی در سال ۱۳۹۴ انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طراحی گردید. فاکتور اصلی تنش خشکی در سه سطح بدون تنش، تنش از مرحله گل‌دهی و خورجین‌دهی تا رسیدگی دانه و فاکتور فرعی ژنوتیپ در پنج سطح شامل RGS003، ظفر، ساری گل، زرفام و دلگان بود. نتایج نشان دادند بروز خشکی از مراحل گل‌دهی و خورجین‌دهی باعث افزایش معنی‌دار دمای برگ و کاهش مقدار آب نسبی برگ، هدایت روزنه، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن گردید. ولی اثرات منفی خشکی در مرحله گل‌دهی شدیدتر بود، بنابراین در صورت محدودیت منابع آب، آبیاری در مرحله گل‌دهی اولویت بیشتری خواهد داشت. همبستگی منفی و معنی‌دار دمای برگ و مثبت و معنی‌دار مقدار آب نسبی برگ و هدایت روزنه با تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن نشان داد این صفات می‌توانند اثرات خشکی روی کلزای بهاره را منعکس کنند. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه با عملکرد دانه و روغن روشن ساخت اثر خشکی روی عملکردها از طریق کاهش این اجزای عملکرد بوده است. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از محصول‌دهی مشابهی در شرایط بدون تنش برخوردار بودند ولی تحت تنش خشکی، بیشترین عملکرد دانه و روغن به RGS003 تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: دمای برگ، عملکرد روغن، کمبود آب، مقدار آب نسبی برگ، هدایت روزنه

## Evaluation of Grain ed and Oil Yields in Spring Genotypes of Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) under Different Water Deficit Levels

Bahman Pasban Eslam\*

Received: February 18, 2016 Accepted: July 2, 2016

Assoc. Prof. of Horticulture-Crops Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.

\*Corresponding Author: Email: b\_pasbaneslam@yahoo.com

### Abstract

Evaluation of drought effects on some physiological traits relevant to drought tolerance, seed and oil yields, yield components and recognizing tolerant oilseed rape genotypes were the goals of research. The experiment was conducted as split plot based on a randomized complete block design with three replications in East Azarbaijan Research and Education Center for Agriculture and Natural Resources during 2015. The experimental factors were drought stress with three levels: non-stressed and drought stress from flowering and pod formation stages and genotype in 5 levels: RGS003, Zafar, Sarigol, Zarfam and Dalgan. Occurring drought from flowering and pod formation stages led to significant increase in leaf temperature and significant decrease in leaf relative water content, stomatal conductance, pods per plant, 1000 seeds weight, seed and oil yields. But the effects of drought from flowering stage were too hard. In case of water resources limitation, irrigation during flowering stage will be more important than pod formation stage. The existence of significantly negative correlation among leaf temperatures and significantly positive correlations among leaf relative water content, stomatal conductance with the pods per plant, 1000 seeds weight, seed and oil yields showed that, these traits can indicate drought effects on spring oilseed rape. Also the existence of significantly positive correlations among the pods per plant and 1000 seeds weight with seed and oil yields, showed that, drought reduced yields via decreasing these components. All of studied genotypes indicated similar performance under non-stressed condition. But under drought conditions, RGS003 indicated higher seed and oil yields.

**Keywords:** Leaf Temperature, Oil Yield, Relative Water Content, Stomatal Conductance, Water Deficit

### مقدمه

ژنوتیپ‌های کلزا برای تحمل به خشکی در مهاباد آذربایجان غربی حاکی از آن است که بین ژنوتیپ‌ها تنوع معنی‌داری برای تحمل به خشکی وجود داشته و آنها در دو گروه متحمل و حساس گروه‌بندی می‌شوند. این امر نشان دهنده پتانسیل موجود برای اصلاح کلزا جهت توسعه کشت در مناطق مواجه با خشکی است (خلیلی و همکاران ۲۰۱۲). با توسعه کمبود آب روزنه‌های برگ به صورت

کمبود آب در کلزا با کاهش پتانسیل آب برگ، باعث افت تورم سلولی، هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز شده و در نهایت رشد و تولید محصول دچار آسیب می‌گردد (کومار و سینک ۱۹۹۸). ارزیابی رشد و عملکرد کلزا، گندم، جو و نخود در خاک شور همراه با اثرات تنش خشکی نشان داده است که کلزا و جو از کارایی عملکرد بالاتری برخوردار بودند (گروال ۲۰۱۰). نتایج ارزیابی

فزاینده‌ای بسته شده، تعرق کاهش یافته و دمای تاج پوششش برگی افزایش می‌یابد (رائو و مندهام ۱۹۹۱). همبستگی معنی‌داری بین تنظیم اسمزی و هدایت روزنه و نیز دمای تاج پوششش برگ در کلزا گزارش شده است (کومار و سینک ۱۹۹۸). خنک شدن تعرقی (تفاوت دمای تاج پوششش برگی و هوا) می‌تواند شاخص مناسبی برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی کلزا در شرایط فزاینده کمبود آب خاک باشد (سینک و همکاران ۱۹۸۵). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و هدایت روزنه در کلزا گزارش شده است (کومار و سینک ۱۹۹۸). چنانچه مقدار نسبی آب برگ (RWC) 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 جذب آب و مقدار نسبی آب برگ در کلزا، در طی تنش خشکی، با کاهش جذب آب، مقدار نسبی آب برگ کاهش می‌یابد (پاسبان اسلام و همکاران ۲۰۰۰). به نظر می‌رسد مقدار نسبی آب برگ بتواند شاخص مناسبی برای پیش بینی حفظ آب توسط گیاه با وجود شرایط فزاینده کمبود آب خاک باشد.

زمان بروز تنش خشکی و شدت آن بر بسیاری از صفات زراعی کلزا همچون تعداد دانه در خورجین، وزن دانه‌ها، تعداد و طول خورجین‌ها موثر بوده و موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود (شیخ و همکاران ۲۰۰۶). به‌طور معمول در شرایط خشکی آخر فصل ارقامی از کلزا که عملکرد دانه بالاتری داشتند، دارای ساقه بلندتری هم بودند (میری و همکاران ۲۰۰۸). کلزاهای با ارتفاع بوته بیشتر با داشتن برگ بیشتر در طول ساقه و در نتیجه سطح فتوسنتز کننده بالاتر عملکرد بیشتری نشان دادند (شیخ و همکاران ۲۰۰۶). در کلزا کاهش مقدار آب در مرحله گل‌دهی موجب کاهش تعداد خورجین‌ها در بوته می‌گردد ولی تنش پس از مرحله گل‌دهی، کاهش معنی‌دار تعداد دانه در خورجین را سبب می‌شود. آبیاری تکمیلی در کلزا با طولانی‌تر کردن دوره گل‌دهی، تعداد خورجین‌های بوته و تعداد دانه در خورجین را افزایش می‌دهد (قلی‌پور و همکاران ۲۰۰۵).

کمبود آب در مراحل رشد رویشی، گل‌دهی و پرشدن دانه کلزا، شاخص برداشت را به‌طور معنی‌داری کاهش داد در حالی که تأمین آب کافی به‌ویژه در مراحل گل‌دهی و توسعه خورجین‌ها، باعث افزایش تعداد دانه در خورجین گردید (جنسن و همکاران ۱۹۹۶). گزارش شده که در شرایط تنش کم آبی اعمال شده در مرحله ساقه‌دهی در میان اجزای عملکرد دانه، سهم تأثیر پذیری تعداد دانه در خورجین بیشتر از دیگر اجزای عملکرد بود (دانشمند و همکاران ۲۰۰۶). نتایج حاصل از یک مطالعه روی ژنوتیپ‌های پاییزه کلزا نشان داد که تنش خشکی آخر فصل از بین اجزای عملکرد دانه با کاهش تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه را کاهش داد (پاسبان اسلام ۲۰۰۹). نتایج حاصل از ارزیابی ژنوتیپ‌های متعلق به گونه‌های *Brassica napus* L. و *B. juncea* L. در شرایط گرم و خشک نشان داد که رابطه بین عملکرد دانه با تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته و با وزن هزار دانه مثبت و معنی‌دار بود (گاناسکرا و همکاران ۲۰۰۶). به نظر نمی‌رسد خشکی تأثیر عمده‌ای بر کیفیت دانه داشته باشد ولی در یک آزمایش تنش در مرحله گل‌دهی مقدار روغن را کاهش داد (مندهام و سالیسبری ۱۹۹۵). همچنین تنش خشکی در اواخر فصل رشد، موجب کاهش درصد روغن دانه‌ها در کلزا شده است (سیناکی و همکاران ۲۰۰۷). نتایج حاصل از بررسی دو رقم کلزای بهاره در منطقه گنبد نشان داد در شرایط محدودیت آب طی مرحله زایشی، بین دمای هوا و عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد (فرجی و همکاران ۲۰۰۹). اهداف آزمایش ارزیابی اثرات تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و درصد روغن دانه و شناسایی ژنوتیپ‌های بهاره کلزای متحمل به خشکی آخر فصل با پایداری عملکرد بالاتر در شرایط محدودیت آب بودند.

#### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی (ایستگاه

خسروشاه) با مشخصات جغرافیایی ۶۶ درجه و ۲ دقیقه شرقی، ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی طی سال ۱۳۹۴ به صورت بهاره اجرا گردید. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار پیاده شد. عوامل مورد آزمون شامل تنش خشکی به عنوان فاکتور اصلی با سه سطح: بدون تنش، تنش از زمان گل‌دهی تا رسیدگی، تنش از زمان خورجین‌دهی تا رسیدگی فاکتور فرعی ژنوتیپ در پنج سطح شامل: RGS003، ظفر، ساری گل، زرفام و دلگان بودند. مرحله گل‌دهی زمانی بود که ۵۰ درصد گل‌های شاخه اصلی گل‌آذین شکفته باشند و مرحله خورجین‌دهی زمانی بود که در طول شاخه اصلی گل‌آذین ۵۰ درصد خورجین‌ها تشکیل شده باشند.

فاصله خطوط کاشت در ۲۴ سانتی‌متر تنظیم گردید. میزان بذر ۸ کیلوگرم در هکتار به کار رفته و در نهایت تراکم ۷۵ بوته در هکتار تثبیت شد. هر کرت شامل شش ردیف به طول ۵ متر بود. برای جلوگیری از نشست آب بین کرت‌های اصلی و بین تکرارها سه متر فاصله داده شد. کاشت در ۱۵ فروردین ماه انجام گرفت. کوددهی مزرعه با استفاده از کود نیتروژن دار اوره به مقدار ۱۴۳ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله قبل کاشت و غنچه‌دهی، سولفات پتاسیم به مقدار ۲۴ کیلوگرم در هکتار به صورت  $K_2O$  و سوپر فسفات تریپل به مقدار ۲۱ کیلوگرم در هکتار به صورت  $P_2O_5$  قبل از کاشت صورت گرفت. در اواسط مرحله گل‌دهی با استفاده از سم پیریمیکارب (Pirimicarb) به نسبت یک در هزار برعلیه آفت شته مومی کلم مبارزه شد.

میزان تنش خشکی با استفاده از تشک تبخیر تنظیم گردید. در دوره اعمال تنش برای سطوح بدون تنش، آبیاری در زمان ۸۰ میلی‌متر تبخیر و برای تیمارهای تنش، آبیاری در زمان ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشک تبخیر کلاس A انجام گرفت.

برای تعیین مقدار نسبی آب برگ (RWC) از هر نمونه برگ برداشت شده ۳ دیسک به قطر ۲۰ میلی‌متر جدا گردیده و بلافاصله وزن شدند (وزن تر)، سپس

نمونه‌ها به مدت ۴ ساعت در آب مقطر دوبار تقطیر با دمای حدود ۵ درجه سانتی‌گراد و نور اندک غوطه‌ور شده و پس از گرفتن آب روی آنها با کاغذ صافی، وزن شدند (وزن تورم کامل) در ادامه نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و وزن شدند (وزن خشک). در نهایت مقدار نسبی آب برگ از رابطه: وزن خشک - وزن تورم کامل / وزن خشک - وزن تر  $RWC =$  محاسبه گردید. دمای برگ با استفاده از دماسنج مادون قرمز مدل T2-825 ساخت کارخانه تستو (Testo) ایتالیا اندازه‌گیری گردید. هدایت روزنه‌های برگ نیز با استفاده از دستگاه پورومتر پخشی مدل AP4 ساخت انگلستان اندازه‌گیری شد (کومار و سینگ، ۱۹۹۸). شاخص‌های فیزیولوژیک مذکور در طول دوره تنش روی جوان‌ترین برگ‌های بالغ اندازه‌گیری شده و میانگین آنها به کار رفت (پاسبان اسلام و همکاران ۲۰۰۰). برای تعیین ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین در هر کرت آزمایشی تعداد ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. سایر اجزای عملکرد نیز روی همین بوته‌ها تعیین شدند. در نهایت به هنگام رسیدن محصول پس از حذف دو ردیف کناری و نیم متر از دو انتهای هر کرت به عنوان حاشیه، تمامی کرت‌ها برداشت و عملکرد دانه تعیین گردید. برداشت محصول در ۲۰ تیر ماه صورت گرفت. درصد روغن دانه‌ها با استفاده از دستگاه NMR مدل HA ۲۵-۱۸-۲۰ ساخت کارخانه بروکر کشور کانادا در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تعیین گردید.

در نهایت داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای آماری MSTATC و SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

### نتایج و بحث

اثر تنش خشکی روی دمای برگ، مقدار آب نسبی برگ، هدایت روزنه، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار

دانه، عملکرد دانه و روغن معنی‌دار شد (جدول ۱). بروز خشکی از هر دو مرحله گل‌دهی و خورجین‌دهی باعث افزایش معنی‌دار میانگین دمای برگ و کاهش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه (جدول ۲)، مقدار آب نسبی برگ، هدایت روزنه، عملکرد دانه و روغن (جدول ۴) گردید. با توجه به نتایج مندرج در جدول ۳ دیده می‌شود که بروز تنش خشکی از مرحله گل‌دهی، باعث افت بیشتر مقدار آب نسبی برگ، هدایت روزنه، عملکرد دانه و روغن گردید. بنابراین چنین استنباط می‌گردد که اثرات منفی خشکی روی جنبه‌های فیزیولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی و محصول‌دهی کلزای بهاره در مرحله گل‌دهی شدیدتر از دوره پرشدن خورجین‌ها باشد. البته مرحله پرشدن خورجین‌ها نیز از نظر تحمل به خشکی، حساس دیده شد. نشان داده شده است که زمان بروز تنش خشکی و شدت آن بر بسیاری از صفات زراعی کلزا همچون تعداد دانه در خورجین، وزن دانه‌ها، تعداد و طول خورجین‌ها موثر بوده و موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود (سیناکی و همکاران ۲۰۰۶). نشان داده شده است کمبود آب در مراحل رشد رویشی، گل‌دهی و پرشدن دانه کلزا، شاخص برداشت را به‌طور معنی‌داری کاهش داد در حالی که تأمین آب کافی به‌ویژه در مراحل گل‌دهی و توسعه خورجین‌ها، باعث افزایش تعداد دانه در خورجین گردید (جنسن و همکاران ۱۹۹۶). به‌طور معمول شرایط خشکی آخر فصل ارقامی از کلزا که عملکرد دانه زیادتر داشتند، دارای ساقه بلندتری هم بودند (میری و همکاران ۲۰۰۸). نتایج بررسی ژنوتیپ‌های کلزا در منطقه گنبد نشان داد بین تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (فرجی و همکاران ۲۰۰۹). در گیاهان کلزا تعداد خورجین در بوته اثر معنی‌داری روی عملکرد دانه دارد. این ویژگی توسط بقای شاخه‌ها، غنچه‌ها، گل‌ها و خورجین‌های جوان پشتیبانی می‌شود (دپینبروک ۲۰۰۰).

اثرات معنی‌دار تنش خشکی روی صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه (جدول ۱) و همچنین همبستگی منفی و معنی‌دار دمای برگ و مثبت و معنی‌دار مقدار آب نسبی برگ و هدایت روزنه با تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن (جدول ۵) نشان دادند که این صفات قادر به بازتاب اثرات خشکی روی ژنوتیپ‌های کلزای بهاره می‌باشند. وجود همبستگی معنی‌دار بین تنظیم اسمزی و هدایت روزنه و نیز دمای تاج پوشش برگی در کلزا گزارش شده است (کومار و سینک ۱۹۹۸).

از بین اجزای عملکرد دانه اثر تنش روی تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین همبستگی تعداد خورجین در بوته با وزن

هزار دانه و هر دو با عملکرد دانه و روغن مثبت و معنی‌دار شدند (جدول ۵). بنابراین به‌نظر می‌رسد اثر خشکی رخ داده از مراحل گل‌دهی و پرشدن دانه روی عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه بوده باشد. همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد روغن با عملکرد دانه و درصد روغن دانه نشان دهنده نقش تعیین‌کننده هر دو صفت در تولید روغن بود (جدول ۵). زمان بروز تنش خشکی و شدت آن بر بسیاری از صفات زراعی کلزا همچون تعداد دانه در خورجین، وزن دانه‌ها، تعداد و طول خورجین‌ها موثر بوده و موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود (سیناکی و همکاران ۲۰۰۶). نشان داده شده است کمبود آب در مراحل رشد رویشی، گل‌دهی و پرشدن دانه کلزا، شاخص برداشت را به‌طور معنی‌داری کاهش داد در حالی که تأمین آب کافی به‌ویژه در مراحل گل‌دهی و توسعه خورجین‌ها، باعث افزایش تعداد دانه در خورجین گردید (جنسن و همکاران ۱۹۹۶). به‌طور معمول شرایط خشکی آخر فصل ارقامی از کلزا که عملکرد دانه زیادتر داشتند، دارای ساقه بلندتری هم بودند (میری و همکاران ۲۰۰۸). نتایج بررسی ژنوتیپ‌های کلزا در منطقه گنبد نشان داد بین تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (فرجی و همکاران ۲۰۰۹). در گیاهان کلزا تعداد خورجین در بوته اثر معنی‌داری روی عملکرد دانه دارد. این ویژگی توسط بقای شاخه‌ها، غنچه‌ها، گل‌ها و خورجین‌های جوان پشتیبانی می‌شود (دپینبروک ۲۰۰۰).

بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ظفر، ساری گل و زرفام با قرار گرفتن در یک گروه آماری بالاترین ارتفاع بوته را داشتند (جدول ۳). گزارش شده است کلزاهای با ارتفاع بوته بیشتر با داشتن برگ زیادتر در طول ساقه و در نتیجه سطح فتوسنتز کننده بالاتر، عملکرد بیشتری داشتند (سیناکی و همکاران ۲۰۰۶). زرفام، دلگان و RGS003 از وزن هزار دانه زیادتری در مقایسه با

ظفر و ساری گل برخوردار بودند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی با ژنوتیپ روشن ساخت که در شرایط بدون تنش همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از مقدار آب نسبی برگ، هدایت روزنه، عملکرد دانه و روغن مشابهی برخوردار بودند. در شرایط بروز خشکی از مرحله گل‌دهی بیشترین عملکرد دانه و روغن به ترتیب به RGS003 و زرفام تعلق داشت. ولی در صورت وقوع خشکی از مرحله خورجین‌دهی، بالاترین عملکردها به RGS003 تعلق داشت و سایر ژنوتیپ‌ها به غیر از عملکرد دانه ساری گل، در گروه مشابهی قرار داشتند. ساری گل از عملکرد دانه کمتر ولی درصد روغن دانه بیشتر و در نتیجه

عملکرد روغن مشابه سایر ارقام برخوردار بود (جدول ۴). نتایج تحقیقات روی ارقام بهاره در کرج نشان داد که در کشت‌های به‌هنگام ژنوتیپ‌های RGS003، ظفر، ساری گل و طلایه عملکرد دانه بالایی داشتند (رودی و شیرانی راد ۲۰۱۴). نتایج حاصل از ارزیابی ژنوتیپ‌های متعلق به گونه‌های *B. napus* L. و *B. juncea* L. در شرایط گرم و خشک نشان داد که رابطه بین عملکرد دانه با تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته و با وزن هزار دانه مثبت و معنی‌دار بود (گاناسکرا و همکاران ۲۰۰۶).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برای صفات مختلف در ژنوتیپ‌های بهاره کلزا

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	دمای برگ	مقدار نسبی آب برگ	هدایت روزنه	ارتفاع بوته	تعداد خورجین در بوته
تکرار	۲	۴/۸۲۲	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۷	۶۸/۸۸۹	۸۰/۰۰۰
تنش خشکی	۲	۱۱۸/۴۲۲**	۰/۰۸۳**	۰/۰۳۳**	۲/۲۲۲	۸۳۱/۶۶۷**
خطای صلی	۴	۵/۸۲۲	۰/۰۰۱	۵/۰۰۱	۵۴/۷۲۲	۲۱/۶۶۷
ژنوتیپ	۴	۰/۷۴۴	۰/۰۰۸**	۰/۰۰۶**	۲۶۰/۲۷۸**	۴۶/۳۸۹
تنش خشکی × ژنوتیپ	۸	۲/۴۷۸	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۱**	۱۱/۹۴۴	۳۷/۲۲۲
خطای فرعی	۲۴	۱/۶۰۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲	۳۰/۹۷۲	۴۵/۲۷۸
ضریب تغییرات (%)		۵/۰۶	۱/۳۴	۱/۸۶	۶/۹۲	۱۲/۸۶

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ادامه جدول ۱

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۳۲/۵۹۸	۰/۰۱۲	۳۲۷۹۳/۰۸۹	۱/۷۸۴	۶۴۲۰/۴۴۶
تنش خشکی	۲	۲۵/۰۶۸	۱/۱۲۳**	۸۷۲۲۰۹/۶۲۲**	۷/۲۵۴	۱۶۲۰۷۲/۵۰۱**
خطای صلی	۴	۵/۷۴۸	۰/۰۰۴	۷۰۵۳/۶۸۹	۳/۷۴۸	۱۰۷۰/۰۱۴
ژنوتیپ	۴	۲/۴۴۳	۰/۲۷۹**	۶۷۹۸۲/۵۸۹**	۱/۶۷۶	۱۲۶۷۵/۲۲۲**
تنش خشکی × ژنوتیپ	۸	۳/۶۲۱	۰/۰۶۰	۳۳۰۴۲/۳۷۲**	۱/۱۳۱	۸۵۳۵/۵۲۶**
خطای فرعی	۲۴	۷/۳۳۷	۰/۰۳۵	۵۲۹۴/۸۷۸	۱/۳۷۵	۱۱۴۵/۴۲۱
ضریب تغییرات (%)		۱۰/۸۰	۶/۵۶	۸/۹۱	۲/۸۸	۱۰/۱۲

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

**نتیجه‌گیری کلی**

وقوع تنش خشکی از هر دو مرحله گل‌دهی و خورجین‌دهی باعث افزایش معنی‌دار دمای برگ و کاهش معنی‌دار مقدار آب نسبی برگ، هدایت روزنه، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن گردید. ولی خشکی واقع شده از مرحله گل‌دهی، باعث افت بیشتر مقادیر این صفات شد. بنابراین اثرات منفی خشکی روی جنبه‌های فیزیولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی و محصول‌دهی کلزای بهاره در مرحله گل‌دهی شدیدتر دیده شد. به‌طور کلی در صورت محدودیت منابع آب، آبیاری در مرحله گل‌دهی دارای اولویت بیشتری خواهد بود. همچنین صفات دمای برگ، مقدار آب نسبی

برگ و هدایت روزنه از کارایی قابل قبولی در بازتاب اثرات خشکی روی ژنوتیپ‌های بهاره کلزا برخوردار بودند. اثرات منفی خشکی رخ داده از مراحل گل‌دهی و خورجین‌دهی روی عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه بود. همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد روغن با عملکرد دانه و درصد روغن دانه، نشان دهنده نقش تعیین کننده هر دو صفت در تولید روغن می‌باشد. نتایج آزمایش حاکی از آن است که در شرایط بدون تنش، همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه عملکردهای قابل قبولی داشتند ولی در شرایط کمبود آب، RGS003 در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها با کسب عملکرد دانه و روغن به مراتب بالاتر، در هر دو شرایط آبی از پایداری عملکرد نسبتاً بیشتری برخوردار بود.

**جدول ۲- میانگین صفات مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های بهاره کلزا در سطوح مختلف تنش خشکی**

سطوح تنش خشکی	دمای برگ (درجه سانتی‌گراد)	تعداد خورجین در بوته	وزن هزار دانه (گرم)
بدون تنش	۲۱/۷b	۶۰/۶ a	۲/۲ a
تنش از مرحله گل‌دهی	۲۶/۶a	۴۶/۳ b	۲/۷b
تنش از مرحله خورجین‌دهی	۲۶/۶ a	۵۰/۰b	۲/۷ b

حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

**جدول ۳- میانگین صفات مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های بهاره کلزا**

ژنوتیپ	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)
RGS003	۷۴/۴c	۲/۸ bc
ظفر	۸۵/۰ a	۲/۷c
ساری گل	۸۲/۲a	۲/۷c
زرقام	۸۵/۶ a	۳/۱ a
دلگان	۷۵/۰bc	۲/۹ ab

حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

جدول ۴- میانگین صفات مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های بهاره کلزا در سطوح مختلف تنش خشکی

سطح تنش	ژنوتیپ	مقدار نسبی آب برگ	هدایت روزنه (cm.s <sup>-1</sup> )	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
بدون تنش	RGS003	۰/۸۱a	۰/۷a	۱۱۲۰a	۴۶۶a
	ظفر	۰/۷۹a	۰/۶۷ a-c	۱۰۵۱ a	۴۳۰a
	ساری گل	۰/۷۸ ab	۰/۶۵b-d	۱۱۰۲ a	۴۵۴a
	زرغام	۰/۷۸ ab	۰/۷۰ ab	۱۰۶۹ a	۴۴۹a
	دلگان	۰/۷۹ a	۰/۶۷ a-c	۱۰۷۸ a	۴۵۲a
تنش از مرحله گل‌دهی	RGS003	۰/۷۱bc	۰/۶۳c-f	۷۶۴bc	۳۱۲b
	ظفر	۰/۵۹d	۰/۵۸d fg	۵۸۸c-e	۲۳۴b-d
	ساری گل	۰/۶۱d	۰/۵۵g	۵۷۹de	۲۳۸b-d
	زرغام	۰/۷۰bc	۰/۶۰d-g	۷۴۵b-d	۳۰۲bc
	دلگان	۰/۶۱ d	۰/۵۹e-g	۴۰۲f	۱۵۷ d
تنش از مرحله خورجین‌دهی	RGS003	۰/۷۳a-c	۰/۶۵b-d	۹۵۴a	۳۹۶a
	ظفر	۰/۶۹c	۰/۶۵b-e	۷۷۸b	۳۱۶b
	ساری گل	۰/۶۵cd	۰/۶۰d-g	۵۳۳ef	۲۱۷cd
	زرغام	۰/۷۱bc	۰/۶۳c-f	۷۴۵b-d	۳۰۰bc
	دلگان	۰/۶۹c	۰/۶۲c-f	۷۴۱b-d	۲۹۵bc

حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های بهاره کلزا

صفات	عملکرد روغن (۱۰)	درصد روغن دانه (۹)	عملکرد دانه (۸)	وزن هزار دانه (۷)	تعداد خورجین در بوته (۶)	تعداد خورجین در بوته (۵)	ارتفاع بوته (۴)	هدایت روزنه (۳)	مقدار نسبی آب برگ (۲)	دمای برگ (۱)
(۲)	۰/۸۲**									۰/۸۲**
(۳)	۰/۹۱**	۰/۹۱**								۰/۷۱**
(۴)	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۱۵							۰/۱۰
(۵)	۰/۷۹**	۰/۷۴**	۰/۷۴**	۰/۱۷						۰/۷۹**
(۶)	۰/۴۷	۰/۲۱	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۴۷					۰/۱۳
(۷)	۰/۲۷	۰/۷۲**	۰/۱۰	۰/۷۲**	۰/۲۷					۰/۷۶**
(۸)	۰/۷۰**	۰/۲۶	۰/۷۱**	۰/۲۶	۰/۷۱**	۰/۱۲				۰/۸۷**
(۹)	۰/۸۰**	۰/۵۶**	۰/۶۲*	۰/۲۴	۰/۶۲*	۰/۱۰				۰/۶۸**
(۱۰)	۰/۸۲**	۰/۹۹**	۰/۷۰**	۰/۲۶	۰/۷۱**	۰/۱۲				۰/۸۷**

\*، \*\*، \*\*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

#### منابع مورد استفاده

Daneshmand A, Shirani Rad AH, 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, No. 3. p. 19.



- Diepenbrock W, 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field Crops Research*, 67: 35-49.
- Faraji A, 2013. The role of analysis components to determine seed yield of canola (*Brassica napus* L.) in Gonbad area. *Journal of Plant Production*, 20: 217-233. (In Persian).
- 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. *Agriculture Water Management*, 96: 132-140.
- Golypour A, Latifi N, Ghassemiegoalzani K, Alyari H and Moghaddam M, 2005. Comparison of growth and seed yield of oilseed rape cultivars in rainfed condition of Ghorgan. *Agricultural Science and Natural Resources*, 11: 5-14. (In Persian).
- Grewal HS, 2010. Water uptake, water use efficiency, plant growth and ionic balance of wheat, barley, canola and chickpea plants on asodic vertosol with variable subsoil NaCl salinity. *Agriculture Water Management*, 97: 148-156.
- Gunasekera CP, Martin LD, Siddique KH M and Walton GH, 2006. Genotype by environment interactions of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and canola (*B. napus* L.) in Mediterranean-type environments 1. Crop growth and seed yield. *European Journal of Agronomy*, 25: 1-12.
- Jensen CR, Mogensen VO, Mortensen G, Fieldsend JK, Milford GFJ, Andersen MN and Thage JH, 1996. Glucosinolate, oil and protein contents of field -grown rape affected by soil drying, and evaporative demands. *Field Crops Research*, 47: 93-105.
- Khalili M, Naghavi MR, Pour Aboughadareh A and Talebzadeh SJ, 2012. Evaluating of drought stress tolerance based on selection indices in spring canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Journal of Agriculture Science*, 4(11): 78-85.
- Kumar A and Singh DP, 1998. Use of physiological indices as screening technique for drought tolerance in oil seed *Brassica* species. *Annual of Botany*, 81: 413-420.
- Mendham NJ and Salisbury PA, 1995. Physiology: Crop development, growth & yield. In: Kimber, D. and Mc Gregor DI (eds). *Brassica oil seeds*. CAB International. London. Pp: 11-67.
- Miri HR, Emam Y and Mohammadi NM, 2008. Evaluation of some of seed yield related physiological traits. *Agriculture Science*, 17: 101-117. (In Persian).
- Pasban Eslam B., Shakiba MR, Neyshabouri MR, Moghaddam M and Ahmadi MR, 2000. Evaluation of physiological indices as screening technique for drought resistance in oilseed rape. *Proceeding Pakistan Academic Science Journal*, 37: 143-152.
- Rao MSS, Mendham NJ, 1991. Soil-plant-water relation of oilseed rape (*Brassica napus* and *B. campestris*). *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 117: 197-205.
- Roudi D and Shirani Rad AH, 2014. Introduction of cold tolerant spring oilseed rape cultivars in late cultivation. *Seed and Plant Improvement Institute*. Karaj. Pp. 14-15. (In Persian).
- Sheikh F, Toorchee M, Valizadeh M, Sakiba MR and Pasban Eslam B, 2006. Evaluation of drought tolerance in spring oilseed rape (*Brassica sp.*). *Agricultural Science*, 15: 163-174. (In Persian).
- Sinaki JM, Majidi E, Shirani Rad AH, Noormohammadi G and Zarei G, 2007. The effects of water deficit during growth stage of canola (*Brassica napus* L.). *American Journal of Agriculture Environmental Science*, 2: 417-422.
- Singh DP, Singh P, Kumar A, Sharma HC, 1985. Transpirational cooling as a screening technique for drought tolerance in oilseed brassicas. *Annual Botany*, 56: 815-820.