

Effect of Irrigation Cut-off on Quality Characteristics and Grain Yield of Rapeseed Genotypes under Zinc Application Conditions

Ashkan Ashkiani¹, Saeed Sayfzadeh^{2*}, Amir Hossein Shiranirad³, Seyed Ali Reza Valadabady²,
Esmail Hadidi Masouleh²

Received: 01 January 2021 Accepted: 02 June 2021

1- Agronomy Dept. Faculty of Agriculture, Azad Islamic University of Takestan, Iran.

2- Agronomy Dept. Faculty of Agriculture, Azad Islamic University of Takestan, Iran.

3- Seed and Plant Improvement Institute, AREEO, Karaj, Iran.

*Corresponding Author Email: saeedsayfzade@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: This study was conducted to evaluate some qualitative traits (fatty acids, canopy temperature and stomatal resistance) of new rapeseed genotypes in response to irrigation cut-off and zinc application in Karaj.

Materials and Methods: This experiment was performed as a factorial split-plot in a randomized complete block design with three replications for two cropping years (2014-2015 and 2015-2016) in Karaj. In this study, irrigation at three levels including normal or controlled irrigation, cessation of irrigation from flowering stage onwards and cessation of irrigation from pod stage onwards, zinc in two levels including normal water (no zinc application), and foliar application with zinc 30 g.L⁻¹ zinc and rapeseed cultivars including Danob, HW113, KR2, L155, HL2012 were placed in sub-plots.

Results: The results of analysis of variance showed that the interaction effect of irrigation × genotype on 1000-seed weight, seed yield, seed oil percentage, stomata resistance, linoleic acid, linoleic acid, erotic acid was significant at the level of one percent. Also, the interaction effect of irrigation × on × genotype on grain yield, oleic acid, and linoleic acid at 1% level and canopy temperature, palmitic acid, and linoleic acid at 5% level were significant. Zinc reduced the adverse effects of dehydration stress on the tested genotypes so that under normal zinc application and irrigation conditions, L155 genotype with 6310 kg/ha grain yield and the highest percentage of oleic acid (67.3%). Besides, in terms of zinc application and irrigation interruption from the plowing stage onwards, HL2012 and L155 genotypes with grain yield of 5032 and 4826 kg.ha⁻¹, respectively, and the highest percentage of oleic acid (65.8% and 65.7%, respectively) produced. Also, in case of cessation of irrigation from flowering stage onwards, HL2012 and L155 genotypes with 3679 and 3606 kg.ha⁻¹ grain yield, respectively, had the highest percentage of oleic acid (64.3% and 64.2%, respectively).

Conclusion: In general, the positive effect of zinc application on traits such as seed oil percentage (0.9 %) increased with increasing drought stress intensity and L155 genotype for all water conditions and HL2012 genotype for end-of-season drought stress conditions are recommended for planting in cold temperate regions with a semi-arid climate.

Keywords: Fatty Acids, Foliar Application, Irrigation Cut-Off, Oilseed, Planting Date

تأثیر قطع آبیاری بر خصوصیات کیفی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط کاربرد روی

اشکان اشکیانی^۱، سعید سیف‌زاده^۲، امیرحسین شیرانی راد^۳، سیدعلیرضا ولد آبادی^۲،
اسماعیل حدیدی ماسوله^۲

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۱۲

۱- دانشجوی دکترای زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، تاکستان، ایران

۲- عضو هیئت علمی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، تاکستان، ایران

۳- استاد پژوهش، موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: saeedsayfzade@yahoo.com

چکیده

اهداف: این پژوهش به منظور بررسی برخی صفات کیفی (اسیدهای چرب، دمای تاج پوشش برگ و مقاومت روزنه‌ای) ژنوتیپ‌های جدید کلزا در واکنش به قطع آبیاری و کاربرد روی، در کرج اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در کرج اجرا گردید. آبیاری در سه سطح آبیاری نرمال، عدم ادامه آبیاری از مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد و عدم ادامه آبیاری از مرحله میوه دهی تا پایان دوره رشد، روی در دو سطح عدم کاربرد و محلول پاشی به میزان ۳۰ گرم در لیتر و ژنوتیپ‌های کلزا شامل *Danob*, *HW113*, *KR2 L155*, *HL2012* در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثر متقابل آبیاری×ژنوتیپ بر وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن دانه، مقاومت روزنه ای، لینولئیک اسید، لینولنیک اسید، اروسیک اسید در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل آبیاری×روی×ژنوتیپ بر صفات عملکرد دانه، اولئیک اسید و لینولئیک اسید در سطح یک درصد و بر دمای تاج پوشش برگ، پالمیتیک اسید و لینولنیک اسید در سطح پنج درصد معنی دار شد. روی سبب کاهش تأثیر سوء تنش کم آبی بر ژنوتیپ‌های در صفات مورد بررسی (عملکرد دانه ۱۰٪، دمای تاج پوشش برگ ۳٪، پالمیتیک اسید ۴٪، اولئیک اسید ۵/۰٪، لینولئیک اسید ۲٪ و لینولنیک اسید ۴٪) گردید، به طوری که در شرایط کاربرد روی و آبیاری معمول، ژنوتیپ *L155* با عملکرد دانه ۶۳۱۰ کیلوگرم در هکتار و بیشترین درصد اولئیک اسید به میزان ۶۷/۳ درصد را به خود اختصاص داد. به علاوه در شرایط کاربرد روی و قطع آبیاری از مرحله میوه دهی به بعد، ژنوتیپ‌های *HL2012* و *L155* به ترتیب با عملکرد دانه ۵۰۳۲ و ۴۸۲۶ کیلوگرم در هکتار و بالاترین درصد اولئیک اسید به ترتیب ۸/۶۵ و ۷/۶۵ درصد را تولید نمودند. همچنین در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، ژنوتیپ‌های *HL2012* و *L155* به ترتیب با عملکرد دانه ۳۶۷۹ و ۳۶۰۶ کیلوگرم در هکتار، بالاترین درصد اولئیک اسید به ترتیب ۳/۶۴ و ۲/۶۴ درصد را به خود اختصاص دادند.

نتیجه گیری کلی: به طور کلی تأثیر مثبت کاربرد روی بر صفاتی نظیر درصد روغن دانه (۰/۹ درصد) با افزایش شدت تنش خشکی بیشتر شد، بخش بزرگی از تغییرات ایجاد شده با تغییرات شرایط محیطی حادث شده در مرحله رشد زایشی به خصوص در دوره پرشدن دانه مرتبط بود. با قرار گرفتن گیاه در معرض تنش خشکی شدید، میزان روغن دانه روند کاهشی از خود نشان داد و ژنوتیپ *L155* برای کلیه شرایط آبی و ژنوتیپ *HL2012* برای شرایط تنش خشکی آخر فصل جهت کاشت در مناطق معتدل سرد با اقلیم نیمه خشک قابل توصیه می باشند.

واژه های کلیدی: اسیدهای چرب، تنش خشکی، تاریخ کاشت، دانه روغنی، محلول پاشی

مقدمه

کلزا یکی از مهم ترین دانه های روغنی بوده و از نظر سطح زیر کشت مقام دوم بعد از سویا و از لحاظ تولید روغن قابل استفاده در سومین رتبه قرار دارد. خصوصیات گیاه مذکور به طور ویژه از نظر هماهنگی و توانایی سازگاری با آب و هوای مختلف، باعث شده تا در مملکت ما به این گیاه با شرایط متمایزی پرداخته شود. در سالهای اخیر توسعه سطح زیر کشت کلزا از اهمیت ویژه ای برخوردار شده است. لذا در صورتی که امکان پذیر شود تا رقم های نو ظهوری را معرفی کرد تا در وضعیت کمبود آب قابل دسترس، عملکرد اقتصادی توجیه پذیری داشته و البته در تیمارهای متفاوت دسترس کم آبی اعمال شده، استقامت و قابلیت سازگاری و تولیدی بالاتری را از خود نشان دهند، میتوان به راحتی تا بیش از ۶۰ هزار هکتار به سطح زیر کشت کلزا در کشور اضافه نمود. تأثیر بسیار مثبت و حائز اهمیت عنصر روی بر غشاهای سلولی گیاه و نیز مقاوم نمودن گیاه چه در مقابله با بیماری ها مورد تأیید قرار گرفته است. در شرایط کم فراهمی عنصر روی، موردی که تولید آن در قسمت های هوایی گیاه مذکور دچار کاهش میشود، همان تولید ماده خشک است، و البته این اثر کاهشی مخصوصاً در ژنوتیپ های با حساسیت بالا، به علت صدمه دیدن فتواکسیداسیون به علت کمبود عنصر می باشد (امیدیان و همکاران ۲۰۱۲). از آنجایی که در ادامه این روند، فرایند آمیزش گلچه ها در فاز میوه دهی بسیار دچار آسیب می گردد و سپس شاهد کاهش تعداد کل دانه ها است، دو مرحله ی تولید دانه و همینطور

گلدھی در صورتی که فراهمی عنصر روی دچار نقص باشد، به میزان بسیار بالایی دچار آسیب میگردند (سیاوشی و همکاران ۲۰۰۴). بایبوردی و ملکوتی نیز نشان دادند که محلولپاشی عنصر روی دارای تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، درصد و میزان روغن در گیاه کلزا می باشد (بایبوردی و ملکوتی ۲۰۰۷). علما و همکاران (۲۰۱۲) عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه دو رقم کلزا تحت تأثیر کاربرد خاکی سطوح مختلف نیتروژن و روی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که سطوح نیتروژن و روی به طور معنی داری ارتفاع گیاه، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، روغن، کاه و کلش، ریشه و مقدار پروتئین را افزایش داد. بیشترین عملکرد دانه و درصد پروتئین با کاربرد سطح ۳۰۰ میلیگرم در کیلوگرم نیتروژن و ۱۰ میلیگرم در کیلوگرم روی به دست آمد. افزایش عملکرد دانه با افزایش تعداد خورجین در گیاه و تعداد دانه در خورجین رابطه داشت. افزایش مقدار گوگرد تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش درصد پروتئین دانه و کاهش درصد روغن دانه شد که ممکن است ناشی از وجود همبستگی منفی بین میزان روغن و پروتئین باشد (هاو و همکاران ۲۰۰۴).

از آنجایی که واکنش ارقام و ژنوتیپ های جدید کلزا به شدت های مختلف تنش کم آبی در شرایط مختلف تغذیه ای متفاوت است، بنابر این لازم است تأثیر عنصر روی بر جلوگیری از افت شدید کمیت و کیفیت ژنوتیپ های جدید کلزا در رژیم های مختلف رطوبتی مورد

میزان چهار سانتیمتر در نظر گرفته شد. دو خط کناری به عنوان حاشیه و ۴ خط مرکزی هر کرت و با در نظر گرفتن ۰/۵ متر حاشیه و مقدار ۱۰ سانتیمتر بر روی ردیف ۶ مرحله با فواصل زمانی حدوداً ۱۵ روز و از مرحله روزت با کف بر نمودن ۱۰ بوته به صورت تصادفی از هر کرت اقدام به نمونه برداری تخریبی جهت اندازه گیری صفات کمی و کیفی گردید. در میان تمامی بلوکها جهت جلوگیری از اختلاط تیمارها، فاصله ای هفت متری اعمال شد و برای هر بلوک نیز فاز آب و سر آب جدا در نظر گرفته شد. بین کرت های اصلی در هر بلوک ۲/۴ متر فاصله منظور گردید. کاشت در تاریخ ۱۵ مهر و با دست صورت پذیرفت. آبیاری بر اساس نیاز گیاه و با سیفون انجام شد. عملیات کاشت با دست انجام شد. استخراج روغن توسط دستگاه^۱ NMR صورت گرفت. سنجش دمای تاج پوشش برگی با دماسنج مادون قرمز با ۰/۹۹ ضریب گسیل صورت گرفت (عزیزی ۱۹۹۹). هم زمان با ثبت دمای تاج پوشش برگی، دمای هوا با استفاده از یک دماسنج معمولی اندازه گیری شد. از اختلاف میان دمای تاج پوشش برگی و هوا، ΔT محاسبه گردید (عزیزی ۱۹۹۹). روش ثبت دمای تاج پوشش برگی به این صورت بود که ابتدا در هر کرت چهار نقطه به طور تصادفی انتخاب و دمای پوشش گیاهی (در مرحله گلدهی از برگ های میانی) برای آنها ثبت گردید، سپس دمای میانگین برای هر کرت محاسبه شد. عدد حاصل از دمای لحظه ای هوا که به طور هم زمان با استفاده از دماسنج جیوه ای تعیین می گردید، کسر شد. حاصل این تفریق یک عدد منفی بود (ΔT) که به عنوان معیاری از وضعیت انرژی گرمایی و کارایی تعرق در کانوپی در تفسیر نتایج استفاده شد. اندازه گیری ها از مرحله گل دهی به بعد در هر نوبت نمونه برداری انجام گردید.

مقاومت روزنه ای با دستگاه پرومتر (در مرحله گلدهی) تعیین شد (پاسبان اسلام ۲۰۰۰). برای اندازه گیری و تعیین اسید های چرب موجود در داخل روغن

ارزیابی قرار گیرد. در این تحقیق با بررسی عکس العمل ژنوتیپ های زمستانه کلزا نسبت به عنصر روی و تنش کم آبی، متحمل ترین آن ها در شرایط مختلف آبیاری تعیین خواهد شد. لذا اهداف اجرای این تحقیق عبارتند از: (۱) ارزیابی واکنش ژنوتیپ های جدید کلزا به تنش خشکی از مرحله گلدهی و خورجین دهی از طریق ارزیابی تغییرات حاصله در اجزای تشکیل دهنده عملکرد دانه. (۲) بررسی نقش روی در افزایش تحمل به کم آبی در صفات فیزیولوژیکی کلزا. (۳) ارزیابی واکنش ژنوتیپ های جدید کلزا به تنش کم آبی آخر فصل در شرایط کاربرد روی.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر قطع آبیاری بر خصوصیات کیفی و عملکرد دانه ژنوتیپ های کلزا در شرایط کاربرد روی، آزمایشی به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در کرج در موسسه تحقیقاتی اصلاح و تهیه نهال و بذر صورت پذیرفت. بر طبق برآیند اطلاعات اداره کل هواشناسی استان، در بازه ای به مدت ۳۰ سال، میانگین بارش سالیانه این منطقه به میزان ۲۴۳ میلیمتر، و البته بیشتر در نیمه دوم فصل پاییز و نیمه اول فصل بهار گزارش شده است. در این تحقیق، قطع آبیاری در سه سطح شامل آبیاری شاهد یا معمولی، عدم ادامه آبیاری از گلدهی به بعد و نیز عدم ادامه آبیاری از مرحله میوه دهی به بعد، روی در دو سطح شامل آب معمول یا همان عدم کاربرد روی و محلول پاشی با روی به میزان ۳۰ گرم در لیتر سولفات روی (در مرحله ۴ الی ۶ برگی) و ژنوتیپ های کلزا شامل *Danob*, *HW113*, *KR2 L155*, *HL2012* در کرت های فرعی قرار گرفتند. بر اساس نتایج آزمون خاک کود دهی انجام شد، سپس کرت های آزمایش بصورت ۶ خط شش متری با فاصله ی بین خطی ۳۰ سانتیمتری و فاصله بین بوته ها روی خطوط کاشت به

سطح یک درصد دارای اثر معنی‌داری بر تعداد خورجین در بوته بود (جدول ۴-۱). تعداد خورجین در بوته به طور معنی‌داری تحت تأثیر سال‌های آزمایش قرار گرفت. بررسی نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد خورجین در بوته در آبیاری شاهد و کمترین آن در شرایط قطع آب از مرحله گلدهی به بعد مشاهده شد. به نظر می‌رسد بروز تنش طی مراحل گلدهی و میوه‌دهی باعث عدم تلقیح و تشکیل میوه و تا حدی افزایش درصد گل و خورجین سقط شده و ریزش خورجین‌ها گردیده است. کاهش شدیدتر تعداد خورجین تحت شرایط قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی احتمالاً نشان دهنده حساسیت بالاتر این دوره رشدی به شرایط تنش خشکی در مقایسه با مرحله گلدهی می‌باشد و بیانگر این مطلب است که هر چه شرایط نامساعد محیطی در مراحل انتهایی رشد ایجاد شود، جبران تلفات و اثر سوء تنش برای گیاه دشوارتر و اثر منفی تنش‌ها در گیاه بارزتر خواهد بود. چرا که با توجه فرا رسیدن پایان فصل رشد، گیاه زمان کافی برای تطبیق با شرایط ایجاد شده و بازسازی بهینه و جبران تلفات ناشی از شرایط نامساعد محیطی را ندارد. تحقیقات قوشچی و همکاران (۲۰۰۹) بیانگر آن است که قطع آبیاری از مرحله ساقه‌دهی به بعد موجب کاهش تعداد خورجین در گیاه و تعداد دانه در خورجین می‌شود.

همچنین نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که تیمار روی دارای اثر معنی‌داری در سطح یک درصد بر تعداد خورجین در بوته بود، پیشتر نیز گزارشاتی در مورد نقش بهبود دهنده عناصری همچون روی و سلنیم بر تعداد میوه در کدو (نعیمی و همکاران ۲۰۱۲) مکتوب گردیده بود.

در ادامه نتایج مقایسه میانگین‌ها و در بررسی اثرات متقابل آبیاری×روی×رقم به روش برش دهی، مشخص شد که بیشترین میانگین این صفت در شرایط کاربرد روی از رقم L155 با میانگین ۲۵۸/۷ در آبیاری شاهد و

دانه از متد کروماتوگرافی گازی بهره گرفته شد (دمیرچی ۲۰۰۵). برای اینکار پس از استخراج روغن دانه، ۰/۷۵-۰/۵ گرم روغن داخل بالن ۱۰۰ میلی لیتر ریخته شد و ۸ میلی لیتر هیدروکسید سدیم متانولی به همراه سنگ جوش به آن اضافه گردید. پس از اتصال میرد، محتوی بالن تا ناپدید شدن قطرات چربی در زیر میرد، جوشانیده شد. در طی مدت صابونی کردن، به مدت چند دقیقه نیتروژن از محلول عبور داده شد، سپس ۹ میلی لیتر محلول BF3 متانولی از بالای میرد به مایع جوشان افزوده شد و ۲ دقیقه دیگر جوشش ادامه یافت، سپس ۷ میلی لیتر هپتان از بالای میرد به مخلوط در حال جوشیدن، اضافه گردید. پس از یک دقیقه اجاق را خاموش تا دمای محتویات بالن به دمای اتاق رسید. سپس میرد را برداشته و مقداری محلول کلرید سدیم اشباع به آن اضافه شد و بالن چندین بار به صورت دورانی تکان داده شد. سپس مقدار بیشتری کلرید سدیم اشباع به آن افزوده شد تا سطح مایع به قسمت باریک بالای بالن رسید. حدود یک میلی لیتر از لایه بالایی به لوله آزمایش منتقل گردید و سولفات سدیم بدون آب اضافه تا آب باقی مانده حذف گردید. این محلول حاوی حدود ۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر استرهای متیل بود که مستقیماً به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد و اسیدهای چرب اندازه گیری شدند.

تجزیه واریانس این داده‌ها نیز بر اساس آزمایش فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها هم بر طبق آزمون دانکن پنج درصد با برنامه SAS^۲ اجرا شد.

نتایج و بحث

تعداد خورجین در بوته

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمار سال در سطح پنج درصد و تیمارهای آبیاری، روی و رقم و اثر متقابل آبیاری×رقم و آبیاری×روی×رقم در

تأثیر بگذارد. این اندازه تابعی از ژنوتیپ، شدت و مدت تنش، شرایط آب و هوایی و مراحل رشد و نمو می‌باشد (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹؛ سینکی و همکاران، ۲۰۰۷ و رابرتسون، ۲۰۰۴). تنش با کاهش فراهمی آسیمیلات منجر به کاهش عملکرد دانه از طریق افزایش سقط گل، بذر و میوه می‌گردد. مطابق نتایج به دست آمده از آزمایشات راهنما و بخشنده (۲۰۰۴) و تحقیقات سایر محققان طول دوره گلدهی ارتباط مثبت و معنی‌داری با تعداد خورجین در گیاه و تعداد دانه در خورجین دارد.

همچنین تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار روی دارای اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در خورجین بود، به طوری که مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در خورجین از اثر تیمار کاربرد روی مشاهده شد. ارقام نیز بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس دارای اثر معنی‌داری در سطح یک درصد بر تعداد دانه در خورجین بود در مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری×روی×رقم نتایج نشان داد که در شرایط کاربرد روی، رقم L155 با میانگین ۲۷/۰ در آبیاری نرمال بیشترین و رقم Danob، در شرایط قطع آب از مرحله گلدهی به بعد و عدم کاربرد روی با میانگین ۱۵/۱ کمترین تعداد دانه در خورجین مشاهده گردید (جدول ۴-۶). جنسن و همکاران (۱۹۹۶) با بررسی اثر تنش خشکی بر روی کلزا اظهار داشتند که کمبود آب باعث کاهش ماده خشک کل، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه و در نتیجه عملکرد دانه می‌شود. عدم آبیاری در مرحله گلدهی منجر به کاهش تعداد دانه در خورجین گردید و محلول پاشی در این مرحله تأثیر چندانی بر جبران کاهش این صفت نداشت (پاسبان اسلام و همکاران ۲۰۰۰).

وزن هزار دانه

جدول تجزیه واریانس گویای این بود که تیمارهای سال، آبیاری، روی و ژنوتیپ بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد اثر معنی‌داری داشت. همچنین در بین اثرات متقابل، اثر آبیاری×ژنوتیپ در سطح یک درصد

کمترین آن در شرایط عدم کاربرد روی از رقم Danob و در تیمار قطع آب از مرحله گلدهی با میانگین ۸۱/۶ بدست آمد (جدول ۴-۶). جنسن و همکاران (۱۹۹۶) با بررسی اثر تنش خشکی بر روی کلزا اظهار داشتند که کمبود آب باعث کاهش ماده خشک کل، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه و در نتیجه عملکرد دانه می‌شود. روی در مناطق مریستمی، به علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین در کلزا، باعث افزایش تعداد خورجین در بوته می‌شود (گودینگ و همکاران ۱۹۹۲).

تعداد دانه در خورجین

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمار سال، آبیاری، روی و رقم بر تعداد دانه در خورجین در سطح یک درصد اثر معنی‌داری داشت. همچنین در بین اثرات متقابل، اثر آبیاری×رقم در سطح یک درصد و اثر سه گانه آبیاری×روی×رقم در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین تعداد دانه در خورجین در سال دوم به دست آمد. در این بررسی نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین تعداد دانه در خورجین در آبیاری نرمال و کمترین آن در تیمار قطع آب از مرحله گلدهی به بعد مشاهده گردید. نتایج این آزمایش نشان داد که آبیاری مناسب باعث افزایش تعداد دانه در خورجین شد. بروز تنش کم‌آبی طی مراحل گلدهی منجر به کاهش تعداد دانه در خورجین گردید و شدت کاهش در شرایط اعمال تنش در مرحله گلدهی بیشتر بود. با این توضیحات مشخص می‌شود که بیشترین میزان صفت مذکور از شرایط آبیاری معمول و کمترین میزان آن هم از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی حاصل گردید. گزارش شده است که بروز تنش خشکی در مراحل غنچه‌دهی، گلدهی و خورجین‌دهی کلزا منجر به کاهش تعداد دانه در خورجین شده است (سینکی و همکاران، ۲۰۰۷؛ آل بارک، ۲۰۰۶ و ما و همکاران، ۲۰۰۶). محققین اعتقاد دارند که تنش رطوبتی می‌تواند بر مکانیسم‌های زیستی تعیین‌کننده عملکرد مثل گل و میوه، تعداد دانه و پر شدن دانه

مرحله گلدهی به بعد با میانگین ۲/۶ گرم مشاهده شد (جدول ۲). جنسن و همکاران (۱۹۹۶) با بررسی تأثیر تنش خشکی بر کلزا اعلام کردند کمبود آب موجب کاهش ماده خشک کل گیاه، کاهش تعداد غلاف در بوته، کاهش دانه در غلاف گیاه، کاهش وزن دانه و البته کاهش عملکرد دانه می‌شود.

معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری ژنوتیپ نتایج نشان داد در شرایط آبیاری مختلف تفاوت معنی داری بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت و ژنوتیپ *L155* با میانگین ۵/۱ گرم در آبیاری نرمال بیشترین وزن هزار دانه و کمترین آن در ژنوتیپ‌ها *KR2, HW113* و *Danob*، و در شرایط قطع آب از

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های کلزا تحت تأثیر روی و آبیاری در آزمایش دو ساله

میانگین مربعات

منابع تغییر	درجه آزادی	دانه در خورجین	خورجین در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن دانه	مقاومت روزنه ای	دمای کانوبی	پالمتیک اسید	اولئیک اسید	لینولئیک اسید	لینولنیک اسید	اروسیک اسید
سال	۱	۳۹۸/۱۲**	۷۱۳۵/۳*	۵/۷۰۸**	۲۶۷۷۵۲۹**	۷/۲۵۶*	۱۳/۶۸۰**	۳۰/۰۱**	۷/۵۹۰**	۳۱/۱۰**	۹/۰۸۶**	۹/۳۴۲۵ ^{ns}	-/۰.۶۲۱۲ ^{ns}
تکرار × سال	۴	۲/۰۰	۳۷۷/۱	-/۴۷۱	۹۸۷۳۹۷	-/۴۵۹	۲/۱۶۲	-/۲۸	-/۱۵۵	-/۷۶۲	۲/۷۳۷	۱/۹۲۰۹	-/۰.۱۰۱۸
آبیاری	۲	۹۴۱/۲۹**	۲۲۰۳/۰**	۵/۹۸۲**	۱۰۲۶۶۹۱**	۱۱/۱۴۱**	۴۴/۰۰۴**	۲۰/۱۲**	۳/۳۳۶**	۱/۴۶۲**	۱/۳۰۶**	۸۹/۲۸۳۴**	-/۰.۹۷۴۵۶**
سال × آبیاری	۲	۵/۷۰۷ ^{ns}	۲۸۴/۸ ^{ns}	۴/۶۷۸**	۱۵۲۲۲۷ ^{ns}	-/۱۸۱ ^{ns}	۱۸/۲۷۸*	-/۴۳۵ ^{ns}	-/۲۴۷ ^{ns}	۶/۲۵۸*	۱/۱۶۹**	-/۲۶۹۸ ^{ns}	-/۰.۰۸۳۶*
روی	۱	۴۵/۹۰**	۱۲۹۲/۶**	۲/۷۸۵**	۵۱۹۴۱۸۳**	۷/۰۴۰**	۳۶/۱۸۰**	۱۲/۴۲۹*	۱/۴۸۳**	۵/۵۹۰ ^{ns}	۶/۹۸۸*	۴/۶۸۷۷**	-/۰.۵۱۹۵**
سال × روی	۱	۰/۰۶ ^{ns}	۸۷ ^{ns}	-/۲۵۳ ^{ns}	۱۵۹۰ ^{ns}	-/۰۲۳ ^{ns}	-/۰۴۰ ^{ns}	-/۰۴۰ ^{ns}	-/۰۰۷ ^{ns}	-/۰۰۷ ^{ns}	-/۰۳۲۵ ^{ns}	-/۰۰۳۷ ^{ns}	-/۰.۰۰۰۳ ^{ns}
آبیاری × روی	۲	۰/۱۲ ^{ns}	۴۱۰/۲ ^{ns}	-/۰۲۱ ^{ns}	۲۴۲۸۰ ^{ns}	-/۰۷۴ ^{ns}	۴/۲۹۸ ^{ns}	-/۰۸۹ ^{ns}	-/۰۲۴ ^{ns}	-/۰۲۳ ^{ns}	-/۰۷۸ ^{ns}	-/۰۲۰۰ ^{ns}	-/۰.۰۰۰۳ ^{ns}
سال × آبیاری × روی	۲	۰/۰۹ ^{ns}	۵۸/۲ ^{ns}	-/۰۰۳ ^{ns}	۶۷۷ ^{ns}	-/۰۱۲ ^{ns}	-/۰۰۸ ^{ns}	-/۱۴۹ ^{ns}	-/۰۶۷ ^{ns}	-/۰۴۹ ^{ns}	-/۰۱۸ ^{ns}	-/۰۰۰۹ ^{ns}	-/۰.۰۰۰۷ ^{ns}
خطای اول	۲۰	۲/۵۳	۱۵۵/۱	-/۱۶۷	۳۵۶۲۰۱	-/۲۲۰	۳/۴۵۰	۱/۶۰۸	-/۱۵۱	۱/۴۹۷	-/۹۰۰	-/۱۲۹۳	-/۰.۰۰۲۱۲
ژنوتیپ	۴	۳۰/۳۱**	۶۰۸۰/۳**	۱/۵۶۰**	۳۰۸۷۸۸۱**	۴/۱۲۶**	۹۴/۸۸۱**	۷/۰۶۴**	۰/۹۶۸**	۴/۶۵۰**	۴/۲۶۸**	۲/۹۸۷۱**	-/۰.۳۳۸۱**
سال × ژنوتیپ	۴	۰/۲۹ ^{ns}	۶۲/۶ ^{ns}	-/۰۶۰ ^{ns}	۲۰۳۲۸ ^{ns}	-/۰۲۱ ^{ns}	۱/۹۰۳*	-/۰۳۴ ^{ns}	-/۰۳۹ ^{ns}	-/۱۲۶ ^{ns}	-/۲۷۷ ^{ns}	-/۰۱۸۶ ^{ns}	-/۰.۰۰۰۴۲ ^{ns}
آبیاری × ژنوتیپ	۸	۷/۸۱**	۲۰۳۴/۰**	-/۴۶۳**	۸۳۱۸۷۸**	۱/۰۲۲**	۲۹/۵۵۰**	۱/۶۹۵ ^{ns}	-/۲۵۴ ^{ns}	-/۹۳۴ ^{ns}	۱/۱۶۳**	-/۷۸۹۹**	-/۰.۰۰۸۵۶**
سال × آبیاری × ژنوتیپ	۸	۰/۰۶ ^{ns}	۲۷/۰ ^{ns}	-/۰۶۳ ^{ns}	۱۶۱۱۲ ^{ns}	-/۰۱۷ ^{ns}	۱/۲۳۳ ^{ns}	-/۰۴۰ ^{ns}	-/۰۶۱ ^{ns}	-/۰۷۱ ^{ns}	-/۰۸۵ ^{ns}	-/۰۱۰۵ ^{ns}	-/۰.۰۰۰۴۵ ^{ns}
روی × ژنوتیپ	۴	۰/۲۱ ^{ns}	۸۲/۱ ^{ns}	-/۰۰۵ ^{ns}	۲۶۹۵۰ ^{ns}	-/۰۰۴ ^{ns}	۱۱/۷۳۶**	-/۰۳۶ ^{ns}	-/۰۱۸ ^{ns}	-/۰۲۰ ^{ns}	-/۰۳۵ ^{ns}	-/۰۲۶۴ ^{ns}	-/۰.۰۰۰۳۱ ^{ns}
سال × روی × ژنوتیپ	۴	۰/۱۸ ^{ns}	۱۵/۹ ^{ns}	-/۰۰۹ ^{ns}	۱۵۱۲۱ ^{ns}	-/۰۳۴ ^{ns}	۱/۶۴۶ ^{ns}	-/۰۷۷ ^{ns}	-/۰۳۳ ^{ns}	-/۰۳۴ ^{ns}	-/۰۳۰ ^{ns}	-/۰۰۰۵ ^{ns}	-/۰.۰۰۰۱۸ ^{ns}
آبیاری × روی × ژنوتیپ	۸	۰/۳۰*	۱۱۹/۶**	-/۰۳۲ ^{ns}	۵۴۰۰۴**	-/۰۶۰ ^{ns}	۵/۱۷۵ ^{ns}	-/۱۵۸*	-/۰۲۷*	-/۰۷۸**	-/۰۸۱**	-/۰۴۸۰*	-/۰.۰۰۰۴۹ ^{ns}
سال × آبیاری × روی × ژنوتیپ	۸	۰/۰۵ ^{ns}	۱۶/۴ ^{ns}	-/۰۲۰ ^{ns}	۸۲۵۶ ^{ns}	-/۰۵۶ ^{ns}	۲/۳۶۴**	-/۰۴۳ ^{ns}	-/۰۰۵ ^{ns}	-/۰۱۲ ^{ns}	-/۰۰۶ ^{ns}	-/۰۰۰۹ ^{ns}	-/۰.۰۰۰۲۰ ^{ns}
خطای دوم	۹۶	۱/۷۲	۱۱۲/۱	-/۱۲۳	۲۷۹۶۴۱	-/۱۵۸	-/۶۹۸	۱/۲۱۱	-/۱۷۳	-/۵۸۰	-/۳۲۷	-/۰۷۵۳	-/۰.۰۰۰۹۱
ضریب تغییرات (%)		۶۳۶	۶۵۹	۹/۱۹	۱۲/۱۰	-/۹۱	۴/۸۵	۳/۴۶	۸/۱۷	۱/۱۷۰	۳/۲۷	۴/۳۷	۹/۳۸

ns به معنای غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد

عملکرد دانه

به بعد در یک گروه آماری قرار گرفتند. اما در تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، ژنوتیپ *HL2012* با میانگین ۳۶۷۹ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را نشان داد. این در حالی است در شرایط عدم کاربرد روی و آبیاری معمول، بالاترین عملکرد دانه در ژنوتیپ

واکنش ژنوتیپ‌ها به کاربرد روی در شرایط تنش خشکی شدید یعنی قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد متفاوت بود، به طوری که در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی ملایم، عدم ادامه آبیاری از مرحله میوه دهی

L155 با میانگین ۶۱۰۹ کیلوگرم در هکتار و در تیمار قطع آبیاری از مراحل خورجین دهی و گلدهی به بعد در ژنوتیپ *HL2012* به ترتیب با میانگین ۴۷۱۷ و ۳۴۳۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). بر این اساس روی سبب افت کمتر عملکرد دانه کلزا در شدت‌های مختلف تنش کم آبی در مقایسه با عدم کاربرد آن شد. به طوری که در شرایط کاربرد روی و تیمار آبیاری شاهد و عدم ادامه آبیاری از مرحله میوه دهی به بعد، ژنوتیپ *KR2* به ترتیب با ۹/۶ و ۱۳/۳ درصد و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، ژنوتیپ *Danob* با ۱۷/۵ درصد، بیشترین درصد افزایش عملکرد دانه را نسبت به عدم کاربرد روی به خود اختصاص دادند (جدول ۴). نتایج مشروحه با نتایج امیدیان و همکاران (۲۰۱۲) که اعلام داشتند کاربرد عنصر روی باعث بالا رفتن عملکرد دانه گیاه کلزا می‌شود، یکسان بود.

درصد روغن دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد روغن دانه کلزا در شرایط کاربرد روی برابر ۴۳/۹ درصد و در شرایط عدم کاربرد روی برابر ۴۳/۵ درصد بود. با توجه به اینکه درصد روغن دانه صفتی ارثی با وراثت پذیری بالا می‌باشد و تا حدودی نیز تحت تأثیر شرایط محیط قرار می‌گیرد، کاربرد روی، سبب افزایش جزئی ۰/۹ درصدی روغن دانه کلزا در مقایسه با عدم کاربرد آن شد. نتایج مشابهی نیز مبنی بر افزایش درصد روغن دانه کلزا در اثر استفاده از روی گزارش شده است (ریلی و همکاران ۲۰۰۰). تنش کم آبی موجب کاهش جزئی درصد روغن دانه ژنوتیپ‌ها نیز شد، به طوری که در شرایط آبیاری معمول، ژنوتیپ *L155* با میانگین ۴۵/۷ درصد،

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین‌های ترکیبات تیماری آبیاری × ژنوتیپ برای برخی صفات مورد مطالعه

آبیاری	ژنوتیپ	وزن هزار دانه (g)	روغن دانه (%)	مقاومت روزنه ای (s.cm ⁻¹)	اروسیک اسید (%)
شاهد	HL2012	۴/۵a	۴۴/۷c	۱۰/۶a	۰/۲۳a
	L155	۵/۱b	۴۵/۷a	۷/۷b	۰/۱۳c
	KR2	۴/۶a	۴۴/۹bc	۵/۸c	۰/۲۱ab
	HW113	۴/۷a	۴۵/۰b	۱۱/۰a	۰/۱۹b
	Danob	۴/۶a	۴۴/۹bc	۶/۱c	۰/۲۱ab
قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد	HL2012	۴/۱b	۴۴/۲a	۱۹/۴a	۰/۲۶b
	L155	۴/۰b	۴۴/۰a	۱۸/۹a	۰/۲۸b
	KR2	۳/۶a	۴۳/۴b	۱۵/۲b	۰/۳۳a
	HW113	۳/۷a	۴۳/۴b	۲۰/۳a	۰/۳۳a
	Danob	۳/۶a	۴۳/۴b	۱۵/۵b	۰/۳۳a
قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد	HL2012	۳/۲a	۴۲/۹a	۲۵/۳b	۰/۴۰b
	L155	۳/۱a	۴۲/۸a	۲۷/۲a	۰/۴۱b
	KR2	۲/۶b	۴۲/۱b	۲۵/۷b	۰/۴۸a
	HW113	۲/۶b	۴۲/۰b	۲۴/۷b	۰/۴۸a
	Danob	۲/۶b	۴۱/۹b	۲۴/۲b	۰/۴۸a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

۴۴/۰ درصد و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، ژنوتیپ‌های *HL2012* و *L155* به ترتیب با

در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، ژنوتیپ‌های *HL2012* و *L155* به ترتیب با ۴۴/۲ و

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری در ژنوتیپ با استفاده از مدل برش دهی، نشان داد که بین میانگین‌ها تفاوت معنا داری نبود و بیشترین مقاومت روزنه ای در ژنوتیپ *L155* با میانگین ۲۷/۲ در شرایط قطع آب از مرحله گلدهی به بعد و کمترین آن در ژنوتیپ *Danob* با میانگین ۶/۱ در آبیاری نرمال مشاهده گردید (جدول ۲).

دمای تاج پوشش برگ

جدول تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر آن بود که تیمار سال، آبیاری و ژنوتیپ بر دمای تاج پوشش برگ در سطح یک درصد و روی در سطح پنج درصد معنی دار بود، همچنین در میان اثر متقابل تیمارها، فقط اثر متقابل آبیاری در روی و در ژنوتیپ در سطح پنج درصد بر دمای تاج پوشش برگ معنی دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری × روی × ژنوتیپ به روش برش دهی، نشان داد که در شرایط مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری بین ارقام وجود دارد و میانگین دمای تاج پوشش برگ در ارقام مختلف با اختلاف از هم در

میانگین‌های ۴۲/۹ و ۴۲/۸ درصد، بیشترین درصد روغن دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). تنش خشکی در اواخر فصل رشد باعث کاهش مقادیر درصد روغن دانه‌ها در گیاه کلزا گردید (سینکی و همکاران ۲۰۰۷).

مقاومت روزنه ای

جدول تجزیه واریانس داده‌ها به ما نشان داد، اثر تیمار های سال، آبیاری، روی و ژنوتیپ بر مقاومت روزنه ای در سطح یک درصد معنی دار شد. همچنین در بین اثرات متقابل اثر آبیاری × ژنوتیپ و نیز اثر روی × ژنوتیپ در سطح یک درصد معنی دار شده و سایر اثرات متقابل تیمارها معنی دار نگردید (جدول ۱). جدول مقایسه میانگین گویای این بود که پایین ترین میانگین مقاومت روزنه ای در آبیاری نرمال و بیشترین آن در تیمار قطع آب از مرحله گلدهی به بعد مشاهده شد. اثر منفی تنش کم آبی روی هدایت روزنه ای به وسیله سایر تحقیقات نیز گزارش گردیده است (پاسبان اسلام و همکاران ۲۰۰۰، فرجی ۲۰۰۹ و فنایی و همکاران ۲۰۰۹).

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل روی × رقم بر مقاومت روزنه ای

مقاومت روزنه ای (s.cm ⁻¹)	رقم	روی
۱۷/۷ a	HL2012	عدم کاربرد روی
۱۷/۵ a	L155	
۱۶/۱ b	KR2	
۱۸/۰ a	HW113	
۱۴/۳ c	Danob	
۱۹/۱ a	HL2012	کاربرد روی
۱۸/۴ a	L155	
۱۵/۰ b	KR2	
۱۹/۳ a	HW113	
۱۶/۳ b	Danob	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

با ۲۹/۰ درجه سانتیگراد در آبیاری نرمال و بیشترین آن در تیمار عدم کاربرد روی از ژنوتیپ *Danob* با میانگین

گروه آماری متفاوت قرار گرفتند. کمترین میانگین دمای تاج پوشش برگ در تیمار کاربرد روی از ژنوتیپ *L155*

بعد، ژنوتیپ های *HL2012* و *L155* با ۶۵/۶ و ۶۵/۳ درصد و در تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد نیز ژنوتیپ های *HL2012* و *L155* به ترتیب با ۶۳/۹ و ۶۳/۸ درصد، بیشترین میزان این اسید چرب غیر اشباع را نشان دادند (جدول ۴). به این ترتیب روی با افزایش اندک اولئیک اسید ژنوتیپ های مورد آزمون در کلیه سطوح آبیاری، تأثیر منفی تنش کم آبی انتهای فصل بر این اسید چرب را کاهش داد. نتایج حاصل نشان داد بالا بودن اسید چرب اولئیک اسید در ژنوتیپ های پر محصول مورد آزمون، این را بیان دارد که دستیابی به ژنوتیپ های مناسب کلزا جهت افزایش همزمان عملکرد کمی و نیز کیفی، بعید نیست. میان اسیدهای چرب مذکور، اولئیک اسید بالاترین میزان اسید چرب روغن کلزا را تشکیل می دهد و در افزایش کیفیت روغن کلزا بسیار موثر است (احمد و عبدین ۲۰۰۰).

لینولئیک اسید

اعمال تنش کم آبی آخر فصل در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد روی، سبب کاهش درصد اسید چرب لینولئیک روغن ژنوتیپ های مورد آزمون گردید. در شرایط کاربرد روی و قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد بیشترین میزان این اسید چرب در ژنوتیپ *HL2012* با ۱۶/۶ درصد مشاهده شد. در شرایط عدم کاربرد روی، در تیمارهای قطع آبیاری از میوه دهی و گل دهی به بعد نیز ژنوتیپ *HL2012* به ترتیب با میانگین های ۱۷/۸ و ۱۶/۲ درصد بیشترین میزان لینولئیک اسید را تولید نمود. به عبارتی ژنوتیپ *HL2012* در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد روی در کلیه سطوح آبیاری، بیشترین میزان این اسید چرب امگا ۶ را دارا بود (جدول ۴). مهمترین اسید چرب اشباع از جنبه تغذیه، لینولئیک اسید است. این اسید چرب در بدن سنتز نمی شود و باید توسط جیره غذایی تأمین شود. در بررسی

۳۴/۸ درصد ساتنیگراد مشاهده شد (جدول ۴). باقری و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی خود بالا بودن دمای تاج پوشش برگ را به علت بسته بودن روزنه ها دانست. در واقع حساسیت روزنه ها به کمبود آب، که در نتیجه آن نیز تعرقی هم انجام نشد و متعاقباً نیز دمای برگ بالا رفت. با افزایش درجه حرارت، تنفس افزایش می یابد.

پالمیتیک اسید

تیمار روی در کلیه سطوح آبیاری، سبب افزایش اندک میزان پالمیتیک اسید ژنوتیپ های مورد آزمون شد، به طوری که در شرایط کاربرد روی در تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، ژنوتیپ های *HL2012* و *L155* به ترتیب با میانگین های ۴/۷۷ و ۴/۶۹ درصد، بیشترین میزان پالمیتیک اسید را نشان دادند. در شرایط عدم کاربرد روی نیز ژنوتیپ های *HL2012* و *L155* به ترتیب با میانگین های ۴/۵۴ و ۴/۴۵ درصد، بالاترین میزان این اسید چرب اشباع را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). استفانوداکی و همکاران (۲۰۰۱) نیز اعلام داشتند که تنش کم آبی موجب کاهش اسید های چرب اشباع مخصوصاً پالمیتیک اسید می گردد.

اولئیک اسید

مقایسه میانگین ها نشان داد که اولئیک اسید تحت تأثیر معنی دار تیمارهای روی و آبیاری قرار گرفت، به طوری که در شرایط کاربرد روی در تیمار آبیاری معمول، ژنوتیپ *L155* با میانگین ۶۷/۳ درصد، در تیمار قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، ژنوتیپ های *HL2012* و *L155* به ترتیب با میانگین های ۶۵/۸ و ۶۵/۷ درصد و در تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد نیز ژنوتیپ های *HL2012* و *L155* به ترتیب با میانگین های ۶۴/۳ و ۶۴/۲ درصد، بیشترین میزان اولئیک اسید امگا ۹ را داشتند، در حالی که در شرایط عدم کاربرد روی و آبیاری معمول، ژنوتیپ *L155* با ۶۷ درصد، در تیمار قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین‌های ترکیبات تیماری روی آبیاری × ژنوتیپ برای برخی صفات مورد مطالعه

روى	آبیاری	ژنوتیپ	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	دمای کانوپی (0C)	پالمیتیک اسید (%)	اولئیک اسید (%)	لینولئیک اسید (%)	لینولئیک اسید (%)
		HL2012	۱۹۳/۱c	۲۳/۱a	۵۱۴۴b	۳۰/۶a	۵/۵۴a	۶۶/۱b	۱۸/۴۳a	۵/۵a
		L155	۲۴۹/۱a	۲۵/۸a	۶۱۰۹a	۲۹/۴b	۵/۹۰a	۶۷/۰a	۱۹/۵۹a	۴/۶b
		KR2	۱۹۸/۱bc	۲۳/۴a	۵۲۶۸b	۳۰/۵ab	۵/۶۰a	۶۶/۲b	۱۸/۶۰۳a	۵/۴a
		HW113	۲۱۳/۴b	۲۴/۰a	۵۴۷۰ ab	۳۰/۲ab	۵/۶۷a	۶۶/۴b	۱۸/۸۵۹a	۵/۲a
		Danob	۲۰۴/۷bc	۲۳/۷a	۵۳۸۴ab	۳۰/۳ab	۵/۶۳a	۶۶/۱b	۱۸/۷۴۱a	۵/۳a
		HL2012	۱۷۱/۹a	۲۱/۷a	۴۷۱۷a	۳۱/۲b	۵/۴۰a	۶۵/۶a	۱۷/۸۵۸a	۵/۹c
عدم کاربرد روی	قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد	L155	۱۶۱/۰a	۲۰/۹ab	۴۵۵۳ab	۳۱/۶ab	۵/۳۱a	۶۵/۳a	۱۷/۵۴۹ab	۶/۱bc
		KR2	۱۳۲/۵b	۱۹/۰b	۳۸۵۶b	۳۲/۴a	۴/۸۲a	۶۴/۵b	۱۶/۷۲۴b	۶/۷a
		HW113	۱۳۶/۳b	۱۹/۴ab	۳۹۸۰ ab	۳۲/۳a	۵/۰۲a	۶۴/۶b	۱۶/۹۰۷ab	۶/۶a
		Danob	۱۴۱/۴b	۱۷/۷ab	۴۱۰۴ab	۳۲/۱ab	۵/۰۹a	۶۴/۸b	۱۷/۰۴۲ab	۶/۵ab
		HL2012	۱۱۲/۹a	۱۷/۵a	۳۴۳۴a	۳۳/۲b	۴/۵۴a	۶۳/۹a	۱۶/۲۷۷a	۷/۲b
		L155	۱۰۹/۰a	۱۷/۲ab	۳۲۰۴ab	۳۳/۲b	۴/۴۵a	۶۳/۸a	۱۶/۱۱۹ab	۷/۲b
		KR2	۸۹/۸b	۱۵/۶bc	۲۶۹۰bc	۳۴/۲a	۴/۰۶b	۶۳/۲ab	۱۵/۵۴۹bc	۷/۸ab
		HW113	۸۵/۶b	۱۵/۳bc	۲۶۰۲bc	۳۴/۳a	۴/۰۱b	۶۳/۰ab	۱۵/۴۶۶c	۷/۹a
		Danob	۸۱/۶b	۱۵/۱c	۲۴۸۴c	۳۴/۸a	۳/۹۵b	۶۲/۸b	۱۵/۳۴۷c	۸/۰a
		HL2012	۲۱۸/۵b	۲۴/۲ a	۵۵۷۹ a	۳۰/۰ a	۵/۷۲ a	۶۶/۴ b	۱۸/۹۹۹ a	۵/۱ a
		L155	۲۵۸/۷a	۲۷/۰ a	۶۳۱۰ a	۲۹/۰ a	۵/۹۶ a	۶۷/۳ a	۱۹/۸۱۲ a	۴/۳ a
		KR2	۲۲۷/۹b	۲۴/۷ a	۵۷۷۶ a	۲۹/۹ a	۵/۷۸ a	۶۶/۶ b	۱۹/۱۸۸ a	۴/۹ a
		HW113	۲۳۸/۰b	۲۵/۲ a	۵۸۸۶ a	۲۹/۷ a	۵/۸۲ a	۶۶/۸ b	۱۹/۳۴۰ a	۴/۸ a
		Danob	۲۲۹/۰b	۲۴/۶ a	۵۷۳۰ a	۲۹/۸ a	۵/۷۷ a	۶۶/۴ b	۱۹/۱۶۲ a	۴/۹ a
		HL2012	۱۸۷/۴a	۲۲/۷a	۵۰۳۲a	۳۰/۸b	۵/۵۲a	۶۵/۸a	۱۸/۲۷۸a	۵/۶c
کاربرد روی	قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد	L155	۱۷۷/۱a	۲۲/۰ab	۴۸۲۶a	۳۱/۱ab	۵/۴۳a	۶۵/۷a	۱۸/۰۳۰a	۵/۸abc
		KR2	۱۵۶/۹b	۲۰/۵ab	۴۳۷۰a	۳۱/۷ab	۵/۲۶a	۶۵/۱ab	۱۷/۳۹۳a	۶/۲ab
		HW113	۱۵۱/۵b	۲۰/۲b	۴۳۱۰a	۳۱/۸ab	۵/۲۰a	۶۵/۰b	۱۷/۲۶۵a	۶/۳a
		Danob	۱۴۷/۹b	۱۹/۹b	۴۱۹۰a	۳۲/۰a	۵/۱۶a	۶۴/۹b	۱۷/۱۸۴a	۶/۴a
		HL2012	۱۲۷/۵a	۱۸/۶a	۳۶۷۹a	۳۲/۵b	۴/۷۷a	۶۴/۳a	۱۶/۱۱۵a	۶/۸b
		L155	۱۲۲/۰a	۱۸/۳ab	۳۶۰۶ab	۳۲/۸ab	۴/۶۹a	۶۴/۲a	۱۶/۴۸۲ab	۶/۹b
		KR2	۹۸/۱b	۱۶/۲b	۲۹۳۵b	۳۳/۸a	۴/۲۲b	۶۳/۴b	۱۵/۷۲۱c	۷/۶a
		HW113	۹۷/۰b	۱۶/۱b	۲۹۳۲b	۳۳/۸a	۴/۲۲b	۶۳/۴b	۱۵/۷۵۹bc	۷/۶a
		Danob	۹۷/۱b	۱۶/۲b	۲۹۲۱b	۳۳/۸a	۴/۲۱b	۶۳/۴b	۱۵/۷۵۰c	۷/۶a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

اروسیک اسید

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی روی، کاربرد آن سبب کاهش ۹ درصدی اروسیک اسید در مقایسه با عدم کاربرد آن گردید. به طوری که کمترین میزان این اسید چرب در شرایط کاربرد روی برابر با ۰/۳۰ درصد و بیشترین میزان آن در شرایط عدم کاربرد روی برابر با ۰/۳۳ درصد حاصل شد (جدول ۴). مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر ژنوتیپ‌های مورد آزمون نشان داد که در شرایط آبیاری معمول، ژنوتیپ *L155* با ۰/۱۳ درصد، در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، ژنوتیپ‌های *HL2012* و *L155* به ترتیب با ۰/۲۶ و ۰/۲۸ درصد و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، ژنوتیپ‌های *HL2012* و *L155* به ترتیب با ۰/۴۰ و ۰/۴۱ درصد، کمترین میزان اروسیک اسید را به خود اختصاص دادند. کیفیت روغن دانه از با اهمیت ترین صفت‌ها جهت اهداف اصلاحی جنس براسیکا در داخل یک محیط نیمه خشک است (انجلبرت و همکاران ۲۰۱۳) و تنش‌های محیطی از جمله تنش کم آبی، تأثیر بسزایی بر ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه دارند (علی و همکاران ۲۰۱۳). بر اساس نتایج حاصل می‌توان نتیجه گرفت که روی با تأثیر بر ترکیب اسیدهای چرب و کاهش اروسیک اسید، سبب بهبود روغن کلزا گردید.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان دهنده تأثیر مثبت کاربرد روی در شرایط افزایش شدت تنش کم آبی بر اکثر صفات مورد بررسی بود. همچنین ترکیب اسیدهای چرب کلزا تحت تأثیر کاربرد روی قرار گرفت، به طوری که در شرایط کاربرد روی و آبیاری معمول، ژنوتیپ *L155* با عملکرد دانه بالا (۶۳۱۰ کیلوگرم در هکتار)، بیشترین درصد اولئیک اسید (۶۷/۳٪) را به خود اختصاص داد. همچنین در شرایط کاربرد روی و تنش کم آبی آخر فصل

ژنوتیپ‌های کلزا، تنش کم آبی در مقایسه با آبیاری شاهد موجب کاهش به میزان تقریبی ۱۲ درصدی اسیدهای چرب اسید لینولئیک و اسید اولئیک شد (محمدی و همکاران ۲۰۰۷).

لینولنیک اسید

درصد لینولنیک اسید ژنوتیپ‌های مورد آزمون به طور معنی داری تحت تأثیر تیمار روی در سطوح مختلف آبیاری قرار گرفت. به طوری که در شرایط کاربرد در تیمار قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، ژنوتیپ‌های *Danob* و *HW113* به ترتیب با ۶/۴ و ۶/۳ درصد و در تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، ژنوتیپ‌های *Danob*، *KR2* و *HW113* با ۷/۶ درصد، بیشترین میزان لینولنیک اسید را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). در حالیکه در شرایط عدم کاربرد روی در تیمار آبیاری معمول ژنوتیپ‌های *Danob*، *KR2*، *HL2012* و *HW113* به ترتیب با ۵/۵، ۵/۴، ۵/۳ و ۵/۲ درصد، در تیمار قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، ژنوتیپ‌های *KR2* و *HW113* به ترتیب با ۶/۷ و ۶/۶ درصد و در تیمار قطع آبیاری از مرحله گل دهی به بعد، ژنوتیپ‌های *Danob* و *HW113* به ترتیب با ۸/۰ و ۷/۹ درصد، بیشترین میزان این اسید چرب امگا ۳ را داشتند (جدول ۴). بنابراین بر اساس نتایج حاصل، کاربرد روی، سبب کاهش درصد لینولنیک اسید ژنوتیپ‌های مورد آزمون در کلیه سطوح آبیاری در مقایسه با عدم کاربرد آن شد. این در حالی است که در شرایط تنش کم آبی آخر فصل مقدار این اسید چرب در ژنوتیپ‌های مورد آزمون، در مقایسه با آبیاری معمول افزایش یافت. افزایش درصد لینولنیک اسید در روغن‌های گیاهی، به دلیل افزایش سرعت اکسید شدن و سپس کاهش پایداری روغن و همین‌طور افزایش طعم‌های غیر طبیعی در روغن، از ارزش مصرفی آن می‌کاهد (محمدی و همکاران ۲۰۰۷).

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی میباشد که در موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شده است. بدین وسیله نویسندگان مقاله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان و موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و نیز مشخصاً از نشریه وزین دانش کشاورزی و تولید پایدار دانشگاه تبریز سپاسگزاری می نمایند.

یعنی قطع آبیاری از مراحل خورجین دهی و گلدهی به بعد، ژنوتیپ‌های *HL2012* و *L155* با بالاترین درصد اولئیک اسید (۶۵/۸) و عملکرد دانه (۵۰۳۲ کیلوگرم در هکتار)، جهت ارتقای کمیت و کیفیت محصول کلزا، برای کشت در مناطق معتدل سرد با اقلیم نیمه خشک توصیه می شوند.

منابع مورد استفاده

- Ahmadi A and SioSe Mardeh A.2004. The effect of water stress on soluble carbohydrates, chlorophyll and proline contents of four Iranian wheat cultivars under different moisture regims. Iranian Journal of Agricultural Science. 35(3): 753-763. (In Persian).
- Ahmad A and Abdin M.2000. Effect of sulphur application on lipid, RNA and fatty acid content in developing seeds of rapeseed (*Brassica campestris* L.), Plant Science. 150: 71-76.
- Al-Barrak KhM. 2006. Irrigation interval and nitrogen level effects on growth and yield of canola (*Brassica napus* L.). Scientific Journal of King Faisal University. Al-Hassa, Saudi Arabia. 71:87-102.
- Ali Q, Anwar F, Ashraf M, Saari N and Perveen R.2013. Ameliorating effects of exogenously applied proline on seed composition, seed oil quality and oil antioxidant activity of maize (*Zea mays* L.) under drought stress. International Journal of Molecular Sciences, 14: 818-835.
- Azadmard Damirchi S, Savage GP and Dutta PC.2005. Sterol fractions in hazelnut and virgin olive oils and 4: 40-dimethylsterols as possible markers for detection of adulteration of virgin olive oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 82: 717-725.
- Azizi M, Soltani A, Khavari Khorasani S.1999. Rapeseed (physiology, agriculture, breed, biotechnology). Mashhad University Jihad Publications. 230 p
- Bagheri H, Andalibi B and Azimi Moghaddam AR.2012. The effect of atrazine antiperspirant on the improvement of physiological traits, yield and yield components of safflower in rainfed conditions. Journal of Agriculture, 2: 1-16 (in Persian).
- Bybordi, A and Malakouti MJ. 2007. Effects of zinc fertilizer on the yield and quality of two winter varieties of canola. Zinc crops; International Congress of Improving Crop Production and Human Health, 24- 26 May, Istanbul, Turkey.
- Demirchi S. 2005. Chemistry and decomposition of edible oils and fats, Amidi Publications, Tabriz
- Enjalbert JN, Zheng S, Johnson J, Mullen JL, Byrne PF and McKay JK.2013. *Brassicaceae* germplasm diversity for agronomic and seed quality traits under drought stress. Industrial Crops and Products. 47: 176-185. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.02.037>

- Faraji N, Latifi N, Soltani A and Shiranirad 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*.
- Fanaei H, Galavi R, Kafi M and Ghanbari Bonjar A.2009. Amelioration of water stress by potassium fertilizer in two oilseed species. *International Journal of Plant Production*, 3(2): 41-54.
- Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D and Basra SMA. 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29 (1): 185-212.
- Ghoshchi F, and Hadi H and Shirani Rad, AH. 2009. Evaluation of susceptibility and drought tolerance of rapeseed genotypes in both normal and limited irrigation conditions, Second National Conference on Drought Effects and Management Strategies, Isfahan.
- Gooding MJ, Ellis RH, Shewry PR, Schofield JD. 1992. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Science*, 37, 295–309.
- Hao X, Chang C and Travis GJ. 2004. Effect of long term cattle manure application on relation between nitrogen and oil content in canola seed. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 167: 214–215.
- Jensen CR, Mogensen VO, Mortensen G, Fieldsen JK and Thage GH.1996. Seed glucosinolate oil and protein content of field grown rape (*Brassica napus* L.) affected by soil drying and evaporative demand. *Field Crops Research*, 47: 93-105.
- Ma QS, Niknam R and Turner DW. 2006. Response of osmotic adjustment and seed yield of *Brassica napus* and *Brassica juncea* to soil water deficit at different growth stages. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57:221-226.
- Mohammad T, Ali A, Nadeem MA, Tanveer A and Sabir QM.2007. Performance of canola under different irrigation levels. *Pakistan Journal of Botany*, 39(3): 793-746.
- Mohammadi T, Azizi MH and Taslimi A.2007. Relation of fatty acids composition with stability of sunflower and canola oil blends. *Journal of Food Science and Technology*, 4: 67–76.
- Naeemi M, Akbari GH, Shirani Rad Ah, Hassanolul and Akbari GH .2012. The effect of application of zeolite and selenium foliar application in conditions of low water stress on water relationships and antioxidant enzymes in squash. *Agriculture*, 14 (1): 81-67.
- Omidian A, Siadat SA, Naseri R and Moradi M.2012. Effect of foliar application of Zn sulphate on grain yield, oil and protein of four canola cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 14(1): 16-28. (In Persian).
- Paseban Eslam B.2011. Investigation of the possibility of delayed cultivation of rapeseed (*Brassica napus* L.) in East Azerbaijan. *Journal of Crop Seedlings and Seeds*. (2): 3-27 (in Persian).
- Pasebaneslam B, Shakiba MR, Neyshabouri MR and Ahmadi MR.2000. Evaluation of physiological indices as a screening technique for drought resistant in oilseed rape. *Proceeding of Pakistan Academy of Sciences*, 37: 143-152.
- Rahnama A., and Bakhshande M. 2004. Determination of optimum irrigation level and compatible canola varieties in the Mediteranean environment. *Asian Journal Plant Science*, 5:543-546.
- Robertson MJ and Holland JF. 2004. Production risk of canola in the semi-arid sub-tropics of Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55(5) 525-538.

- Riley NG, Zhao FJ and McGrath SP.2000. Available of different form of sulphur fertilizer on wheat and oil grain rape. *Plant Soil*. 222: 139-147.
- Sinaki J, Majidi Heravan E, Shirani Rad AH, Noormohamadi G and Zarei G.2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*B.napus* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 2(4): 417-422.
- Siavashi K, Soleimani R and Malakouti MJ.2004. Effect of zinc sulfate application times and methods on grain yield and protein content of chickpea in rainfed conditions. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 18(1): 42-49.
- Stefanoudaki E, Chartzoulakis K, Koutsaftakis A and Kotsifaki F.2001. Effect of drought stress on qualitative characteristics of olive oil of cv Koroneili. *Grasas y Aceites*, 52(3): 202-206.
- Ulama WA, Ronaqi N, Karimian J, Yasribi R, Hamidi and M Tavajoh M. 2013. Comparison of yield, yield components and grain quality (amount of oil and protein) of two rapeseed cultivars under the influence of soil application of different levels of nitrogen and zinc. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Cultivation*, 83-98: (16) 4.