دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال هشتم، شماره بیست و هفت، ۱۳۹۵

تأثیر تنش خشکی آخر فصل بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی و زراعی لاین‌های کلزا (*Brassica napus* L.)

همایون چگنی[۱]، مرتضی گلدانی[۲]، امیرحسین شیرانی راد[۳]، محمد کافی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۳/۰٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۷/۲۱

چکیده

در این بررسی تأثیر تنش خشکی آخر فصل بر اسید اولئیک ، اسید لینولئیک، مقدار کلروفیل و عملکرد لاین های کلزا به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرارانجام شد. آبیاری به عنوان عامل اصلی در دو سطح شامل آبیاری معمول بر اساس ۸۰ میلی-متر تبخیر از تشتک کلاسی A و تنش (قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد) و لاین‌ها به عنوان عامل فرعی در چهار سطح شامل 109, R15, BAL3 BAL15, بود. آزمایش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرکرج انجام شد. اثر آبیاری بر عملکرد دانه، لینولئیک اسید، کلروفیل a و کلروفیل b معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. بیشترین درصد اسید اولئیک با ٦٦/١٤ درصد مربوط به لاین L109 و کمترین میزان در لاین BAL15 با ٦٣/٧٩ درصد گزارش شد. اثر متقابل آبیاری و لاین بر روی کلروفیل a و b ($p<۰/۰۱$) و کلروفیل کل ($p<۰/۰۵$) معنی دار بود. مقدار کلروفیل a با اعمال تنش از ١/١٤٧ به ٠/٩١٦ میلی‌گرم در گرم در وزن‌تر کاهش ۱۰ درصدی داشت و.میزان کلروفیل b در تیمار تنش نسبت به تیمار آبیاری معمول ۱۱ درصد کاهش نشان داد.. میزان کلروفیل کل از ١/٥٠٦ به ١/٢٣٩ میلی‌گرم در گرم در وزن‌تر در مقایسه با تیمار آبیاری کاهش نشان داد. در بررسی برهمکنش آبیاری و لاین، در تیمار آبیاری معمول و لاین L109 عملکرد دانه با ٥٥٦٨ کیلوگرم در هکتار بیشترین محصول را داشت. نتایج نشان داد که اعمال تنش خشکی از مرحله گلدهی به بعد باعث کاهش ۲۵ درصدی عملکرد دانه در تیمار تنش خشکی و لاین L109 شد.کمترین عملکرد دانه مربوط به لاین BAL15 بود که بعد ازاعمال تنش خشکی لاین BAl15 حدود ۳۵ درصد افت عملکرد داشت.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، کلزا، کلروفیل، اولئیک و لینولئیک اسید.

چگنی، ه.، م. گلدانی، ا.ح. شیرانی راد، و م. کافی. ۱۳۹۵. تأثیر تنش خشکی آخر فصل بر برخی ویژگیهای بیوشیمیایی و زراعی لاین‌های کلزا (*Brassica napus* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۷: ۳۱-۲۰.

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: aroozbahani@gmail.com

۳- استاد پژوهش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، کرج، ایران

٤- استاد گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

تـنش خشـکی یکـی از مهم‌ترین تـنش‌هـای محیطی تاثیرگذار بر تولیدات کشاورزی است که تأثیر چشمگیری بر عملکـرد دانـه دارد (لاور، ۲۰۰۳). خصوصیات اقلیمی نظیر پراکنش و تأثیر بارندگی، رطوبت، دما و میزان تبخیر در کنار شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، نوع و ویژگی گیاه زراعی و اعمال مدیریت در مزرعه در جذب آب توسط گیاه دخالت دارند (کاموس واسندل، ۲۰۰۷). به طور کلی دانه‌های روغنی دارای اسیدهای چرب پالمتیک، استئاریک، اولئیک و لینولنیک می‌باشند. بر اساس بررسی‌های انجام شده نسبت اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب غیر اشباع موجود در دانه‌های روغنی ارتباط معنی-داری با کیفیت و ارزش غذایی آن دارد و به عنوان عامل مهمی در صنایع غذایی و تولید روغن‌های نباتی در نظر گرفته می‌شود(ایزابل وهمکاران، ۲۰۰۸). تنش خشکی در کلزا بر جوانه زنی، بنیه بذر, سرعت جوانه زنی و طول ریشه چه و ساقه چه تأثیر گذاشته که در نهایت باعث می شود اجزای عملکرد در کلزا کاهش یابد(چگنی وهمکاران، ۱۳۹٤).

نتایج تحقیقات در گیاه کلزا بیانگر آن است که اثر تنش‌های محیطی با تغییر ساختمان غشاء از نظر کمیت وکیفت اسیدهای چرب وپروتئین-های غشاء معنی داربود (فرجی وهمکاران، ۲۰۰۹). اسید لینولئیک (اولین اسید چرب از دسته ی امگا٦) مهمترین اسید چرب ضروری است که در اغلب روغن‌های گیاهی موجود می‌باشد. از بعد تغذیه‌ای مهمترین اسید چرب غیر اشباع، اسید لینولئیک می‌باشد به طوری که کمبود آن در رژیم غذایی باعث انسداد عروق و نهایتاً منجر به سکته ی قلبی خواهد شد (سباستین وهمکاران، ۲۰۰٦). به علاوه این اسید چرب نقش مهمی در ترمیم بافت‌های مجروح، سلامتی پوست، مکانیسم رشد و تکامل و تولید پروستا گلانوین دارد (اسمیت، ۲۰۰۵).

اثر آبیاری تکمیلی در مراحل انتهایی فصل بر اولئیک اسید و لینولئیک اسید آفتابگردان معنی‌دار بود (فالاجل وهمکاران، ۲۰۰۲). در بررسی ارقام کلزا، تنش در مقایسه با آبیاری معمول باعث کاهش حدود ۱۲ درصدی اسیدهای چرب از جمله اسید لینولئیک و اسید اولئیک شد (محمد وهمکاران، ۲۰۰۷). کریمی کاخکی و همکاران (۱۳۸۹) عنوان کردند که اثر آبیاری و رقم بر روی درصد اسید اولئیک آفتابگردان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. برخی محققان، افزایش اسید اولئیک آفتابگردان را به میزان ۲/٦ درصد در شرایط بدون آبیاری نسبت به شرایط آبیاری کامل گزارش کردند (فالاجل وهمکاران، ۲۰۰۲).

محققان دریافته اند که مقدار کلروفیل و درصد دانه‌های سبز در کلزا، با رطوبت دانه ارتباط دارد (شریعتی و شیرانی راد، ۱۳۹۰). کلروفیل‌ها از جمله عمده‌ترین ماکرومولکول‌ها هستند که در تنش‌های محیطی از جمله تنش‌های خشکی، شوری، نوری، حرارتی و فلزات سنگین، آسیب می-بینند. کلروفیل‌ها مهم‌ترین رنگدانه‌های جذب کننده نور در غشاهای تیلاکوئیدی نیز می‌باشند (هارموت وبابانی، ۲۰۰۰). در ذرت گزارش شد که تحت تأثیر تنش، فعالیت‌های فتوشیمیایی گیاه بازداشته می‌شود، محتوی کلروفیلی برگ تغییر و فعالیت آنزیم‌های چرخه کالوین در فرایند فتوسنتز کاهش می‌یابد (هی وهمکاران، ۲۰۰۵).

نتایج تحقیقات روی کلزا نشان داد که تنش خشکی بر کلروفیل a، کلروفیلb و کلروفیل کل تأثیر گذار بوده است.(دین وهمکاران، ۲۰۱۱). از فاکتورهای موثر در مقدار عملکرد کلزا پیری زودرس و میـزان کلروفیل بـر تجمع مواد ذخیره ای در بـذر می‌باشد (کایسلرلطیف و صداقت، ۲۰۰٤).

آب یکی از عوامل محدودکننده است که بر فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان تأثیر می گذارد (استرانکی وهمکاران، ۲۰۰۵). از مهمترین دلایل احتمالی اثر گذاری بیشتر تنش خشکی در مرحله‌ی زایشی می‌توان به انتقال مجدد نیتروژن و کربوهیدرا ت‌ها، تخریب ساختمان کلروفیل و کمپلکس های برداشت کننده نور اشاره کرد (کابوسلی وهمکاران، ۲۰۰۲). پژوهش روی لوبیای قرمز نشان داد که عملکرد دانه، کلروفیل ومحتوی نسبی زطوبت در شرایط تنش خشکی نسبت به آبیاری نرمال کاهش معنی‌دار داشت (زاده باقری وهمکاران،۱۳۹۳).

در گزارش نصیر وهمکاران (۲۰۰۸) بیان شد حساس ترین مرحله به تنش در کلزا بین گرده افشانی و ده روز بعد از رشد خورجین ها می باشد که در این مرحله عملکرد دانه تحت تأثیر قرار می گیرد. بررسی-های انجام شده در کلزا نشان داد که انجام آبیاری بعد از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشک بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد و با افزایش دوره آبیاری بعد از ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر، عملکرد دانه کاهش معنی‌داری را نشان داد (پاسه و بنینکاسه، ۲۰۱۰).

این آزمایش با هدف بررسی اثرتنش خشکی آخر فصل بر اسید اولئیک، اسید لینولئیک، مقدار کلروفیل و عملکرد لاین های کلزا در شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد جهت شناسایی لاین برترانجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرکرج با عرض جغرافیایی ۵۰ درجه و ۷۵ دقیقه شرقی و با طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی انجام شد. آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد، که در آن آبیاری به عنوان عامل اصلی در ۲ سطح شامل آبیاری معمول براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از

تشتک کلاسی A و تنش (قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد) و لاین-ها به عنوان عامل فرعی در چهار سطح شامل BAL3,R15, L109, BAL11 می‌باشد. لاین‌ها از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرکرج تهیه گردید.

هرکرت آزمایشی شامل ٦ خط ٦ متری با فاصله خطوط ۳۰ سانتیمتر و فاصله بوته روی خط ٤ سانتیمتر بود که ۲ خط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند و ٤ خط میانی جهت انجام نمونه-برداری مورد استفاده قرار گرفتند. تاریخ کاشت ۱۳۹۲/۱۰/۲۵ بود. قبل از کاشت از علف‌کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتاراستفاده شد؛ که به طور یکنواخت در سطح مزرعه پخش و به وسیله دیسک سبک؛ کود و علف کش با خاک مخلوط گردید. کنترل آفات به ویژه شته مومی با استفاده از سموم متاسیتوکس به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار همزمان با عملیات داشت صورت پذیرفت. نتایج آزمایش خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ – نتایج نمونه خاک مزرعه آزمایشی

اسیدیته	کربن آلی (٪)	ازت کل (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	هدایت الکتریکی **(میلی موس بر سانتی متر)**	درصد اشباع	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس
۷/۷	۱/۱۱	۰/۱	۳۱	٤۳۲	۰/۳۹	۲۳/۲٤	٤۰	۲۵	۳۵

به منظور تعیین میزان غلظت کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل از روش پیشنهادی آرنون (۱۹٦۷) استفاده شد. به این منظور ۱۰۰ میلی‌گرم از بافت تَـر جوان‌ترین برگ بلافاصله بعد از برداشت (زمان برداشت قبل از مرحله زایشی است) توسط نیتروژن مایع فریز گردید.

اندازه‌گیری غلظت کلروفیل با دستگاه اسپکتروفتومتر انجام گرفت، به این ترتیب که مقدار جذب محلول‌ها در طول موج ٦٤۵ ، ٦٦۳ و ٤۷۰ نانومتر قرائت شد و مقدار کلروفیل a، b و کل بر اساس معادله‌های زیر محاسبه گردید:

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 * A663 - 0.86 * A645)\ V/100W$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 * A645 - 3.6 * A663)\ V/100W$$

$$\text{Totla Chlorophyll (mg/ml)} = Chl_a + Chl_b$$

A = جذب نوری در طول موج های مختلف W = وزن تر

V = نمونه استفاده شده حجم محلول صاف شده

جهت تعیین عملکرد دانه در هر کرت، پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت، از نیمه کرت دست نخورده و از سطحی معادل ۲/۵ متر مربع بوته‌ها برداشت گردید.

برای اندازه گیری اسید های چرب اولئیک و لینولئیک، از روش انحلال کلروفرمی استفاده شد(سیبی وهمکاران، ۱۳۹۱). بدین منظور پودر دانه با کلروفرم مخلوط و بمدت ۳۰ دقیقه باقی ماند. سپس در ۱۰۰۰ دور و در ٤ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ شد. محلول روئی برداشت و رسوب دوباره با کلروفرم استخراج گردید. روغن استخراجی که حاوی اسیدهای چرب بود. توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی، مدل GC-1000، با ستون کاپیلاری به ابعاد ۳۰ متر طول با قطر داخلی ۰/۵ میلی متر، اسیدهای چرب جدا سازی و بر اساس پیک استخراجی که نمونه‌های استاندارد اسیدهای چرب داشتند، شناسائی و اندازه‌گیری شدند (سیبی وهمکاران، ۱۳۹۱؛ پریمومو، ۲۰۰۲). در پایان داده های بدست آمده، توسط نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام وشکل با نرم افزارهای Excel و Matlab ترسیم شد.

نتایج وبحث

نتایج آزمایش نشان داد اثر آبیاری و لاین بر اسید اولئیک و اسید لینولئیک معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود و اثر متقابل آبیاری و لاین نیز تحت تأثیر قرار گرفت ($p<۰/۰۱$) (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین های آبیاری نشان داد که با اعمال تنش به ترتیب ۳ و ۹ درصد اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک کاهش نشان دادند(شکل ۱ و شکل ۲). بیشترین درصد اسید اولئیک با ٦٦/۱٤ درصد مربوط به لاین L109 و کمترین میزان در لاین BAL15 با ٦۳/۷۹ درصد بود (شکل ۱). نتایج شکل ۲ بیانگر آن است که لاین های L109 و BAL15 به ترتیب با ۱۷/۷۸ و ۱۵/۲۳ درصد بیشترین و کمترین میانگین اسید لینولئیک را به خود اختصاص دادند که این تفاوت حدود ۱٤ درصد بین لاین‌های مختلف بیانگر آن است که با افزایش شدت تنش آبی، مقدار تنفس گیاه افزایش می یابد و از این طریق انرژی نگهداری پایه گیاه بیشتر و از ذخایر چربی گیاه کاسته خواهد شد و در نتیجه کاهش اسیدهای چرب را به دنبال دارد (سیبی وهمکاران، ۱۳۹۱). نتایج با گزارشات فالجلا و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد. در بررسی مقایسه میانگین های اثرات متقابل آبیاری و لاین در هر دو سطح آبیاری معمول وتنش لاین L109

به ترتیب با میانگین ٦٦/٧٣ و ٦٥/٥٥ درصد بیشترین میانگین اسید اولئیک را داشت که نشان دهنده کاهش ۳ درصدی اسید اولئیک در شرایط تنش است در حالیکه میزان کاهش اسید اولئیک لاین BAL15 در هر دو سطح آبیاری که کمترین میانگین را دارا بود حدود ٤ درصد گزارش شد (شکل ٥). به نظر می رسد با افزایش شدت تنش خشکی رشد گیاه کاهش یافته که این کاهش رشد روی مواد منتقل شده به دانه ها مؤثراست و در نهایت روی اسیدهای چرب مانند اسید اولئیک تأثیر گذاشته و موجب کاهش آن می‌شود. همانطور که نتایج شکل ٥ نشان می‌دهد در مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل آبیاری و لاین؛ بیشترین و کمترین اسید لینولئیک با ١٨/٤١ و ١٦/٣٣ درصد در آبیاری معمول مربوط به لاین های L109 و BAL15 بود و در اثر متقابل آنها؛ لاین L109 با میانگین ١٧/١٤ درصد برتر بود و لاین‌های R15، BAL3 و BAL15 به ترتیب در اولویت های بعدی قرار گرفتند. کاهش ۸ درصدی اسید لینولئیک لاین L109 در تیمار تنش نسبت به آبیاری معمول بیانگر برتری این لاین نسبت به سایر لاین های مورد آزمایش بود، سایر لاین های R15، BAL3 و BAL15 به ترتیب ۸، ۱۰ و ١٤ درصد در مقایسه تیمار تنش و آبیاری معمول کاهش داشتند نتایج با گزارشات اسمیت (۲۰۰۵) مطابقت دارد. کریمی کاخکی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی گیاه آفتابگردان عنوان کردند که درصد اسید لینولئیک تحت تأثیر معنی‌دار آبیاری قرار داشت آنها بیان کردند که از نظر تأثیر آبیاری تنها بین تیمار کم آبیاری در مراحل گل‌دهی و دانه بندی با آبیاری کامل اختلاف معنی‌داری وجود داشت و دارای درصد کمتری اسید لینولئیک بود.

جدول ۲- میانگین مربعات و سطوح معنی‌داری اسید اولئیک، اسید لینولئیک، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و عملکرد دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (M.S)					
		اسید اولئیک	اسید لینولئیک	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	عملکرد دانه
تکرار	۳	۰/۰۱۰٦٦۷	۰/۱۸۷۰۷۰۱	۰/۲۳۲۸۷	۰/۰۰۰۳۰۱۸	۰/۰۲۸۷۸۱	٦۰۷۸۷/٦
آبیاری	۱	۱/٥۱۸^{ns}	۳۲۳/۷۸٤**	۹/۱۹۳٤**	۰/۲۱٦۲۹٤**	۱۲/۲۳۰٥**	۱٤۲۳٦۸٦/۱**
خطای اول اصلی	۳	۰/۰۲۱۲۷۱۱	۰/٦۲۲٤۸	۰/۰۰٥۰۳٦	۰/۰۰۰٦۲٤٤	۰/۰۰٦۱۷۲	۲۱۸٥/٦
لاین	۳	۲/٦٦۲۱**	٤/۱۰۸٦**	۰/٦۳۰۱۷۷**	۰/۰۰۱۹۲۹**	۲/۲٦۷٤۸**	۹۰٦٤۱٦/۳*
آبیاری × لاین	۳	۰/٦۸۱۱۸٤*	۱/۱۸٤٤۱٥*	۱/٥٥۹٥**	۰/۰۱۰٦٦٥**	۰/۰۹٥٤۱۷*	٥۳۳۱۸/۷*
خطای دوم فرعی	۹	۱/۱٥۹۰۲	۰/۳۸۷۹۹	۰/۱۲٥۰٦	۰/۰۰۰٥٦۸	۰/۰۰٤٥۸۷۱	٤٦٥۹۸/۸
کل	۲۳						
ضریب تغییرات (٪)		۱/۲۳	۳/۷۳	٦/۷۹	۸/٤۳	٥/۷۷	۱٥/۹٥

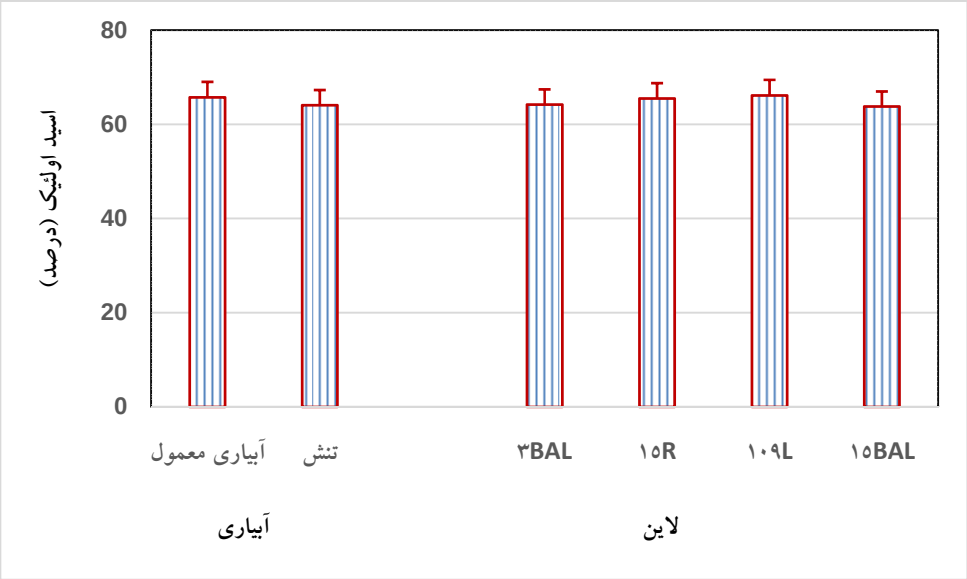
*و ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ٥ و ۱ درصد و غیر معنی دار.

اثر آبیاری و لاین بر کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل معنی‌دار ($p<$۰/۰۱) بود(جدول ۲). مقدار کلروفیل a با اعمال تنش از ۱/۱٤۷ به ۰/۹۱٦ میلی‌گرم در گرم در وزن تر کاهش ۱۰ درصدی داشت (شکل ۳). علت کاهش میزان کلروفیل در تنش‌های محیطی، احتمالاً بازدارندگی بیوسنتز کلروفیل تحت تأثیر تنش می‌باشد. میزان کلروفیل b در تیمار تنش نسبت به تیمار آبیاری معمول ۱۱ درصد کاهش داشت. و میزان کلروفیل کل از ۱/٥۰٦ به ۱/۲۳۹ میلی گرم در گرم در وزن تر در مقایسه با تیمار آبیاری کاهش نشان داد (شکل ۳). کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در لاین L109 نسبت به سایر لاین ها دارای میانگین برتر بود و نسبت به لاین BAL15 که کمترین میانگین را دارا بود، میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل به ترتیب ۳۹، ۲۸ و ۳٦ درصد گزارش شد(شکل ۳). نیلسون و همکاران (۲۰۰۲) نتایج مشابهی در گیاه سویا گزارش کردند

تنش‌های آبی بر بخش نوری فتوسنتز و سیستم رنگیزه‌ای موثر واقع می شود در واقع با افزایش مقدار تنش و یا کاهش پتانسیل آب خاک روند تخریب رنگیزه های کلروفیل با سرعت بیشتری انجام می شود، در کلزا و ذرت گزارش شده است که تخریب رنگیزه‌های کلروفیل در سلولهای مزوفیل نسبت به غلاف آوندی از سرعت و شدت بیشتری برخوردار است.

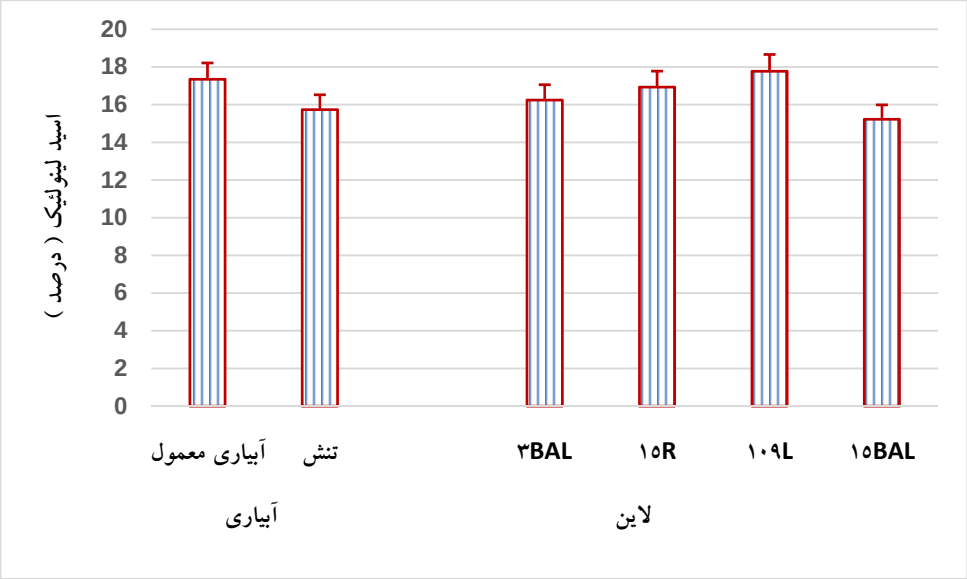
نتایج جدول ۲ نشان داد که اثر متقابل آبیاری ولاین بر روی کلروفیل a و b (p<۰/۰۱) و کلروفیل کل (p<۰/۰۵) معنی‌دار بود. بیشترین میانگین در کلروفیل a ۱/٤۱۳و کلروفیل b ۰/۳۹۵ میلی‌گرم در گرم در وزن تر در تیمار آبیاری معمول و لاین L109 گزارش شده. نتایج نشان داد اثر متقابل تنش و لاین به ترتیب باعث کاهش ۱۵ و۱۷درصدی کلروفیل a و b شد (شکل ٦). نتایج شکل ۷ نشان داد که کلروفیل کل با ۱/۸۰۸ میلی‌گرم در گرم در وزن‌تر در تیمار آبیاری معمول و لاین L109 میانگین بر تر بود و در تیمار تنش و لاین نیز با ۱/۱۵٤ میلی‌گرم در گرم در وزن‌تر بیشترین میانگین را به خود اختصاص داد. لاین L109 که میانگین برتر بود در مقایسه با اعمال تنش کاهش ۱۷ درصدی کلروفیل کل را نشان داد. نتایج با گزارش نیلسون و همکاران (۲۰۰۲) در گیاه سویا مطابقت دارد.

تنش‌های آبی بر بخش نوری فتوسنتز و سیستم رنگیزه‌ای موثر واقع می شود در واقع با افزایش مقدار تنش و یا کاهش پتانسیل آب خاک روند تخریب رنگیزه های کلروفیل با سرعت بیشتری انجام می شود، در کلزا و سویا گزارش شد که تخریب رنگیزه های کلروفیل در سلولهای مزوفیل نسبت به غلاف آوندی از سرعت و شدت بیشتری برخوردار است (میتلر، ۲۰۰۲).



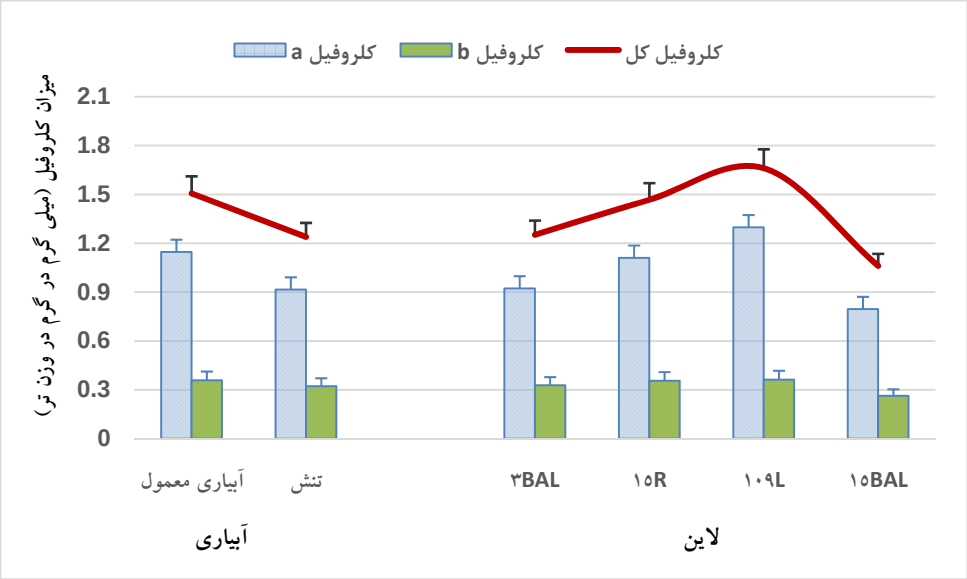
شکل ۱- مقایسه میانگین مقادیر اسید اولئیک درهر یک از سطوح آبیاری و لاین‌ها

عدم همپوشانی Error Bar با یکدیگر به این مفهوم است که نتایج در یک گروه آماری قرار ندارند.



شکل ۲- مقایسه میانگین مقادیر اسید لینولئیک درهر یک از سطوح آبیاری و لاین‌ها

عدم همپوشانی Error Bar با یکدیگر به این مفهوم است که نتایج در یک گروه آماری قرار ندارند.



شکل ۳- مقایسه میانگین مقادیر کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل درهر یک از سطوح آبیاری و لاین‌ها

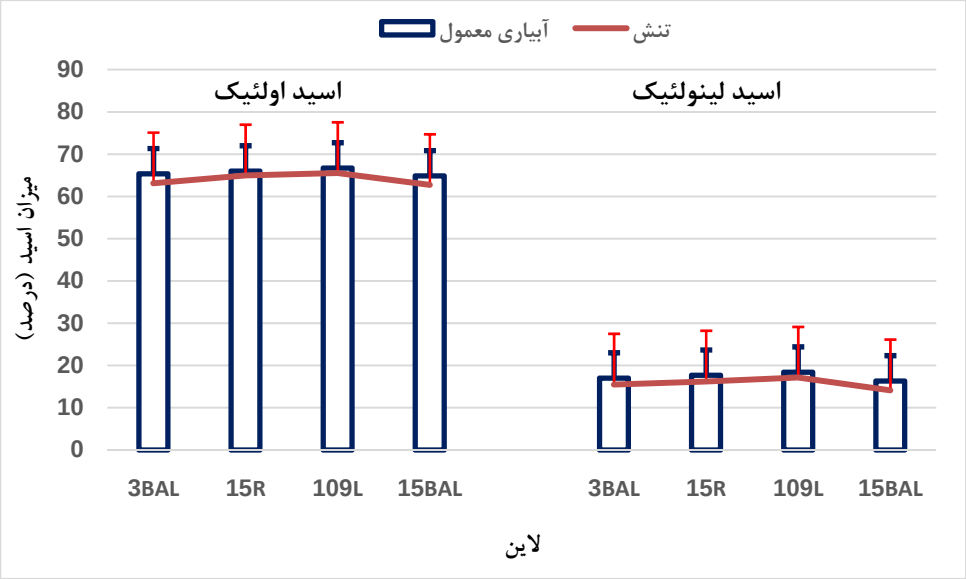
عدم همپوشانی Error Bar با یکدیگر به این مفهوم است که نتایج در یک گروه آماری قرار ندارند.

شکل ٤- مقایسه میانگین مقادیر عملکرد دانه درهر یک از سطوح آبیاری و لاین‌ها

عدم همپوشانی Error Bar با یکدیگر به این مفهوم است که نتایج در یک گروه آماری قرار ندارند.

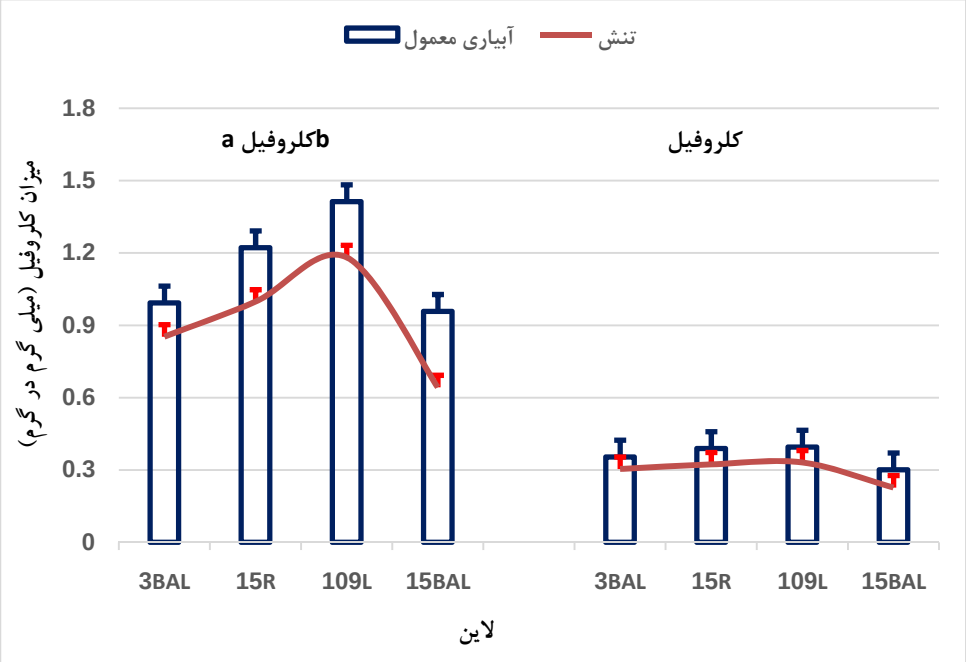
در شرایط تنش خشکی گیاه جهت حفظ آب سلول اندامهای مختلف روزنه های خود را می بندد .در نتیجه میزان فتوسنتز به دلیل کمبود میزان دی اکسید کربن کاهش می یابد در چنین شرایطی میزان تشکیل رادیکالهای فعال اکسیژن به ویژه رادیکال سوپراکسید در کلروپلاست افزایش پیدا می کند رادیکالهای آزاد باعث تخریب ماکرومولکول ها و پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء می شوند (سوفو وهمکاران، ۲۰۰٤). بدین ترتیب تنش اکسیداتیو ناشی از شرایط نامساعد خشکی منجر به تسریع پیری در گیاهان می شود از آنجایی که گیاهان نمی توانند از شرایط نامساعد محیطی فرار کنند، پیر شدن برگ در اثر تنش خشکی مکانیسمی است که می تواند باعث بقای گیاه در شرایط نامساعد محیطی گردد گیاهان دچار رسیدن اجباری شده و کلروفیل گیاه تخریب می شود (سیروال وخاناچپورا، ۲۰۰٤).

میزان کاهش کلروفیل b در اثر تنش خشکی بیشتر از کلروفیل a می باشد؛ زیرا دراثر تنش خشکی مقدار کمپلکس پروتئینی جذب کننده نور chl *a/b* موجود در فتوسیستم II به شدت کاهش پیدا می کند.(مانوبوش و آلگار، ۲۰۰٤). بخش کلروفیل b این کمپلکس پروتئینی درون غشاء کلروپلاست قرار دارد. با افزایش تشکیل ROS در کلروپلاست در اثر تنش خشکی، میـزان تخریب غشـــاهای کلروپلاستی نیـز افزایش می یابد. از ایـن رو در اثـر تنش خشکی تخریب کمپلکس پروتئینی chl *a/b* و در نتیجه کلروفیل b افزایش پیدا می کند(امینی وحداد، ۱۳۹۲؛ پاری وهمکاران،۲۰۰۲).



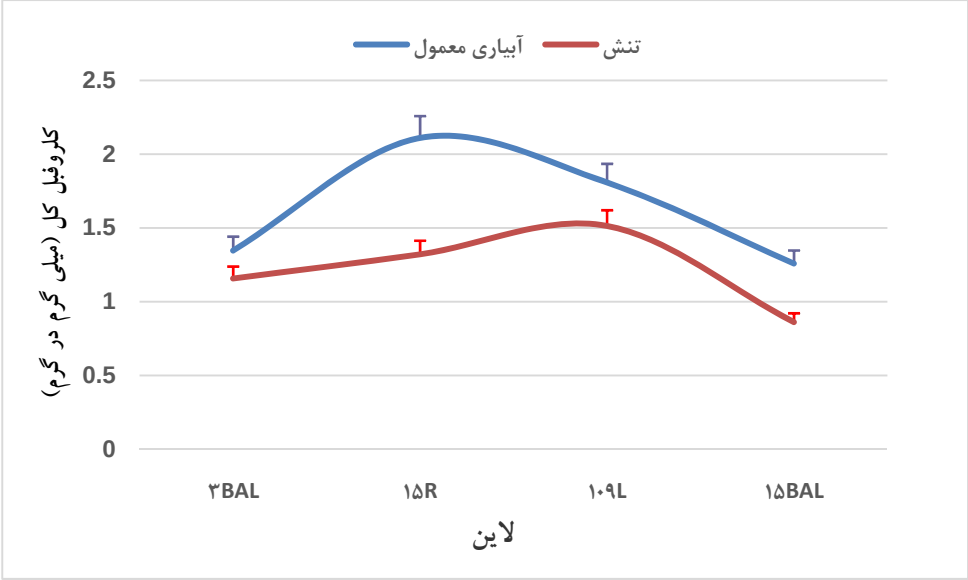
شکل ۵- مقایسه میانگین برهمکنش مقادیر اسید اولئیک و اسید لینولئیک درهر یک از سطوح آبیاری و لاین‌ها

عدم همپوشانی Error Bar با یکدیگر به این مفهوم است که نتایج در یک گروه آماری قرار ندارند.



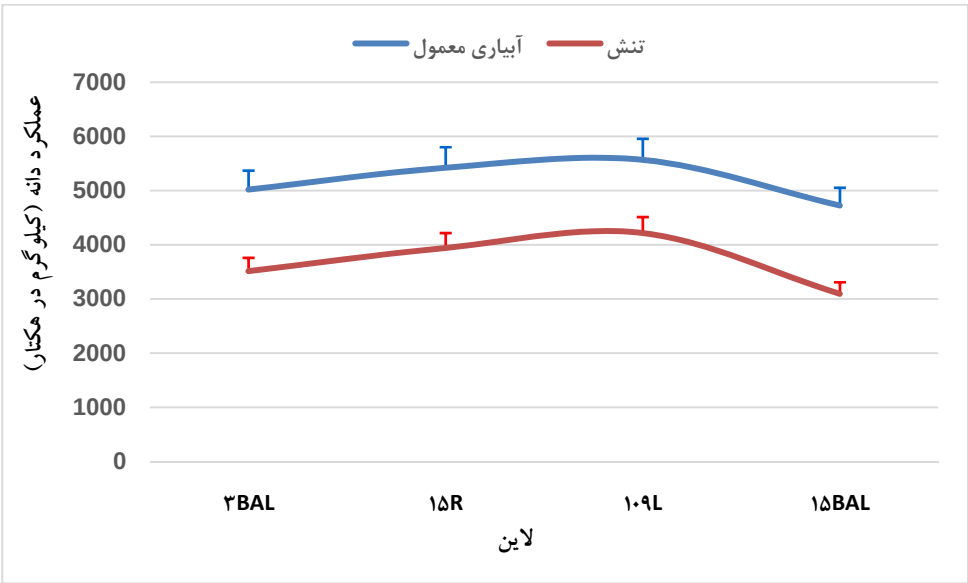
شکل ٦- مقایسه میانگین برهمکنش مقادیر کلروفیل a و کلروفیل b درهر یک از سطوح آبیاری و لاین‌ها

عدم همپوشانی Error Bar با یکدیگر به این مفهوم است که نتایج در یک گروه آماری قرار ندارند.



شکل ۷- مقایسه میانگین برهمکنش مقادیر کلروفیل کل درهر یک از سطوح آبیاری و لاین‌ها

عدم همپوشانی Error Bar با یکدیگر به این مفهوم است که نتایج در یک گروه آماری قرار ندارند.



شکل ۸- مقایسه میانگین برهمکنش مقادیر عملکرد دانه درهر یک از سطوح آبیاری و لاین‌ها

عدم همپوشانی Error Bar با یکدیگر به این مفهوم است که نتایج در یک گروه آماری قرار ندارند.

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثر آبیاری ($p<۰/۰۱$)، لاین ($p<۰/۰۵$) و اثر متقابل آبیاری ولاین ($p<۰/۰۵$) بر روی عملکرد دانه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین های تیمار آبیاری معمول و تنش خشکی نشان داد مقدار عملکرد دانه در تیمار آبیاری معمول از ۵۱۸۲ کیلو گرم در هکتار به ۳۶۹۲ گیلو گرم در هکتار ۲۹ درصد کاهش داشت (شکل ٤). به نظر می‌رسد کمبود مواد فتوسنتزی در شرایط تنش باعث عدم

تأمین مواد فتوسنتزی به میزان کافی برای خورجین‌ها و در نتیجه ریزش آنها و نهایتاً کاهش عملکرد را به دنبال دارد. نتایج با گزارش‌های دلخوش وهمکاران (۱۳۸۵) در گیاه کلزا مطابقت دارد.

لاین‌های L109 و R15 با ۴۸۹۳، ٤٦٨٢ کیلو گرم در هکتار در یک گروه آماری قرار داشتند و بیشترین میانگین را به خود اختصاص دادند و لاین BAL15 با ۳۹۰۸ کیلو گرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشت (شکل ٤). در بررسی برهمکنش آبیاری و لاین، در تیمار آبیاری معمول و لاین L109 عملکرد دانه با ٥٥٦٨ کیلوگرم در هکتار بیشترین محصول را داشت. نتایج نشان داد که اعمال تنش خشکی از مرحله گل‌دهی به بعد باعث کاهش ۲۵ درصدی عملکرد دانه در تیمار تنش خشکی و لاین L109 شد. کمترین عملکرد دانه در آبیاری ولاین مربوط به لاین BAL15 بود که بعد ازاعمال تنش خشکی لاین BAl15 حدود ۳۵ درصد افت عملکرد داشت (شکل ۸).

به نظر می رسد کمبود آب از طریق کاهش شاخص سطح برگ باعث کاهش عملکرد دانه شود. طول دوره گل‌دهی در گیاهانی که در این دوره در معرض تنش خشکی قرار می گیرند، کاهش می یابد، اعمال تنش خشکی در مراحل بعدی نمو موجب تسریع پیری و کاهش دوره پر شدن دانه ها می گردد .همچنین تنش در مراحل قبل و بعد از گلدهی ممکن است به کاهش عملکرد از طریق کاهش تعداد دانه در خورجین منجر شود .بعلاوه تنش از گلدهی تا مرحله رسیدگی دانه، به ویژه اگر با دمای زیاد همراه باشد، پیری برگ را تسریع و دوره پرشدن دانه را کاهش داده و بنابراین، وزن دانه را کاهش می دهد(شریعتی و شیرانی‌راد، ۱۳۹۰).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج آزمایش از نظر عملکرد دانه، مقدار کلروفیل a، b و کلروفیل کل می توان لاین L109 را لاین برتر نسبت به سایر لاین‌های مورد آزمایش در شرایط تنش رطوبتی معرفی نمود. از آنجایی که اسید-های چرب در سلامتی انسان نقش بسزایی دارند لاین های L109 و R15 لاین‌های مطلوب‌تری از نظر اولئیک اسید و لینولئیک اسید بود. با توجه به قرار داشتن کشور در منطقه خشک ونیمه خشک و مشکل کم آبی توصیه می‌شود که لاین‌های برتر در چند سال متوالی و چند منطقه مورد ارزیابی قرار گیرند

منابع

امینی، ز. و ر، حداد. ۱۳۹۲. نقش رنگیزه های فتوسنتزی و آنزیمهای آنتی اکسیدان در مقابل تنش اکسیداتیو. مجله پژوهشهای سلولی و مولکولی. جلد ۲٦، شماره۳: ۲٦٥-۲٥۱.

چگنی، هـ، م، گلدانی.، ا.ح، شیرانی‌راد. و م، کافی. ۱۳۹٤. بررسی اثر تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی لاین‌های امیدبخش کلزا (*Brassica napus* L.). فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی. سال ۷، شماره ۲۵: ٤۱-۲۹.

دلخوش، ب.، ا.ح، شیرانی‌راد.، ق، نورمحمدی و ف، درویش. ۱۳۸۵. تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و مقدار کلروفیل ارقام کلزا. مجله علوم کشاورزی. سال۱۲، شماره۳: ۳٦۸-۳٥۹.

زاده باقری، م.، ش، جوانمردی.، ا، علیزاده و م، کامل‌منش. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و برخی ویژگیهای فیزیولوژیک ژنوتیپ های مختلف لوبیا قرمز. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. سال٦، شماره۱۸:۱۱-۱.

سیبی، م.، م، میرزاخانی و م، گماریان. ۱۳۹۱. اثر تنش آبی، مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید بر کمیت و کیفیت روغن گلرنگ. مجله پژوهشهای زراعی در حاشیه کویر. جلد۹، شماره۲: ۱٦۹-۱٥۳.

شریعتی، ف. و ا.ح، شیرانی‌راد. ۱۳۹۰. ارزیابی میزان روغن، عملکرد روغن و محتوای کلروفیل دانه در مراحل مختلف رسیدگی ارقام کلزا. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۳، شماره۱: ۸٦-۷۸.

کریمی کاخکی، م.، ع، سپهری. و ح، همتی متین. ۱۳۸۹. تغییرات محتوای پروتئین، روغن و ترکیب اسیدهای چرب دانهٔ چهار رقم آفتابگردان در شرایط مختلف آبیاری. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۳، شماره ۳: ۸۰-٦۳.

Arnon, A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agron. J. 23: 112-121.

Cabuslay, G.S., Ito, O., Alejar, A.A., 2002. Physiological evaluation of responses of rice (*Oriza sativa* L.) to water deficit. Plant. Sci. 163: 815-827.

Camas, N., C, Cirak and E. Esendal. 2007. Seed yield, oil contend and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in northern Turkey conditions. J. Fac. Agric. 22(1): 98-104.

Cruz de Carvalho, M. H. 2008. Drought stress and reactive oxygen species. Plan.t Signalingand. Behavior. 3: 156-165.

Din, J., S. U, Khan., I, Ali and A. R, Gurmani. 2011. Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. J. Anim. Plant. Sci. 21: 78–82.

Faraji, A., N, Lattifi., A, Solatni and A. H, Shirani-Red. 2009. Seed yield and water use efficiency of canola as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. Agric. Water. Manage. 96:132-140 .

Flagella, Z., T, Rotunno. E, Tarantino., R, Di- Caterina and A, De-Caro. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. Eur. J. Agron. 17: 221–230.

Harmut, K. L and F, Babani. 2000. Detection of photosynthetic activity and water stress by imaging the red chlorophyll fluorescence. Plant. Physiol. Biochem. 38: 889-895.

He, P., M, Osaki., M,Takebe., T, Shinano and J, Wasaki. 2005. Endogenous hormones and expression of senescence-related genes in different senescent types of maize. J. Exp. Bot. 56(414): 1117-1128.

Isabelle, M. I., J, Berquin., Y, Edwards and Q, Chen. 2008. Multi-targeted therapy of cancer by omega-3 fatty acids. Cancer. Letters. 2008. 269: 363 –77.

Kaiserlatif, C. H., and H. A, Sadaqat. 2004. Potantial and genetic basis of drought tolerance in canola (*Brassica napus* L.) heterosis manifestation in some morphophysiological traits in canola. Intl. J. Agri. Biol. 6(1): 82-85.

Lauer, J. 2003.What happens within the corn plant when drought occurs? Corn Agronomist. 10(22): 153-155.

Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends. Plant Sci. 7:405-410

Mohammad, T., A, Ali., M. A, Nadeem., A, Tanveer and Q. M, Sabir. 2007. Performance of canola under different irrigation levels. Pakistan J. Bot. 39(3): 793-746.

Munne-Bosch S. and L, Alegre. 2004. Die and let live leaf senescence contributes to plants survival under drought stress. Functional. Plant. Bio. 31(3): 203-216.

Nasri, M., M, khalatbari., H, Zahedi., F, Paknejad and H. R, Tohidi mighadam. 2008. Evaluation of micro and macro elements in drought stress condition in cultivars of rapeseed. Ameri. Agric. Bio Sci. 3: 579-583.

Nielsen, D. C., L .M, Ahuja., L. R. G, Hoogenboom. 2002. Simulating Soybean Water Stress Effects with RZWQM and CROPG RO Models. Agron. J. 94: 1234-1243.

Pace, R. and P, Benincasa. 2010. Effect of salinity and low osmotic potential on the germination and seedling growth of rapeseed cultivars with different stress tolerance. Ital. J. Agro 5: 69–77.

Parry, M. A. J., P.J, Andralojc., S, Khan., P. J, Lea .and A. J, Keys. 2002. Rubisco Activity: Effects of Drought Stress. Annals. Bot. 89: 833-839.

Primomo, V.S., D. E, Falk., G. R, Ablett., J. W, Tanner and I, Rajcan. 2002. Inheritance and interaction of low palmitic and low linolenic soybean. Crop Sci. 42: 31-36.

Sebastian, N., A, Stehr and R. Heller. 2006. Omega-3 fatty acid effects on biochemical indices following cancer surgery. Clinica. Chimica. Acta. 373: 1- 8.

Smith, J. 2005. Safflower oil. In: Shahidi F. Editor. Baileys Industrial Oil and Fat Products. (6th ed). John Wiley. New York. pp: 491 -536.

Sofo, A., B, Dichio., C, Xiloyannis and A, Masia. 2004. Lipoxygenase activity and proline accumulation in leaves and roots of olive trees in response to drought stress. Physiologia. Plantarum. 121: 58-65.

Srivall, B. and R, Khanna-Chopra. 2004. The developing reproductive sink induces oxidative stress to mediate nitrogen mobilization during momocarpic senescence in wheat. Biochemical.Biophsical. Res. Communications. 325: 198-202.

Effects of terminal drought stress on some biochemical and agronomic characteristics in some rapeseed lines (*Brassica napus* L.)

H. Chegeni[1], M. Goldani[2], A.H. Shirani-Rad[3], M. kafi[4]

Received: 2015-05-25 Accepted: 2015-10-13

Abstract

In the study effect of terminal drought stress on oleic acid, linoleic acid, chlorophyll content and yield of oilseed rape lines was studied in split plot in a randomized complete block design with four replications. Irrigation as main plots in two levels of normal irrigation on 80 mm class A pan evaporation and stress (cutting irrigation in the flowering stage) and lines as subplots in four levels including: BAL3, R15, 109, BAL15 The research was conducted in 2014 in Seed and Plant Improvement Institute, Karaj. The effect of irrigation on grain yield, linoleic acid, chlorophyll a and chlorophyll b was significant ($P<0.01$). The highest percentage of oleic acid acid (66.14 percent to 63.79 percent) was belong to line L109 and the lowest one in line with the BAL15. Irrigation and line interactions was significant on chlorophyll a and b ($P<0.01$) and total chlorophyll ($P<0.05$). The amount of chlorophyll a in stress treatment decreased by 10 percent of 1.147 to 0.916 mg per g fresh weight and the amount of chlorophyll b in the treatment decreased 11 percent compared to conventional irrigation. Total chlorophyll content decreased 1.506 to 1.239 mg per g fresh weight in stress treatment comparison with irrigation. In conventional irrigation and line L109 the highest grain yield produced by 5568 kg per hectare. Results showed that drought stress after flowering stage decrease grain yield to 25 percent in drought stress and L109 line. The lowest grain yield was in line BAL15, which was about 35 loss.

Keywords: drought, canola, chlorophyll, oleic and linoleic acid

1- PhD Student, Department of Agronomy, Faculty of agriculture, Campus Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2- Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3- Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.
4- Professor, Department of Agronomy, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.