تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد سیزدهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۹
۴۵۵-۴۶۹
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019.2019.1499

مقاله پژوهشی

ارزیابی واکنش عملکرد و ترکیب اسیدهای چرب در کشت تأخیری ژنوتیپ‌های گلرنگ به محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک تحت رژیم‌های کم آبیاری

فاطمه محتشمی[۱]، محمودرضا تدین[۲*]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۲. عضو هیئت‌علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۸/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۳۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تیمارهای کم آبیاری و محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک بر برخی از صفات رشدی و عملکردی ژنوتیپ‌های گلرنگ، آزمایشی به‌صورت اسپلیت- فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در بهار ۱۳۹۶ انجام شد. در این آزمایش تیمارهای کم آبیاری (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گلرنگ) به‌عنوان عامل اصلی و سه ژنوتیپ گلرنگ (محلی اصفهان، فرامان و سینا) و محلول‌پاشی با سه سطح شامل (کنترل، محلول-پاشی با اسید جاسمونیک با غلظت ۰/۵ میلی مولار و محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک با غلظت ۲۰ میلی مولار) به‌عنوان عامل فرعی انتخاب شدند. تنش کم آبیاری موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن، اسیدهای چرب غیراشباع اسید اولئیک و اسید لینولئیک شد. کمترین عملکرد دانه (۱۳۸۲/۲۲ کیلوگرم در هکتار) و درصد روغن (۲۶/۶۷) از تیمار تنش کم آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبیاری و بیشترین عملکرد دانه (۱۶۳۵/۲ کیلوگرم در هکتار) و درصد روغن (۲۷/۲۱) از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری به دست آمد. در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ بیشترین عملکرد دانه (۱۶۷۶/۳ کیلوگرم در هکتار) و درصد روغن (۲۷/۸۲) در ژنوتیپ سینا و کمترین عملکرد دانه (۱۳۴۱/۲ کیلوگرم در هکتار) و درصد روغن (۲۷/۶۶) در ژنوتیپ محلی اصفهان مشاهده شد. محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک موجب افزایش عملکرد دانه، درصد روغن، محتوای اسید لینولئیک و اسید اولئیک و موجب کاهش اسید پالمتیک و اسید استئاریک شد. نتایج نشان داد که تفاوت در میزان برخی از صفات در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی و تیمارهای محلول‌پاشی، مانند افزایش محتوای اسیدهای چرب غیراشباع می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ برتر و تعیین مناسب‌ترین تیمار جهت تعدیل اثر نامطلوب تنش کم آبیاری به‌منظور دست‌یابی به افزایش تولید اقتصادی مورداستفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: **ارتفاع بوته، اسید اولئیک، اسید لینولئیک، درصد روغن.**

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) یکی از قدیمی‌ترین دانه-های روغنی دنیا است که خاستگاه و مرکز تنوع آن خاورمیانه است و به دلیل تحمل نسبی به خشکی، شوری و سرما قابل‌کشت در نواحی خشک ازجمله ایران است (Ghorbanzadeh et al., 2011). با توجه به مشکلات موجود در صنعت روغن‌های گیاهی در داخل و اینکه بیش از ۹۳ درصد از نیاز مصرفی کشور به روغن (به‌صورت دانه‌های روغنی و روغن خام) از طریق واردات تأمین می‌شود، لازم است تلاش‌های گسترده‌ای در جهت بهبود شرایط ازجمله به کار بردن منابع روغنی جدید و همچنین بهبود ویژگی‌های این منابع روغنی به‌منظور دست‌یابی به بازدهی و کیفیت

* نگارنده پاسخگو: محمودرضا تدین. پست الکترونیک: Mrtadayon@yahoo.com

مطلوب‌تر ازنظر تغذیه‌ای و عملکردی انجام شود (Ahmadzadeh et al., 2009).

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده ایجاد خسارت در گیاهان و به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و تولید شناخته شده است (Fanaie et al., 2015). خشکی بر رشد، مراحل مرفوفیزیولوژیک و فنولوژی گیاه و عملکرد دانه و نیز بر میزان، کیفیت و ترکیب اسیدهای چرب دانه گیاهان و ارزش اقتصادی آن‌ها اثر منفی می‌گذارد؛ بنابراین خشکی می‌تواند اثر معنی‌داری بر کیفیت و کمیت روغن استخراج‌شده از گیاهان دانه روغنی داشته باشد (Asghari and Gharibi, 2016). بیاواس و همکاران (Beyyavas et al., 2011) با بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ۲۶ رقم، لاین و جمعیت گلرنگ در دو سال در شرایط نیمه‌خشک مشاهده کردند ارقام Syria، Hama و Haryinan و لاین S-541-2 بیشترین عملکرد دانه و لاین‌های ۲۵۰۵۴۰ و S-541-2 بیشترین محتوی روغن را داشتند. یاری و همکاران (Yari et al., 2014) با ارزیابی گلرنگ بهاره تحت تأثیر تنش خشکی ایجادشده در اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی، مشاهده کردند که تنش خشکی در مرحله گلدهی بیشترین تأثیر را در کاهش ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد روغن داشته است.

یکی از راه‌های افزایش تحمل گیاهان به تنش‌ها، بالا بردن میزان مواد آنتی‌اکسیدان درون‌سلولی مانند اسید آسکوربیک است. اسید آسکوربیک از مهم‌ترین ضداکسیدان‌های گیاهی است که در بسیاری از فرآیندهای سلولی مانند فتوسنتز، حفاظت نوری و مقاومت به تنش‌های محیطی نقش اساسی دارد (Poorter et al., 2012). گزارش شده است که محلول-پاشی اسید آسکوربیک موجب افزایش معنی‌دار درصد روغن، تحت تنش کم‌آبی در گیاه ریحان شده است (Shigeoka et al., 2002). عرب و همکاران (Arab et al., 2016) گزارش کردند که محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک موجب افزایش عملکرد دانه و عملکرد روغن در گلرنگ شد.

اسید جاسمونیک و مشتقات آن‌که معمولاً با عنوان جاسمونات‌ها شناخته می‌شوند، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی پیچیده‌ای هستند که بر طیف وسیعی از واکنش‌های فیزیولوژیکی و نموی گیاهان اثر گذاشته و در پاسخ به تنش-های زنده و غیرزنده عمل می‌کنند (Taqi et al., 2011). اسید جاسمونیک به‌عنوان یک جاروب کننده ترکیبات اکسیدکننده موجب بهبود رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، میزان فتوسنتز و عملکرد دانه می‌شود (Joseph and Sujatha, 2010). تأثیر محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک در بهبود شاخص سطح برگ و عملکرد دانه در گیاه گلرنگ توسط قاسمی گلعذانی و حسین زاده ماهوتی (Ghassemi-Golazani and Hosseinzadeh Mahootchi, 2015) نیز گزارش شده است.

با توجه به اهمیت گیاه گلرنگ ازنظر کمیت و کیفیت روغن، کاربردهای متنوع آن در صنایع روغن‌کشی، رنگرزی و مصارف دارویی به نظرمی‌رسد که افزایش عملکرد در واحد سطح در شرایط کم آبیاری، راهکار مناسبی برای دست‌یابی به افزایش تولید این گیاه و بهبود شرایط اقتصادی کشاورزان و همچنین تأمین قسمتی از نیاز کشور به روغن باشد. در مقایسه با روش‌های به نژادی که اغلب بلندمدت و پرهزینه هستند، برخی از روش‌های مدیریت زراعی مانند استفاده از مواد شیمیایی شامل اسید آسکوربیک، اسید جاسمونیک و سایر ترکیبات آسان‌تر، ارزان‌تر و زودبازده‌تر هستند بنابراین هدف از این پژوهش، تعیین اثرات اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک مهم ژنوتیپ-های گلرنگ تحت تیمارهای کم آبیاری بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد (با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۲۰۵۰ متر از سطح دریا) طراحی و اجرا شد. جهت مطالعه اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد گلرنگ آزمایشی به‌صورت اسپلیت- فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در بهار ۱۳۹۶ اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل تیمارهای کم آبیاری (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گلرنگ) که از مرحله طویل شدن ساقه‌ها اعمال شد و فاکتور فرعی اول آزمایش شامل سه ژنوتیپ گلرنگ (محلی اصفهان، فرامان و سینا) بود که از شرکت توسعه کشت گیاهان روغنی اصفهان تهیه شد. ژنوتیپ سینا و فرامان ژنوتیپ‌هایی مقاوم به خشکی، زودرس و مناسب کشت دیم می‌باشند و ژنوتیپ محلی اصفهان زودرس و باوجود مقاومت زیاد به گرما در مقایسه با ژنوتیپ سینا و فرامان حساسیت بیشتری به خشکی دارد. فاکتور دوم مربوط به سه سطح محلول‌پاشی شامل کنترل،

محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک با غلظت ۰/۵ میلی مولار و محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک با غلظت ۲۰ میلی مولار بود که قبل از مرحله گلدهی گلرنگ انجام گرفت. نتیجه آزمون خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1. Some physical and chemical properties of field soil

Chemical properties					Physical properties			
هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	بافت
dS/m		%	------ mg/kg------		----------%----------			Loam
1.1	7.7	0.09	7.1	296	41	42	17	لوم

هر کرت آزمایش شامل نه ردیف کاشت به طول سه متر بود. فاصله بوته‌ها روی ردیف پنج سانتی‌متر و تراکم بوته در هر کرت ۴۰ بوته در مترمربع بود. کشت در اوایل اردیبهشت و با توجه به تأخیر در زمان کاشت به‌صورت کشت تأخیری انجام شد. کلیه عملیات داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز و آفات، سله شکنی به‌صورت دستی به‌موقع اجرا شد. تغذیه گیاه گلرنگ بر اساس توصیه آزمون خاک، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع کود اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص انجام شد.

آبیاری کرت‌های آزمایش تا قبل از اعمال تیمار کم آبیاری برحسب شرایط آب و هوایی و تخلیه رطوبتی خاک و بر اساس تخلیه آب سهل‌الوصول که میزان آن برابر ۶۵ درصد آب قابل‌دسترس بود انجام شد. نیاز آبی گیاه بر پایه اندازه‌گیری تغییرات رطوبت خاک با دستگاه رطوبت‌سنج تتاپروب مدل SM300 و مطابق روش فرشی (Farshi, 2003) برآورد شد. با استفاده از این دستگاه میزان رطوبت خاک تعقیب شده و زمان رسیدن به حد رطوبت تخلیه مجاز (Management Available Deficit) مشخص گردید. تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد به ترتیب به میزان ۷۵ و ۵۰ درصد آب مصرفی تیمار شاهد آب دریافت کردند. مقدار رطوبت MAD، طبق رابطه ۱ محاسبه شد.

$$\Theta MAD = \Theta FC - (\Theta FC - \Theta PWP).\ MAD \qquad [۱]$$

در این رابطه: ΘFC = رطوبت حجمی در ظرفیت زراعی مزرعه (٪)، ΘPWP = رطوبت حجمی در نقطه پژمردگی دائم (٪)، MAD = ضریب تخلیه مجاز

زمانی که رطوبت خاک به حد پایینی رطوبت سهل‌الوصول (θ_{MAD}) رسید، عمق آب آبیاری بر اساس کمبود رطوبت خاک مطابق با رابطه ۲ اعمال شد.

$$d = (\Theta FC - \Theta soil).\ D \qquad [۲]$$

$$V = d \times A \times 1000 \qquad [۳]$$

در این رابطه: d = عمق آب موردنیاز (m)، D: عمق مؤثر ریشه گیاه (m)، Θsoil رطوبت خاک پیش از آبیاری (m/m)، A سطح کرت (m^2)، V حجم آبیاری (L).

با مشاهده علائم رسیدگی گیاه در اواسط مهر، ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت آزمایشی برداشت و ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند. طی مرحله فوق، از هر کرت آزمایشی ۱/۵ مترمربع برداشت و دانه‌ها جدا و پس از خشک شدن با ترازوی دقیق وزن دانه‌ها اندازه‌گیری و عملکرد دانه محاسبه شد.

جهت اندازه‌گیری روغن دانه، مقدار ۲ گرم نمونه آسیاب و خشک‌شده مربوط به هر کرت، توسط دستگاه سوکسله به مدت ۱۶ ساعت در مجاورت حلال پترولیوم اتر مورد استخراج روغن قرار گرفت و پس از توزین توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم، مقدار روغن نمونه هر کرت بر اساس ماده خشک، به‌صورت درصد تعیین گردید (Asghari and Habibi, 2016). اندازه‌گیری اسیدهای چرب روغن بر پایه روش ماتکالف و همکاران (Metcalf et al., 1966) و با استفاده از دستگاه فام نگار (کروماتوگرافی) گازی (UNICAM 4600, England) با ستون کاپیلاری BPX 70 به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌لیتر، انجام شد.

تجزیه واریانس صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹) انجام گرفت و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد

مقایسه قرار گرفتند. رسم جداول نیز توسط نرم‌افزارهای Excel و word صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که برهمکنش تیمارهای کم‌آبیاری×ژنوتیپ بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در پژوهشی دیگر نیز در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت رژیم‌های مختلف آبیاری، تفاوت معنی‌داری ازنظر ارتفاع بوته گزارش شده است (Shiravand et al., 2016). در گلرنگ ارتفاع بوته و در پی آن ارتفاع غوزه، در مرحله ساقه‌روی تعیین می‌گردد بنابراین تنش آبیاری در مرحله ساقه‌روی گلرنگ، ارتفاع گیاه را کاهش می‌دهد. به‌طوری‌که نشان داده شده است که وقوع تنش خشکی در مرحله ساقه‌روی با اختلال در فرآیندهای فتوسنتزی و کاهش تولید مواد پرورده جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد، مانع از دست‌یابی به پتانسیل ژنتیکی کامل گیاه می‌گردد. به‌علاوه افزایش تنش خشکی در دوره رشد گیاه سبب می‌گردد رقابت برای جذب آب بین بخش‌های هوایی و همچنین زمینی در بوته افزایش یابد و در این رقابت، گیاه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به اندام‌هایی که مقصد قوی‌تری هستند اختصاص دهد و درنتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به ساقه رسیده و یا مواد ذخیره‌شده در ساقه با سایر مقصدهای فیزیولوژیک منتقل می‌شود، که این موضوع باعث کاهش ارتفاع بوته می‌گردد (Purdy, 1985).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۹۱/۹۹ سانتی‌متر) مربوط به تیمارهای ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ محلی اصفهان و کمترین ارتفاع گیاه (۴۴/۰۴ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ سینا بود (جدول ۳). پهلوانی و همکاران (Pahlavani et al., 2018) طی بررسی ژنوتیپ‌های گلرنگ گزارش کردند صفت ارتفاع بوته در میان ژنوتیپ‌ها توارث‌پذیری عمومی بالایی دارد. همچنین مقادیر بالای توارث‌پذیری خصوصی برای ارتفاع بوته نشان داد که واریانس ژنتیکی افزایشی، نقش قابل‌توجهی در ایجاد تنوع در این صفت دارد و این ویژگی نشان از نقش ژن‌هایی با اثرات افزایشی در کنترل ژنتیکی ارتفاع ژنوتیپ‌های گیاه دارد بنابراین بخش بیشتر تنوع مشاهده‌شده در ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های گلرنگ در این مطالعه، توسط عوامل ژنتیکی ایجاد شده است.

اثر محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک بر ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های گلرنگ معنی‌دار شد (جدول ۲)، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک (۷۰/۲۸ سانتی‌متر) و کمترین آن (۶۷/۶۲ سانتی‌متر) مربوط به تیمار بدون محلول‌پاشی بود. احتمالاً اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک با تعدیل آثار تنش و بهبود فرایند فتوسنتز موجب افزایش تقسیم و گسترش تقسیم سلولی و موجب افزایش ارتفاع بوته می‌شوند.

تعداد غوزه در بوته

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای کم آبیاری، ژنوتیپ و محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک بر تعداد غوزه در بوته معنی‌دار شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد غوزه در بوته (۲۴/۲۱) از تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری گلرنگ و کمترین آن (۸/۰۲) از تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبیاری گلرنگ به دست آمد (جدول ۳). به‌طوری‌که تعداد غوزه در بوته در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری گلرنگ ۶۶/۸۷ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری کاهش یافت (جدول ۳).

با افزایش شدت تنش کم آبیاری تعداد غوزه در بوته کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین تعداد غوزه در بوته مربوط به تیمار بدون تنش آبیاری بود. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج گزارش شده توسط شیراوند و مجیدی (Shiravand and Majidi, 2016) مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گلرنگ ازنظر تعداد دانه در غوزه تحت شرایط کم آبیاری مطابقت دارد. به نظر می‌رسد هر عاملی مانند آبیاری که فرصت رشد بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد، موجب شکل‌گیری مکان‌های بیشتری جهت تشکیل غوزه در روی گیاه، از طریق افزایش انشعابات جانبی شاخساره و دوره رشد خواهد شد. بین ژنوتیپ‌های گلرنگ نیز ازنظر تعداد غوزه در بوته تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین تعداد غوزه (۱۶/۸۳) و کمترین آن (۱۴/۷۲) به ترتیب مربوط به ژنوتیپ سینا و محلی اصفهان بود (جدول ۳). بین ژنوتیپ محلی اصفهان و فرامان ازنظر تعداد غوزه در بوته تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک بر برخی صفات مورفولوژیک، درصد روغن و برخی اسیدهای چرب روغن دانه در ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت رژیم‌های کم آبیاری

Table2. Results of variance analysis of effect of foliar application of ascorbic acid and jasmonic acid on some morphological traits; oil percentage and some fatty acid composition of safflower genotypes under deficit irrigation regimes

Source of Variation	منبع تغییر	درجه آزادی df	تعداد غوزه در بوته Head number per plant	تعداد دانه در غوره Number of seed per head	وزن هزار دانه 1000- grain weight	درصد روغن oil percentage	عملکرد دانه Grain yield
Replication	تکرار	2	828.35	1197.33	260.71	29.16	5942.8
deficit irrigation irrigation (D)	کم آبیاری	2	1796.987*	3758.59*	150.32*	2.20*	432169**
Ea	اشتباه اصلی	4	249.73	383.14	10.21	0.31	5477.9
Genotype (G)	ژنوتیپ	2	34.41**	24.46*	961.52**	45.55**	757356**
Foliar application (F)	محلول‌پاشی	2	52.19**	1.12ns	6.47*	2.72*	73160**
G × D	تنش کم آبیاری × ژنوتیپ	4	3.12ns	3.46ns	1.75ns	0.29ns	914.3ns
F× Ge	ژنوتیپ× محلول‌پاشی	4	0.05ns	0.037ns	0.68ns	0.19ns	750.1ns
F × D	تنش کم آبیاری×محلول‌پاشی	4	0.46ns	0.09ns	0.02 ns	0.27ns	755.2ns
G ×F × D	تنش کم‌آبیاری×محلول‌پاشی× ژنوتیپ	8	0.34ns	0.07ns	0.19ns	0.33ns	1082.4ns
Eb	اشتباه فرعی	48	1.29	1.38	0.91	0.31	1182.4
CV(٪)	ضریب تغییرات (٪)		*7.32*	*5.98*	*2.32*	*2.07*	*2.28*

Table 2. Continued **جدول ۲. ادامه**

Source of Variation	منبع تغییر	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Height plant	اسید اولئیک Oleic acid	اسید لینولئیک Linoleic acid	اسید استئاریک Stearic acid	اسید پالمتیک Palmitic acid
Replication	تکرار	2	31.17	66.12	116.75	13.4	4.71
deficit irrigation irrigation (D)	کم آبیاری	2	9915.79**	22.27*	51.55**	21.67**	33.69**
Ea	اشتباه اصلی	4	0.098	2.64	3.01	0.63	1.82
Genotype (G)	ژنوتیپ	2	215.69**	56.76**	64.91**	0.54*	19.31**
Foliar application (F)	محلول‌پاشی	2	54.24**	5.14**	8.64*	0.62*	17.86**
G × D	تنش کم آبیاری × ژنوتیپ	4	185.47**	0.66*	1.01ns	0.16ns	1.27*
F× Ge	ژنوتیپ× محلول‌پاشی	4	1.18ns	0.08ns	0.24ns	O11ns	0.48ns
F × D	تنش کم آبیاری×محلول‌پاشی	4	1.68ns	0.005ns	0.23ns	0.15ns	0.44ns
G ×F × D	تنش کم‌آبیاری×محلول‌پاشی× ژنوتیپ	8	0.32ns	0.14ns	0.21ns	0.11ns	0.6ns
Eb	اشتباه فرعی	48	0.89	0.24	0.75	0.067	0.34
CV(٪)	ضریب تغییرات (٪)		*1.36*	*3.37*	*1.16*	*10.24*	*6.73*

ns عدم تفاوت معنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

ns, * and ** No significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

با توجه به اینکه در این پژوهش، ژنوتیپ‌های سینا و فرامان دارای تعداد غوزه بیشتری در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان بودند به نظر می‌رسد این دو ژنوتیپ دارای سرعت رشد و نموی مطلوب‌تری در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان بوده که این ویژگی، موجب افزایش بهره‌برداری از پتانسیل-

های محیطی و افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به مریستم‌های زایشی را فراهم نموده است. از سوی دیگر احتمالاً تفاوت‌های ژنتیکی ژنوتیپ‌های سینا و فرامان با ژنوتیپ محلی اصفهان ازنظر تعداد مریستم‌های زایشی ایجادکننده غوزه، زمینه تفاوت در تعداد غوزه در بوته را بین ژنوتیپ‌های سینا و فرامان در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان ایجاد نموده است. با توجه به نتایج بیان‌شده در این پژوهش می‌توان کاهش یا افزایش تعداد غوزه در ژنوتیپ‌های موردبررسی را با تغییر تعداد شاخه‌های جانبی که خود تحت تأثیر عوامل ارثی و محیطی هستند مربوط دانست. با توجه به اینکه در این پژوهش تعداد غوزه در بوته در بین ژنوتیپ‌ها از تنوع برخوردار بود می‌توان ژنوتیپ‌هایی با تعداد غوزه بیشتر را برای انتخاب غیرمستقیم عملکرد انتخاب کرد.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرهای ساده تنش کم آبیاری و ژنوتیپ‌های گلرنگ بر برخی صفات مورفولوژیک، درصد روغن و برخی اسیدهای چرب روغن دانه

Table3. Mean comparison of simple effectse of deficit irrigation regimes and safflower genotypes on some morphological traits; oil percentages and some fatty acid composition

Treatment	تیمار	تعداد غوزه در بوته Head number per plant	تعداد دانه در غوزه Number of seed per head	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield	درصد روغن oil percentages
Deficit irrigation	**تنش کم آبیاری**			(gr)	(kg/ha)	(%)
100٪ plant water requirement.	**تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی**	24.21[a]	31.04[a]	43.14[a]	1635.2[a]	27.21[a]
75٪ plant water requirement.	**تیمار آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی**	14.39[ab]	20.55[ab]	41.68[a]	1513.29[b]	27.09[a]
50٪ plant water requirement.	**تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی**	8.02[b]	7.49[b]	38.52[b]	1382.22[c]	26.67[b]
Genotype	**ژنوتیپ**					
Faraman	**فرامان**	15.08[b]	19.24[b]	43.18[c]	1341.2[c]	27.66[a]
Isfahan Local	**محلی اصفهان**	14.72[b]	20.79[a]	34.39[b]	1513.35[b]	25.49[b]
Sina	**سینا**	16.83[a]	19.05[b]	45.78[a]	1676.3[a]	27.82[a]

Table 3. Continued **جدول ۳. ادامه**

			درصد ترکیب اسیدهای چرب Fatty acids composition			
Treatment	تیمار	ارتفاع بوته Height plant	اسید اولئیک Oleic acid	اسید لینولئیک Linoleic acid	اسید استئاریک Stearic acid	اسید پالمتیک Palmitic acid
Deficit irrigation	**تنش کم آبیاری**	(cm)	---------- (%) ----------			
100٪ plant water requirement	**تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی**	85.59[a]	14.03[a]	76.3[a]	1.67[c]	7.52[b]
75٪ plant water requirement.	**تیمار آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی**	73.96[b]	13.22[ab]	74.25[b]	2.45[b]	9.26[a]
50٪ plant water requirement.	**تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی**	48.15[c]	12.22[b]	73.42[c]	3.45[a]	9.68[a]
Genotype	**ژنوتیپ**					
Faraman	**فرامان**	68.81[b]	13.56[b]	74.25[b]	2.5[ab]	9.09[b]
Isfahan Local	**محلی اصفهان**	72.24[a]	11.55[c]	76.3[a]	2.63[a]	7.98[c]
Sina	**سینا**	66.64[c]	14.37[a]	73.26[c]	2.45[b]	9.39[a]

میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by the similar letters have not significant differences by LSD'S test

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تیمار محلول-پاشی، بیشترین تعداد غوزه در بوته به ترتیب مربوط به تیمار محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و کمترین آن مربوط به تیمار بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۴) به‌طوری‌که در تیمار محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک تعداد غوزه در بوته ۱۷/۹۴ درصد در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی افزایش یافت (جدول ۴).

عرب و همکاران (Arab et al., 2016) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک موجب افزایش تعداد غوزه در گیاه گلرنگ شد. به نظر می‌رسد که خواص آنتی‌اکسیدانی اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک، موجب بهبود کارکردهای فیزیولوژیک و واکنش‌های رشدی تحت تیمارهای کم آبیاری شده و بهبود شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، سرعت رشد محصول اتفاق افتاده است. افزایش شاخص‌های مذکور، می‌تواند موجب افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به آغازه‌های رویشی شاخه‌ها شده و تعداد شاخه‌ها افزایش‌یافته و زمینه را جهت افزایش تعداد غوزه در بوته گلرنگ فراهم نموده است. از سوی دیگر، افزایش میزان مواد فتوسنتزی موجب افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به غوزه‌ها شده و غوزه‌های بیشتری تشکیل‌شده و باقی‌مانده‌اند.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرهای ساده محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک بر برخی صفات مورفولوژیک، درصد روغن و برخی اسیدهای چرب روغن ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت تنش کم آبیاری

Table 4. Mean comparison of simple effects foliar application of ascorbic acid and jasmonic acid on some morphological traits; oil percentage and grain fatty acid composition of safflower genotypes under deficit irrigation

محلول‌پاشی Foliar application	تعداد غوزه در بوته Head number per plan	وزن هزار دانه 1000-grain weight (gr)	درصد روغن Oil percentages	عملکرد دانه Grain yield
			(%)	(kg/ha)
بدون محلول‌پاشی Without foliar application	13.93[b]	34.39[c]	26.64[b]	1450.18[b]
محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک Foliar application with jasmonic acid	16.26[a]	43.18[b]	27.07[a]	1537.48[a]
محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک Foliar application with ascorbic acid	16.43[a]	45.78[a]	27.26[a]	1542.5[a]

جدول ۴. ادامه

Table 4. Continued

محلول‌پاشی Foliar application	ارتفاع Height plant	اسید اولئیک Oleic acid	اسید لینولئیک Linoleic acid	اسید پالمتیک Palmitic acid	اسید استئاریک Stearic acid
	cm	----------	----------	%----------	----------
بدون محلول‌پاش Without foliar application	67.62[a]	12.67[c]	73.98[c]	9.61[a]	2.93[a]
محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک Foliar application with jasmonic acid	69.79[a]	13.29[b]	74.75[b]	8.66[b]	2.44[b]
محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک Foliar application with ascorbic acid	70.28[b]	13.52[a]	75.09[a]	8.01[c]	2.23[c]

میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the similar letters have not significant differences by LSD'S test

تعداد دانه در غوزه

نتایج نشان داد که برهمکنش تیمارهای کم‌آبیاری × ژنوتیپ بر تعداد دانه در غوزه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین (۳۱/۰۴) و کمترین (۷/۴۹) تعداد دانه در غوزه به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ محلی اصفهان و کمترین تعداد دانه در غوزه مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ سینا شد (جدول ۵)، به‌طوری‌که

تعداد دانه در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ سینا ۷۵/۸۶ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ محلی اصفهان کاهش یافت (جدول ۴).

یائو (Yau, 2006) گزارش کرده که تنش ناشی از کم آبیاری، موجب خشک شدن دانه گرده و کاهش میزان تلقیح شده و درنتیجه درصد دانه‌های پوک در غوزه افزایش و یا تعداد دانه در غوزه کاهش می‌یابد. همچنین به نظر می‌رسد تعداد بیشتر غوزه در ژنوتیپ‌های سینا و فرامان می‌تواند موجب کاهش تخصیص مواد فتوسنتزی به هر غوزه شده و بنابراین میزان سقط‌جنین در غوزه‌های ژنوتیپ‌های سینا و ژنوتیپ فرامان در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان بیشتر شده باشد. کاهش تعداد دانه در غوزه تحت تأثیر تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گلرنگ توسط برخی از پژوهش‌گران گزارش شده است (Behdani and Jami Al-Mahdi, 2010).

وزن هزار دانه

اثر رژیم‌های مختلف کم آبیاری بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در تیمار ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبیاری به ترتیب بیشترین (۴۳/۱۴ گرم) و کمترین (۳۸/۵۲ گرم) وزن هزار دانه به دست آمد (جدول ۳). به‌طوری‌که وزن هزار دانه در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری ۱۰/۷۰ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول ۳).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، تنش ناشی از کم آبیاری، موجب کاهش وزن هزار دانه شد. گزارش شده تنش خشکی رشد گیاه گلرنگ را کاهش داده و تولید اندام‌های زایشی و همچنین پر شدن دانه را تحت تأثیر قرار داده است. ازاین‌رو با افزایش رطوبت، آسیمیلاسیون کربن با سهولت بیشتری امکان‌پذیر بوده و سبب بهبود رشد گیاه و پر شدن دانه و افزایش عملکرد دانه می‌گردد (Miladi-lari and Ehsanzadeh, 2010). کاهش وزن هزار دانه در گیاه گلرنگ، می‌تواند ناشی از کوچک بودن سطح برگ‌ها در اثر تنش خشکی و درنتیجه ساخته‌شدن مواد فتوسنتزی کمتر بوده و درنتیجه مبدأهای فیزیولوژیک محدودتری برای دانه‌ها (مقصد فیزیولوژیک) فراهم بوده و همچنین تنش خشکی سبب کاهش طول دوره پر شدن دانه می‌شود که این مسئله به‌نوبه خود بر کاهش وزن هزار دانه مؤثر است (Fathian and Ehsanzadeh, 2013).

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ نیز ازنظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه (۴۵/۷۸ گرم) مربوط به ژنوتیپ سینا و کمترین آن (۳۴/۳۹ گرم) مربوط به ژنوتیپ محلی اصفهان بود (جدول ۳).

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ نیز ازنظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. احتمالاً برتری ژنوتیپ سینا در رابطه با وزن هزار دانه به ویژگی‌های ژنتیکی و فیزیولوژیکی آن برمی‌گردد. ازآنجایی‌که ژنوتیپ‌های سینا و فرامان تعداد دانه در غوزه کمتری داشتند به‌طورمعمول می‌بایست وزن هزار دانه آن‌ها افزایش یابد، زیرا سهم مواد فتوسنتزی اختصاص‌یافته به هر دانه افزایش یافته است. همچنین این احتمال وجود دارد که سرعت پر شدن یا طول دوره پر شدن دانه در ژنوتیپ‌های سینا و فرامان در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان بیشتر بوده که موجب افزایش وزن دانه این دو ژنوتیپ در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان شده است. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج گزارش شده توسط بهدانی و جامی الاحمدی (Behdani and Jami Al-Mahdi, 2010) مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گلرنگ ازنظر وزن هزار دانه مطابقت دارد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در اثر محلول‌پاشی بیشترین وزن هزار دانه گلرنگ به ترتیب مربوط به تیمار محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و کمترین آن مربوط به تیمار بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۴) به‌طوری‌که در تیمار محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک وزن هزار دانه ۲۴/۸۷ درصد در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی افزایش یافت و در تیمار محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک وزن هزار دانه ۲۱/۷۴ درصد در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی افزایش یافت (جدول ۴). گزارش شده که اسید آسکوربیک به دلیل نقش آن به‌عنوان کوفاکتور مهم در بیوسنتز بسیاری از هورمون‌های گیاهی از طریق احیای این هورمون‌ها سبب تعدیل آثار تنش، افزایش تقسیم و گسترش سلولی و موجب افزایش تعداد دانه، وزن دانه و عملکرد دانه می‌شود (Soha et al., 2010). همچنین به نظر می‌رسد که خواص آنتی‌اکسیدانی اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک با کاهش اثرات نامطلوب تنش کم آبیاری و بهبود فتوسنتز موجب افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه و افزایش طول دوره پر شدن دانه و افزایش وزن هزار دانه شده است.

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات معنی‌دار در اثرات متقابل ژنوتیپ × سطوح کم آبیاری

Table 5. Mean comparisons of significant traits in genotype interaction and deficit irrigation levels

آبیاری Irrigation	Genotype	ژنوتیپ	صفات Traits: ارتفاع بوته Plant height (cm)	اسید اولئیک Oleic acid (%)	اسید پالمتیک Palmitic acid (%)
۱۰۰ درصد نیاز آبیاری 100٪ plant water requirement	Sina	سینا	78.9[c]	15.5[a]	7.87[d]
	Faraman	فرامان	85.88[b]	14.46[b]	7.64[d]
	Isfahan local	محلی اصفهان	91.99[a]	12.15[d]	7.04[e]
۷۵ درصد نیاز آبیاری 75٪ plant water requirement	Sina	سینا	70.86f	14.37[b]	9.95[ab]
	Faraman	فرامان	74.01e	13.7[c]	9.49b
	Isfahan local	محلی اصفهان	76.96d	11.59[e]	7.79[d]
۵۰ درصد نیاز آبیاری 50٪ plant water requirement	Sina	سینا	44.04[i]	13.24[c]	10.35[a]
	Faraman	فرامان	49.67[h]	12.51[d]	10.14[a]
	Isfahan local	محلی اصفهان	50.73[g]	10.92[f]	8.57[c]

میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the similar letters have not significant differences by LSD'S test

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش کم آبیاری، ژنوتیپ و محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری گلرنگ و کمترین آن از تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبیاری گلرنگ به دست آمد (جدول ۳). عملکرد دانه در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری گلرنگ ۱۸/۳ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول ۳).

عملکرد دانه در این پژوهش با افزایش شدت تنش کم آبیاری کاهش یافت که این موضوع به دلیل کاهش رقابت بین گیاهان برای آب و افزایش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غوزه و وزن هزار دانه گیاه است (Khalili et al., 2016). کمترین عملکرد دانه در رژیم آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبیاری به دست آمد که به نظر می‌رسد تنش کم آبیاری باعث ایجاد تنش اکسیداتیو می‌شود و این تنش موجب اختلال در ساختار کلروپلاست و کاهش محتوی کلروفیل می‌شود و درنتیجه منجر به کاهش فعالیت فتوسنتزی و عملکرد دانه گیاه شده است (Amini et al., 2013).

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ نیز ازنظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه (۱۶۷۶/۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن (۱۳۴۱/۲ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب مربوط به ژنوتیپ سینا و ژنوتیپ محلی اصفهان بود (جدول ۳). بین ژنوتیپ محلی اصفهان و فرامان نیز ازنظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳).

با توجه به نتایج این پژوهش بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح در ژنوتیپ سینا که بیشترین غوزه در بوته را دارا بود به دست آمد و اما کمترین میزان صفت مذکور در ژنوتیپ محلی اصفهان به دست آمد. توسط برخی از پژوهش‌گران بین ژنوتیپ‌های گلرنگ تفاوت‌های معنی‌داری ازنظر عملکرد دانه در واحد سطح گزارش شده است (Kafy and Rostami, 2007). عملکرد دانه حاصل‌ضرب اجزا عملکرد، یعنی تعداد واحد زایشی در واحد سطح، تعداد دانه در واحد زایشی و متوسط وزن هزار دانه است و با توجه به این‌که در ژنوتیپ سینا که بیشترین تعداد غوزه در بوته را داشت بیشترین عملکرد دانه به دست آمد بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اهمیت تعداد غوزه در بوته در افزایش عملکرد دانه در ژنوتیپ-های موردبررسی در مقایسه با تعداد دانه در بوته بیشتر است. تفاوت‌های موجود در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ ازنظر ویژگی-های مورفولوژیک و اجزای عملکرد، موضوعی قابل‌قبول است و از تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها، می‌توان در برنامه‌های اصلاحی برای تولید ژنوتیپ‌های اصلاح‌شده گلرنگ استفاده کرد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در اثر محلول‌پاشی بیشترین عملکرد دانه گلرنگ به ترتیب مربوط به تیمار محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و کمترین آن مربوط به تیمار بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۴) به‌طوری‌که در تیمار محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک عملکرد دانه ۵/۹ درصد در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی افزایش یافت (جدول ۴). گزارش شده که اسید آسکوربیک با تعدیل آثار تنش، افزایش تقسیم و گسترش تقسیم سلولی موجب افزایش تعداد دانه، وزن دانه و عملکرد دانه می‌شود (Soha et al., 2010). گزارش شده که محلول-پاشی با اسید آسکوربیک (Khosheghbal et al., 2010) و اسید جاسمونیک (Vatankhah et al., 2016) می‌تواند تولید مواد تنظیم‌کننده اسمزی به‌ویژه ساخت قندها و پرولین را در جهتی القا کند که درنهایت موجب حفظ محتوای نسبی آب و بهبود فتوسنتز و افزایش عملکرد شود.

به نظر می‌رسد که خواص آنتی‌اکسیدانی اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک و همچنین اثر این ترکیبات بر تولید مواد تنظیم‌کننده اسمزی به‌ویژه ساخت قندها و پرولین موجب کاهش اثرات نامطلوب تنش کم آبیاری شده و بهبود فتوسنتز موجب افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به آغازه-های رویشی شاخه‌ها شده و تعداد شاخه‌ها افزایش‌یافته و زمینه را جهت افزایش تعداد غوزه در بوته گلرنگ فراهم نموده است و از سوی دیگر افزایش میزان مواد فتوسنتزی موجب افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به غوزه و دانه شده و موجب حفظ غوزه‌ها شده است و از سقط دانه‌ها نیز تا حدودی جلوگیری کرده و طول دوره پر شدن دانه را نیز افزایش داده و درنهایت با توجه به موارد بیان‌شده این ترکیبات (اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک) موجب افزایش عملکرد دانه شده‌اند. عرب و همکاران (Arab et al., 2016) گزارش کردند که محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه گلرنگ شد. همچنین مرادی توچالی و همکاران (Moradi Tochali et al., 2017) گزارش کرد که محلول-پاشی با اسید آسکوربیک موجب افزایش درصد روغن و عملکرد دانه در گیاه بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea*) شد. گزارش شده است که محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک موجب افزایش عملکرد دانه گلرنگ می‌شود (Ghassemi-Golazani and Hosseinzadeh- Mahootchi, 2015).

درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش کم آبیاری، ژنوتیپ و محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک بر درصد روغن دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین درصد از روغن از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری گلرنگ و کمترین آن از تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبیاری گلرنگ به دست آمد (جدول ۳).

گزارش شده که درصد روغن دانه گلرنگ در اثر تیمارهای مختلف آبیاری تغییر اندکی می‌کند اما این تغییر معنی‌دار است (Ashrafi and Razmjoo, 2010). ازجمله دلایلی که برای تغییرات اندک درصد روغن در شرایط اعمال تیمارهای مختلف آبیاری آورده شده است این است که مقدار روغن دانه صفتی کمی است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و بنابراین احتمال آسیب دیدن تمامی ژن‌های کنترل‌کننده این صفت بسیار کم است (kafy and Rostami, 2007). نکته دیگر این‌که درصد روغن عبارت است از نسبت روغن موجود در دانه، به کل وزن دانه که شامل پوست و فیبر نیز می‌شود. چون در شرایط اعمال تنش، کل وزن دانه نیز کاهش می‌یابد این نکته باعث می‌شود که باوجود کاهش میزان روغن دانه، درصد روغن دانه تغییر زیادی نداشته باشد (Ashrafi and Razmjoo, 2010).

با توجه به نتایج این پژوهش بیشترین درصد روغن در ژنوتیپ سینا به دست آمد و اما کمترین میزان صفت مذکور در ژنوتیپ محلی اصفهان حاصل شد.

در این پژوهش تفاوت معنی‌دار درصد روغن در ژنوتیپ-های سینا و فرامان با ژنوتیپ محلی اصفهان احتمالاً به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی در رابطه با ژن‌های کنترل‌کننده میزان روغن دانه و همچنین سازگاری بیشتر ژنوتیپ‌های سینا و فرامان با شرایط محیطی موجب افزایش بهره‌برداری از پتانسیل‌های محیطی و افزایش سنتز مواد فتوسنتزی و تخصیص آن به دانه شده و میزان سنتز روغن را افزایش داده است. از سوی دیگر به نظر می‌رسد که طول دوره پر شدن دانه در ژنوتیپ‌های سینا و فرامان در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان بیشتر بوده و فرصت بیشتری جهت سنتز روغن ایجاد نموده است. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج گزارش شده توسط (Ashrafi and Razmjoo 2010) مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گلرنگ ازنظر درصد روغن مطابقت دارد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در اثر محلول‌پاشی بیشترین درصد روغن گلرنگ به ترتیب مربوط به تیمار محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و محلول‌پاشی با اسید

جاسمونیک و کمترین آن مربوط به تیمار بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۴).

تحت تأثیر محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک، درصد روغن دانه افزایش پیدا کرد. مطابق با نتایج این پژوهش محققان مختلفی نیز نتایج مشابهی در رابطه با اثر اسید آسکوربیک بر افزایش درصد روغن دانه گیاهان مختلف گزارش کرده‌اند (Helmy, 2014). به نظر می‌رسد که اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک از طریق کاهش ترکیبات اکسیدکننده و افزایش جذب عناصر غذایی موجب بهبود شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت رشد محصول شده و درنهایت با افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه و افزایش طول دوره پر شدن دانه میزان سنتز روغن افزایش‌یافته است.

ترکیب اسیدهای چرب

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهمکنش تیمارهای کم آبیاری × ژنوتیپ بر محتوای اسید اولئیک معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین درصد اسید اولئیک (۱۵/۵ درصد) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری × ژنوتیپ سینا و کمترین آن (۱۰/۹۲۲ درصد) مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری× ژنوتیپ محلی اصفهان بود (جدول ۵). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که طی محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک بیشترین محتوای اسید چرب اولئیک (۱۳/۵۲ درصد) مربوط به تیمار محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و کمترین آن (۱۲/۶۷ درصد) مربوط به تیمار بدون محلول‌پاشی شد (جدول ۴).

اثر تیمارهای کم آبیاری بر محتوای اسید لینولئیک معنی‌دار شد (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین محتوای اسید لینولئیک مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و کمترین آن مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری بود (جدول ۳). محتوای اسید لینولئیک در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری ۳/۹ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری کاهش یافت (جدول ۳). نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین محتوای اسید لینولئیک مربوط به ژنوتیپ محلی اصفهان (۷۶/۳ درصد) و کمترین آن (۷۳/۲۶ درصد) مربوط به ژنوتیپ سینا بود (جدول ۳).

در اثر محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک میزان اسید لینولئیک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میزان اسید لینولئیک در اثر محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی به ترتیب ۱/۴ درصد و ۱/۱ درصد افزایش یافت (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر برهمکنش تیمارهای کم آبیاری × ژنوتیپ بر محتوای اسید پالمتیک معنی‌دار شد (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین محتوای اسید پالمتیک (۱۰/۳۵ درصد) از تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ سینا به دست آمد و کمترین میزان اسید پالمتیک (۷/۰۴ درصد) از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ محلی اصفهان به دست آمد (جدول ۵).

تنش کم آبیاری به‌طور معنی‌داری موجب افزایش محتوای اسید استئاریک شد به‌طوری‌که بیشترین میزان این اسید چرب (۳/۴۵) از تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری به دست آمد (جدول ۳). با توجه به مقایسه میانگین بیشترین محتوای اسید استئاریک مربوط به ژنوتیپ محلی اصفهان و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ سینا بود (جدول ۳).

محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک موجب کاهش اسیدهای چرب اشباع اسید پالمتیک و اسید استئاریک شد به‌طوری‌که در اثر محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک محتوای اسید استئاریک و اسید پالمتیک در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی به ترتیب (۳۱/۹ درصد) و (۱۶/۶۴ درصد) کاهش یافت و در اثر محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک محتوای اسید استئاریک و اسید پالمتیک در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی به ترتیب (۸/۶ درصد) و (۷/۵ درصد) کاهش یافت (جدول ۴). تحت تأثیر تنش کم آبیاری محتوای اسیدهای چرب غیراشباع اسید لینولئیک و اسید اولئیک کاهش و محتوای اسیدهای چرب اشباع اسید پالمتیک و اسید استئاریک افزایش یافت. کاهش اسیدهای چرب غیراشباع در گلرنگ تحت شرایط تنش کم آبیاری توسط اشرفی و رزمجو (Ashrafi and Razmjoo, 2010) نیز گزارش شده است. افزایش محتوای اسیدهای چرب اشباع اسید پالمتیک و اسید استئاریک در گیاه بادام‌زمینی تحت شرایط تنش کم آبیاری توسط برخی پژوهش‌گران نیز گزارش شده است (Dwivedi et al., 1993). در پژوهشی گزارش شده است که کاهش درصد روغن دانه ارقام کلزا در شرایط تنش خشکی، به علت اکسیداسیون برخی اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه و کاهش قابلیت تبدیل هیدرات‌های کربن به روغن در شرایط تنش است (Jabbari and Khosh-Kholgh, 2017). همچنین گزارش شده تحت شرایط تنش

خشکی، نسبت درصد اسیدهای چرب اشباع به اسیدهای چرب غیراشباع در روغن دانه ارقام کلزا افزایش می‌یابد (Jabbari and Khosh-Kholgh, 2017).

محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک محتوای اسیدهای چرب اشباع اسید پالمتیک و اسید استئاریک را در گلرنگ کاهش و محتوای اسیدهای چرب غیراشباع اسید لینولئیک و اسید اولئیک را افزایش داد. به نظر می‌رسد که خواص آنتی‌اکسیدانی اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک موجب کاهش اثرات نامطلوب تنش خشکی شده‌اند و با کاهش اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع محتوای اسیدهای چرب غیراشباع را افزایش داده و همچنین با افزایش طول دوره پر شدن دانه فرصت بیشتری جهت سنتز اسیدهای چرب غیراشباع از اسیدهای چرب اشباع ایجاد نموده‌اند.

در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی در این پژوهش ژنوتیپ محلی اصفهان داری بیشترین محتوای اسید لینولئیک و ژنوتیپ سینا دارای کمترین محتوای اسید لینولئیک بود. مهم‌ترین اسید چرب غیراشباع ازلحاظ تغذیه‌ای، اسید لینولئیک است چون این اسید چرب در بدن انسان سنتز نمی‌شود و باید از طریق جیره غذایی تأمین گردد (Jabbari and Khosh-Kholgh, 2017)؛ بنابراین کیفیت تغذیه‌ای روغن ژنوتیپ محلی اصفهان در مقایسه با ژنوتیپ فرامان و سینا مناسب‌تر است و می‌توان در برنامه‌های اصلاحی هدفمند برای مصرف تغذیه‌ای روغن از آن استفاده کرد. پوردی (Purdy, 1985) گزارش نمود دوره نگهداری روغن گلرنگ دارای اسید اولئیک بالا نسبت به روغن با اسید لینولئیک بالا، بیشتر است؛ بنابراین ژنوتیپ سینا که در مقایسه با ژنوتیپ‌های محلی اصفهان و فرامان دارای اسید اولئیک بالا-تری است جهت نگهداری طولانی‌مدت روغن در انبار مناسب-تر است. با توجه به ضروری بودن اسیدهای چرب لینولئیک در بدن انسان (اسیدهای چرب ضروری) و میزان بالای آن در روغن گلرنگ می‌توان گفت که این روغن از ارزش تغذیه‌ای بالایی مشابه روغن‌زیتون برخوردار است. با توجه به این‌که ایران یکی از مناطق با تنوع زیاد در ژنوتیپ‌های گلرنگ است، برای موفقیت در برنامه‌های اصلاحی گلرنگ و استفاده از پتانسیل ژنتیکی توده‌های ایرانی توصیه می‌گردد توده‌های بومی بیشتری موردبررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، افزایش شدت تیمار کم آبیاری، سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، درصد روغن و کاهش محتوای اسیدهای چرب غیراشباع اسید اولئیک و اسید لینولئیک و افزایش محتوای اسیدهای چرب اشباع اسید پالمتیک و اسید استئاریک شد. ژنوتیپ سینا دارای بیشترین عملکرد دانه و درصد روغن تحت شرایط آبیاری نرمال و تیمار کم آبیاری بود، درحالی‌که ژنوتیپ محلی اصفهان جزء کم بازده‌ترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها ازنظر عملکرد دانه و درصد روغن طی انجام این پژوهش بود. تفاوت‌های موجود در بین ژنوتیپ‌ها ازنظر ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه، درصد روغن، محتوای اسید اولئیک، محتوای اسید لینولئیک، محتوای اسید استئاریک و محتوای اسید پالمتیک و عملکرد دانه از صفات مهم بوده که می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌ها و یا ارقام مناسب با شرایط خاص از آن استفاده کرد. محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک موجب افزایش عملکرد دانه، درصد روغن و افزایش اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش اسیدهای چرب اشباع در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی شدند، به نظر می‌رسد، تأثیر محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک برافزایش عملکرد دانه، درصد روغن و اسیدهای چرب غیراشباع تحت شرایط کم آبیاری راهکار مناسبی برای دستیابی به افزایش تولید و کیفیت روغن این گیاه و بهبود شرایط اقتصادی کشاورزان باشد و در مقایسه با روش‌های به نژادی که اغلب بلندمدت و هزینه‌بردار هستند، برخی از روش-های مدیریت زراعی مانند کاربرد اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک آسان‌تر، ارزان‌تر و زودبازده‌تر هستند.

منابع

Ahmadzadeh, S., Kadivar, M., Saeedi, G.H., 2009. Investigation of oil properties and seed composition in some safflower lines and cultivars. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 5(2), 136-150. [In Persian English summary].

Amini, H., Arzani, A., Bahrami, F., 2013. Seed yield and some physiological traits of safflower

as affected by water deficit stress. International Journal of Plant Production. 7(3), 598-614.

Arab, S., Baradaran Firouzabadi, M., Reza Asghari, H., Gholami, A., Rahimi, M., 2016. The effect of ascorbic acid and sodium nitroprusside foliar application on seed yield, oil and some agronomical traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under water deficit stress. Enviromental Stresses in Crop Sciences. 9(1), 15-27. [In Persian with English summary].

Asghari, B., Gharibi Asl, S., 2016. The oil and protein content of Isfahan's safflower in different periods of irrigation, levels of humic acid and superabsorbent. International Journal of Life Science and Pharma Research. 1, 56-63.

Ashrafi, E., Razmjoo, Kh., 2010. Effect of Irrigation regimes on oil content and interspecific variation and environmental control. New Phytologist. 193, 30–50.

Beyyavas, V., Haliloglus, H., Copur, O., Yilmaz, A., 2011. Determination of seed yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars; lines and populations under the semi-arid Conditions. South African Journal of Biotechnology. 10, 527-534.

Behdani, m., Jami Al-Mahdi, m., 2010. Response of spring safflower cultivars to irrigation intervals in birjand condition. Iranian Journal of Field Crops Research. 8(2), 315-335. [In Persian with English summary].

Dwivedi, S.L., Nigam, S.N., Jambunathan, R., Sahrawate, K.L., Nagabhushanam, G.V.S., Raghunath, K., 1993. Effects of genotypes and environments on oil content and oil quality parameters and their correlations in peanut (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Science. 20, 84-89.

Fathian, S., Ehsan Zade, P., 2013. Association between some physiological characteristics and yield in spring safflower under two irrigation regimes. Iranian Journal of Crop Science. 43(4), 649-659. [In Persian with English Summary].

Farshi, A.A., 2003. Irrigation Water Management at the Field. Iranian National Committee on Irrgation and Drainage. Ahvas. [Persian Book].

Fanaie, H.M., Keikha, H., Piri, E., 2015. Effect of seed priming on grain and oil yield of Safflower under irrigation deficit conditions. Journal of Seed Science and Research, 2(2), 49-59. [In Persian with English summary].

Ghassemi-Golezani, k., Hosseinzadeh-Mahootchi, A., 2015. Improving physiological performance of safflower under salt stress by application of salicylic acid and jasmonic acid. Walia Journal. 31, 104-109.

Ghorbanzadeh, M., Marashi, H., Shahriari Ahmadi, F., Malekzadeh Shafarudi, S., 2011. Determination of seed yield, oil content and fatty acid compositions of exotic and local safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. Iranian Journal of Field Crop Science. 9(2), 182-189. [In Persian with English Summary].

Helmy, A.M., 2014. Seed and oil productivity upon foliar spray of soybean (*Glycine max* L.) With humic and ascorbic acids with or without seed irradiation. Egyptian Journal of Soil Science. 54, 1-20.

Jabbari, h., Khosh Kholgh, Nayer Azam Khosh Kholgh, S., Shiran Rad, A.H., 2017. Changes in the oil fatty acids composition of rapeseed cultivars under drought stress conditions. Applied Field Crops Research. 3, 66-81. [In Persian with English sSummary].

Kafy, M., Rostami, M., 2007. Yield characteristics and oil content of three safflower. Iranian Journal of Crop Research. 5(1), 121-132. [In Persian with English summary].

Khalili, M., Naghavi, Naghavi, M.R., Pour-Aboughadareh, A., 2016. Evaluation of grain yield and some of agro-morphological characters in spring safflowers genotypes under iIrrigated and rainfed conditions. Journal of Crop Breeding. 7(16), 139-138. [In Persian with English summary].

Khosheghbal, F., Ghorbanli, M., Hajihosseini, R. 2010. Effect of zinc sulfate stress and its interaction with ascorbic acid on some physiological parameters in Brassica napus. Rostaniha. 11(1), 93-102. [In Persian with English Summary].

Metcalf, L.C., Schmitz, A.A., Pelka, J.R., 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistry. 38, 514-515.

Miladi Lari, A., Ehsanzadeh, P., 2010. The negative effect of drought on safflower grain yield through impact on photosynthetic surfaces and on efficiency. Irananian Journal of Field Crop Science. 41(2), 375-384. [In Persian with English Summary].

Moradi Tochali, M., Seiphzade, S., Zakerin, H.M., Valadabadi, A.R., 2017. Investigation the effect of methanol and ascorbic acid foliar application on growth and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Crop Physiology Journal. 9(36), 65-82. [In Persian with English summary].

Pahlavani, M. H., Saeidi, G., Mirlohi, A.F., 2018.correlated response to selection for yield and oil content of seed in safflower. Journal of Crop Production. 1(3), 49-63. [In Persian with English summary].

Poorter, H., Niklas, K., Reich, P.B., Oleksyn, J., Poot, P., Mommer, L., 2012. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. New Phytologist. 193, 30–5030.

Purdy, R.H., 1985. Oxidative stability of high oleic sunflower and safflower oils. Journal of the American Oil Chemists' Society. 62, 523-525.

Shigeoka, S., Ishikawa, T., Tami, M., Miagawa, Y., 2002. Regulation and function of ascorbic peroxida Shiravand, R., Majidi, M.M., 2014. Drought tolerance of wild and cultivated species of safflower and assessment of morphological variation. Journal of Field Crops Research. 12(4), 738-750. [In Persian with English sSummary].

Soha, E., Nahed, G., Bedour, H., 2010. Effect o water stress, ascorbic acid and spraying time on some morphological and biological composition of *Ocimum basilicum* plant. Journal of American Science. 6(12), 33-44.

Taqi, A.K., Mazid, M., Firoz, M., 2011. A review of ascorbic acid potentialities against oxidative stress induced in plants. Journal of Agrobiology. 28 (2), 97-111.

Vatankhah, E., Kalantari, B., Andalibi, B., 2016. Effect of methyl jasmonate on some physiological and biochemical responses of peppermint (*Mentha piperita* L.) under salt stress. Journal of Plant Process and Function. 5(17), 157-170. [In Persian with English Summary].

Yari, P., Keshtkar, A.M., Sepehri, A., 2014. Evaluation of water stress effect on growth and yield of spring safflower. Plant Production Technology. 6(2), 101-117. [In Persian with English Summary].

Yau, S.K., 2006. Winter versus spring sowing of rain–fed safflower in a semi- arid, high – elevation Mediterranean environment. European Journal of Agronomy. 10, 1-8.

University of Birjand

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses In Crop Sciences
Vol. 13, No. 2, pp. 455-469
Summer 2020
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019.2019.1499

Original article

The response of yield and fatty acids composition in late planting of safflower genotypes to ascorbic acid and jasmonic acid application under deficit irrigation regimes

F. Mohtashamiia, M.R. Tadayon*
Agronomy Department, Agriculture Faculty, Shahrekord University, Iran

Received 10 November 2018; Accepted 20 January 2019

Abstract
In order to evaluate the effect of deficit irrigation treatments and foliar application of ascorbic acid and jasmonic acid on some morphophysiological of Safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.), the experiment was set out in a split - factorial based o completely randomized block design with three replications at Agricultural Research Station, Shahrekord University during 2017 growing season. The main factor as deficit irrigation consisted of three levels of irrigation: 100%, 75% and 50% of the safflower water requirement and sub-factor including safflower genotypes: Sinai, Isfahan local and Faraman and foliar application with three levels including control, foliar application of jasmonic acid with 0.5 mM concentrations and foliar application of ascorbic acid with 20 mM concentrations. Results indicated that deficit irrigation tratments caused a significant reduction in height plant, head number per plant, number of seed per head, seed thousand weight, seed yield, oil percentage, unsaturated fatty acids contains linoleic acid and oleic acid. The lowest values of seed yield (1382 $kg.ha^{-1}$) and oil percentage (26.67) were obtained in treatment of 50%plant water requirement and the highest seed yield (1635 $kg.ha^{-1}$) and oil percentage (27.21 $kg.ha^{-1}$) were aachived in 100% plant water requirement. There was a significant difference between safflower genotypes, so the highest seed yield (1676 $kg.ha^{-1}$) and oil percentage (27.82) were obtained in Sina genotype and the lowest seed yield (1341 $kg.ha^{-1}$) and oil percentage (27.66) were belonged to Local Isfahan genotype. Jasmonic acid and ascorbic acid treatment increased the grain yield, yield components, oleic acid and linoleic acid content and reduced the palmitic acid and stearic acid. The results showed that significant difference between genotypes and foliar applicaton treatments, such as the content of unsaturated fatty acids, can be used for the selection of superior genotypes for economic production and commercial cultivation and reduce the adverse effects of deficit irrigation stress in the field conditions.

***Keywords*:** Height plant, Linoleic acid, Oil percentage, Oleic acid.

*Correspondent author: Mahmoud Reza Tadayon; E-Mail: Mrtadayon@yahoo.com.