

ارزیابی اثر اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک بر برخی صفات مورفو فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت تیمارهای کم آبیاری

فاطمه محشمتی و محمود رضا تدین*

گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۰۴، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۲/۱۱)

چکیده

به منظور بررسی تیمارهای کم آبیاری و محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک بر برخی صفات مورفو فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های گلرنگ آزمایشی به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، طی دو سال ۱۳۹۵-۱۳۹۶ انجام شد. در این آزمایش سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبیاری گلرنگ) به عنوان فاکتور اصلی و سه ژنوتیپ گلرنگ (محلى اصفهان، فرامان و سينا) و محلول‌پاشی با سه سطح شامل (غلظت صفر، محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک با غلظت ۰/۵ میلی‌مولاو و محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک با غلظت ۲۰ میلی‌مولاو) به عنوان فاکتور فرعی انتخاب شدند. نتایج نشان داد که بیشترین محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن مربوط به ژنوتیپ سينا و تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری گلرنگ و کمترین میزان این صفات مربوط به ژنوتیپ محلى اصفهان و تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی گلرنگ بود. برهمکنش ژنوتیپ × محلول‌پاشی و تنش کم آبیاری در محلول‌پاشی تنها بر عملکرد روغن و کلروفیل ^a معنی دار شد. محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک نیز موجب افزایش کلیه صفات در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی شد. نتایج نشان داد که تفاوت‌های موجود در بین ژنوتیپ‌ها و همچنین تأثیر این محلول‌پاشی‌ها جهت افزایش میزان صفات مورد بررسی می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌ها و ترکیبات مناسب جهت کاهش اثرات نامطلوب تنش کم آبی به منظور دستیابی به افزایش تولید از آنها استفاده کرد.

کلمات کلیدی: درصد روغن، دوام سطح برگ، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، عملکرد روغن

مقدمه

همچنین اصلاح این منابع روغنی به منظور دستیابی به بازدهی و کیفیت مطلوب‌تر از نظر تغذیه‌ای و عملکردی انجام شود (احمدزاده، ۱۳۸۸). گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) به علت دارابودن بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع، خصوصاً اسید لیونلیک و اسید اوئلیک می‌تواند نقش مهمی در گسترش سطح زیر کشت گیاهان روغنی و تأمین دانه‌های

با توجه به مشکلات موجود در صنعت روغن‌های نباتی در داخل و اینکه بیش از ۹۳ درصد از نیاز مصرفي به روغن (به صورت دانه‌های روغنی و روغن خام) از طریق واردات تأمین می‌شود (احمدزاده، ۱۳۸۸)، لازم است تلاش‌های گسترده‌ای در جهت بهبود شرایط از جمله به کاربردن منابع روغنی جدید

تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد به منظور تفسیر چگونگی عکس العمل گونه‌های گیاهی به شرایط محیطی دارای اهمیت زیادی است در این راستا شاخص سطح برگ یکی از معیارهای اساسی و مهم در تعیین قدرت فتوستزی گیاه محسوب می‌گردد (لباسچی و همکاران، ۱۳۸۳). سرعت رشد محصول (CGR) به بهترین شکل مفهوم رشد را می‌رساند و سرعت تولید را در واحد سطح زمین در زمان مشخص ساخته Karimi and Siddique, 1991. از جمله سازوکارهای مرتبط با اجتناب از خشکی کاهش سطح برگ است (Levitt, 1980). گزارش شده که تنش خشکی بر شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول در زمان گلدهی معنی دار است و تنش خشکی باعث افت شدید سطح برگ و درنتیجه سرعت رشد محصول گیاه گلنگ می‌شود (Erie and French, 1987). با توجه به مشاهدات شالچی و همکاران (۱۳۸۶) و نادری دریاغشاہی و همکاران (۱۳۸۴) گزارش شده که تنش خشکی به طور معنی دار سرعت رشد محصول گیاه گلنگ را در شرایط گلدهی کاهش می‌دهد.

یکی از راههای افزایش تحمل گیاهان به تنش‌ها، بالابردن میزان مواد آنتی‌اکسیدان درون سلولی مانند اسید آسکوربیک است. اسید آسکوربیک از مهم‌ترین ضد اکسیدان‌های گیاهی است که در بسیاری از فرآیندهای سلولی مانند فتوستز، حفاظت نوری و مقاومت به تنش‌های محیطی نقش اساسی دارد (Shigeoka et al., 2002). این ماده به عنوان سوبسترای اولیه در سم‌здایی گونه‌های فعال اکسیژن از قبیل هیدروژن پراکسید و غیره نقش دارد. گزارش شده است که اسید آسکوربیک موجب بالابردن تحمل گیاهان در برابر سرمادگی، تنش شوری و خشکی می‌شود و از طریق ارتباط با سلول و چربی‌های غشایی در گیاهان، نقش بهسزایی در افزایش پایداری غشا و افزایش مقاومت گیاهان در برابر از دست دادن آب و تنش کم‌آبی دارد. اسید آسکوربیک با پاکسازی گونه‌های فعال اکسیژن سبب کاهش خسارت به اسیدهای چرب و پروتئین‌ها می‌شود و درنتیجه اثر مخرب

روغنی در کشور داشته باشد (Ashrafi and Razmjoo, 2010). خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده ایجاد‌کننده خسارت در گیاهان و به عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و تولید شناخته شده است (فنایی و همکاران، ۱۳۹۴). یاری و همکاران (۱۳۹۳) با ارزیابی گلنگ بهاره تحت تأثیر تنش خشکی در اثر قطع آبیاری مشاهده کردند که تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع بوته، تعداد غوره در بوته، تعداد دانه در غوزه، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد روغن می‌شود.

تنش کم آبیاری محتوای روغن دانه و محتوای اسیدهای چرب اشباع پالمتیک و اسید استئاریک را کاهش می‌دهد. بنابراین رژیم‌های مناسب آبیاری می‌تواند اثر بر جسته‌ای بر کیفیت روغن استخراج شده از دانه داشته باشد (Ashrafi and Razmjoo, 2010).

عوامل محدودکننده فتوستز در تنش خشکی در دو گروه عوامل محدودکننده روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای قرار می‌گیرند. از عوامل محدود کننده غیر روزنه‌ای می‌توان به کاهش و یا توقف ستز رنگیزهای فتوستزی از جمله کلروفیل‌ها و کاروتونوئیدها اشاره کرد (Oliviera-Neto et al., 2009). بهنظر می‌رسد که کاهش غلظت کلروفیل به دلیل اثر کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و درنتیجه تجزیه کلروفیل باشد (Silva et al., 2007).

برخی مطالعات حاکی از قابل اطمینان‌بودن محتوای نسبی آب برگ به عنوان شاخص تحمل به خشکی است (Sinclair et al., 1985)، زیرا بین میزان محتوای نسبی آب برگ با سرعت تعرق ارتباط وجود دارد و از این‌رو این صفت در موارد زیادی، جهت تعیین اختلاف ارقام از نظر تحمل به خشکی استفاده می‌شود (Sinclair et al., 1985) و Schonfeld همکاران (۱۹۸۸) بیان کردند که با افزایش تنش رطوبتی، محتوای نسبی آب برگ‌های گندم کاهش پیدا می‌کند که علت کاهش نسبی آب برگ، کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه‌ها در شرایط خشک است (Siddique et al., 2000).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد جهت مطالعه اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد گلنگ به صورت آزمایش اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۹۵-۱۳۹۶) اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبیاری گیاه گلنگ) که تیمارهای فرعی اول آزمایش شامل سه ژنتیپ گلنگ (محلی اصفهان، فرامان و سینا) بود که از شرکت توسعه کشت گیاهان روغنی اصفهان تهیه شد. فاکتور دوم مربوط به سه سطح محلول‌پاشی شامل (غاظت صفر، محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک با غاظت ۰/۵ میلی‌مولاًر و محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک با غاظت ۲۰ میلی‌مولاًر) بود که در مرحله کمی قبل از گلدهی گلنگ انجام گرفت که توسط سمپاش دستی تا زمان جاری شدن قطره‌های محلول مورد استفاده بر روی برگ‌های گیاه ادامه یافت. قبل از آمده‌سازی زمین، ۱۰ نمونه خاک به صورت زیکراگ از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری مزرعه پرداشت و با یکدیگر مخلوط شدند سپس یک نمونه مرکب خاک از آنها تهیه شده و جهت به دست آوردن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه ارسال گردید نتیجه تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

هر کرت شامل نه خط کاشت به طول سه متر بود. فاصله بونه‌ها روی ردیف پنج سانتی‌متر و تراکم بونه در هر کرت ۴۰ بونه در متر مربع بود. کشت در اوایل اردیبهشت و پس از رسیدن رطوبت مزرعه به حد ظرفیت زراعی و تأمین دمای پایه برای جوانه‌زنی بذرهای گلنگ انجام شد. کلیه عملیات داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز و آفات، سله شکنی به صورت دستی به موقع اجرا شد. تغذیه گیاه گلنگ براساس توصیه آزمون خاک (کود پایه: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل) و همچنین ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع کود اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص) در سه نوبت (نوبت اول زمان دو تا چهار برگی، نوبت دوم زمان

تنش را کاهش می‌دهد. به طور مثال مصرف اسید آسکوربیک در گیاه کلزا سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها و کاهش اثرات نامطلوب تنش خشکی بر عملکرد گیاه مذکور گردیده است (Dolatabadian et al., 2009). همچنین با توجه به مشاهدات پازکی (۱۳۹۴) به نظر می‌رسد محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک از طریق افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدان موجب کاهش اثرات نامطلوب تنش شوری بر سطح برگ گیاه بادرشبی (Dracocephalum moldavica) شده و موجب افزایش سطح برگ گیاه شده است. همچنین گزارش شده که محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک موجب بهبود رطوبت نسبی آب برگ و کلروفیل گیاه آترناترا (Alternanthera repens) تحت تنش شوری شد (پورفاسمی و همکاران، ۱۳۹۴).

اسید جاسمونیک و مشتقات آن که 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 تنش‌های زنده و غیرزنده عمل می‌کنند (Wasternack, 2007). با توجه به مشاهدات سلیمی و شکاری (۱۳۹۱) گزارش شده محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک موجب افزایش سطح برگ گیاه بابونه (Matricaria chamomilla) تحت شرایط شوری شد.

با توجه به اهمیت گیاه گلنگ از نظر کمیت و کیفیت روغن، کاربردهای متنوع آن در صنایع روغن‌کشی، رنگرزی و مصارف دارویی به‌نظرمی‌رسد که افزایش عملکرد در واحد سطح در شرایط کم آبیاری راهکار مناسبی برای دستیابی به افزایش تولید این گیاه و بهبود شرایط اقتصادی کشاورزان باشد. در مقایسه با روش‌های بهنژادی که اغلب بلند مدت و هزینه‌بر هستند، برخی از روش‌های مدیریت زراعی مانند استفاده از مواد شیمیایی شامل اسید آسکوربیک، اسید جاسمونیک و سایر ترکیبات آسان‌تر، ارزان‌تر و زود بازده‌تر هستند. بنابراین هدف از این پژوهش تعیین اثرات اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک مهم ژنتیپ‌های گلنگ در شرایط تنش خشکی تحت تیمارهای کم آبیاری بوده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

| خصوصیات شیمیایی | | | | | خصوصیات فیزیکی |
|-------------------|-----------------|----------------|------|--------------|---------------------------------------|
| پتاسیم (mg/kg) | فسفر (mg/kg) | نیتروزن (%) | pH | EC (dS/m) | ۱۷ درصد رس، ۴۲ درصد سیلت و ۴۱ درصد شن |
| ۲۹۶ | ۷/۱ | ۰/۰۹ | ۷/۷۰ | ۱/۱ | لومی رسی |

روغن قرار گرفت و پس از توزین توسط ترازوی دیجیتال با دقیق ۰/۰۰۱ گرم، مقدار روغن نمونه هر کرت براساس ماده خشک به صورت درصد تعیین گردید (Asghari and Gharibi 2016 asl). عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن بدست آمد.

به منظور تعیین شاخص‌های رشد، نمونه برداری اول یک ماه بعد از کاشت صورت گرفت و نمونه برداری‌های بعدی با فواصل هر ۱۰ روز یکبار تا مرحله بلوغ فیزیولوژیک بوته‌های گلرنگ صورت پذیرفت. مساحت برگ بوته‌ها توسط عکس‌برداری و اسکن و محاسبه با نرم‌افزار Image processing اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی گیاه بافت‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد درون آون قرار گرفتند. با اندازه‌گیری‌های فوق و رابطه‌های زیر شاخص‌های سرعت رشد محصول Leaf (Crop Growth Rate) رابطه ۴، شاخص سطح برگ (Area Index) رابطه ۵، محاسبه شد (اما و نیکنژاد، ۱۳۹۰).

$$\text{CGR} = \frac{(W_2 - W_1)}{(T_2 - T_1)} \text{GA}$$

رابطه ۴:

$$\text{LAI} = \frac{\text{LA}}{\text{GA}}$$

رابطه ۵:

$$\text{GA} = \frac{\text{Surface area covered by leaves}}{\text{Time sample collection}}$$

به منظور تعیین محتوای نسبی آب برگ، برگ‌ها به قطعات یک سانتی‌متری تقسیم شدند و وزن تر آنها تعیین گردید. سپس قطعات برگی در داخل آب مقطر قرار داده شدند. پس از درجه سانتی‌گراد (۱۶-۱۸ ساعت در دمای اتاق (تقریباً ۲۰ درجه سانتی‌گراد) در مجاورت آب مقتدر قرار گرفته و وزن خشک آنها نیز اندازه‌گیری شد. در نهایت مقدار محتوای نسبی آب برگ از رابطه زیر بدست آمد (Barrsu and

ساقه‌دهی و نوبت سوم زمان گل‌دهی) بود.

آبیاری کرتهای آزمایش تا قبل از اعمال تیمار کم آبیاری برحسب شرایط آب و هوایی و تخلیه رطوبتی خاک، و براساس تخلیه آب سهل الوصول که میزان آن برابر ۶۵ درصد آب قابل دسترس بود انجام شد. نیاز آبی گیاه بر پایه اندازه‌گیری تغییرات رطوبت خاک با دستگاه رطوبت‌سنج تتاپر وب مدل SM300 و مطابق روش فرشی و همکاران (۱۳۸۲) 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 طبق رابطه ۱ محاسبه شد.

$$\Theta_{\text{MAD}} = \Theta_{\text{FC}} - (\Theta_{\text{FC}} - \Theta_{\text{PWP}}) \text{ MAD} \quad \text{رابطه ۱:}$$

دراین رابطه Θ_{FC} = رطوبت حجمی در ظرفیت زراعی مزرعه (٪)، Θ_{PWP} = رطوبت حجمی در نقطه پژمردگی دائم (٪)، MAD = ضریب تخلیه مجاز است.

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

$$d = (\Theta_{\text{FC}} - \Theta_{\text{soil}}) D \quad \text{رابطه ۲:}$$

$$V = d \times A \times 1000 \quad \text{رابطه ۳:}$$

دراین رابطه d = عمق آب مورد نیاز (m)، D : عمق مؤثر ریشه گیاه (m)، Θ_{soil} رطوبت خاک پیش از آبیاری (m/m)، A : سطح کرت (m^2), V : حجم آبیاری (L) است.

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

سینا نسبت به ژنوتیپ فرامان و محلی اصفهان در شرایط کم آبیاری بیشتر بود. دلیل محتوای نسبی آب برگ بالاتر در ژنوتیپ سینا نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها می‌تواند به علت وجود سازوکارهای حفظ آب از طریق کاهش تعرق روزنہای باشد. احتمالاً وجود خار بر روی برگ‌های این ژنوتیپ، سبب بازتابش میزانی از نور دریافتی توسط برگ‌ها شده و دریافت انرژی کمتر، سبب تعدیل دمای برگ‌ها گردیده که نتیجه آن کاهش تعرق از سطح برگ است درنتیجه رطوبت بیشتری در برگ‌ها باقی مانده و درنتیجه محتوای نسبی آب برگ این ژنوتیپ بیشتر بوده است. تفاوت محتوای رطوبت نسبی بین ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت شرایط تنش خشکی توسط ظفری و همکاران (۱۳۹۶) نیز گزارش شده است.

در این پژوهش مشاهده شد که محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ شد. گزارش شده که محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک موجب افزایش تجمع پرولین و قندها می‌شود و تجمع این ترکیبات به عنوان اسمولیت‌های آلی نقش بسزایی در تنظیم اسمزی و حفظ محتوای نسبی آب دارد و کاهش اثر تنش خشکی دارد (پورقاسمیان و مرادی، ۱۳۹۴).

در این پژوهش محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک محتوای نسبی آب برگ را تحت شرایط تنش کم آبیاری افزایش داد. قابلیت تنظیم اسمزی به میزان کاهش پتانسیل آب بستگی دارد و می‌توان گفت تنظیم اسمزی یکی از مکانیسم‌های مقاومت در برابر خشکی است که موجب حفظ محتوای نسبی آب برگ می‌شود (ظفری و همکاران، ۱۳۹۶). گزارش شده که محلول‌پاشی با متیل جاسمونات موجب افزایش مقدار قند و محلول پرولین در برگ گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) شد و محتوای نسبی برگ را تحت تنش شوری افزایش داد (وطن‌خواه و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین این احتمال وجود دارد که اسید جاسمونیک به عنوان یک تنظیم‌کننده می‌تواند تولید مواد تنظیم‌کننده اسمزی به ویژه ساخت قندها و پرولین را در جهتی القا کند که درنهایت موجب حفظ محتوای نسبی آب گیاه شود.

.(Weatherley, 1962)

رابطه ۶:

$$\text{RWC\%} = \frac{(\text{وزن ترا - وزن خشک})}{(\text{وزن آماس - وزن خشک})} \times 100$$

میزان کلروفیل با استفاده از روش بدون لهیذگی صورت گرفت. نمونه‌های برگی ۰/۵ گرم در ۵ میلی‌لیتر از دی‌متیل سولفوکسید در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴ ساعت قرار داده شدند. سپس با دستگاه اسپکتروفوتومتر مقدار کلروفیل تعیین شد. میزان جذب در طول موج‌های ۶۴۵، ۶۶۵ نانومتر ثبت گردید و با رابطه ۷ و ۸ میزان کلروفیل a و b محاسبه گردید .(Prochazka *et al.*, 1998)

$$\text{Chla} = (12.19 \text{ A665}) - (3.45 \text{ A645})$$

رابطه ۷:

$\text{Chlb} = (21.99 \text{ A645} - 5.32 \text{ A665})$ رابطه ۸: 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

محتوای نسبی آب برگ: نتایج نشان داد که اثرات ساده سال، تیمارهای کم آبیاری، ژنوتیپ، محلول‌پاشی و اثر برهمکنش تیمار کم آبیاری × ژنوتیپ بر میزان محتوای نسبی آب برگ معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین نتایج نشان داد که در تیمار کم آبیاری بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ ۹۲/۱ درصد (مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گلرنگ و ژنوتیپ سینا و کمترین میزان آن ۵۹/۳۸ درصد) مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گلرنگ و ژنوتیپ سینا و کمترین میزان آن (۱۳۹۵) مربوط به تیمار ۳۰ در اثر محلول‌پاشی بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ به ترتیب مربوط به محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و کمترین آن مربوط به تیمار بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۶).

در این پژوهش میزان محتوای نسبی آب برگ در ژنوتیپ

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله (۱۳۹۶-۱۳۹۵) برخی از صفات مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های گلنگ

| منابع تغییرات | df | برگ | a | کلروفیل b | سطح برگ | حداکثر شاخص |
|--|----|--------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| سال | ۱ | ۲۵/۲۲* | ۰/۰۰۸ ^{ns} | ۰/۰۰۰۲ ^{ns} | ۰/۰۴** | |
| تکرار(سال) | ۴ | ۲۰/۴۲ | ۰/۳۳۵ | ۰/۱۲ | ۷/۹۵ | |
| تنش کم آبی | ۲ | ۹۰۰۵/۶۱** | ۳/۶۷** | ۱/۹۷** | ۷/۰۴** | |
| سال × تنش کم آبی | ۲ | ۱/۵۸ ^{ns} | ۰/۰۰۱ ^{ns} | ۰/۰۲ ^{ns} | ۰/۱* | |
| خطای اصلی | ۸ | ۳۷/۳۷ | ۰/۰۲۶ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۲ | |
| ژنوتیپ | ۲ | ۴۸۶/۱۸** | ۰/۷۰** | ۰/۷۵** | ۱۴/۱۶** | |
| سال × ژنوتیپ | ۲ | ۱/۴۴ ^{ns} | ۰/۰۰۱ ^{ns} | ۰/۰۰۰۹ ^{ns} | ۰/۱۲* | |
| تنش کم آبی × ژنوتیپ | ۴ | ۲۸/۳۴** | ۰/۰۱* | ۰/۰۰۲۴* | ۰/۱۴** | |
| سال × تنش کم آبی × ژنوتیپ | ۴ | ۲/۴۵ ^{ns} | ۰/۰۰۱ ^{ns} | ۰/۰۰۰۴ ^{ns} | ۰/۰۱ ^{ns} | |
| محلول پاشی | ۴ | ۳۳۶** | ۰/۰۱** | ۰/۰۳** | ۱/۱۲** | |
| سال × محلول پاشی | ۲ | ۰/۲۱ ^{ns} | ۰/۰۰۱ ^{ns} | ۰/۰۰۰۵ ^{ns} | ۰/۰۳ ^{ns} | |
| تنش کم آبی × محلول پاشی | ۲ | ۰/۹۶ ^{ns} | ۰/۰۱* | ۰/۰۰۱ ^{ns} | ۰/۰۳ ^{ns} | |
| سال × تنش کم آبی × محلول پاشی | ۴ | ۰/۱۳ ^{ns} | ۰/۰۰۲ ^{ns} | ۰/۰۰۰۲ ^{ns} | ۰/۰۲ ^{ns} | |
| ژنوتیپ × محلول پاشی | ۴ | ۷/۸۲ ^{ns} | ۰/۰۲۱** | ۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۰۴ ^{ns} | |
| سال × ژنوتیپ × محلول پاشی | ۴ | ۲/۵۵ ^{ns} | ۰/۰۰۱ ^{ns} | ۰/۰۰۰۲۷ ^{ns} | ۰/۰۳ ^{ns} | |
| تنش کم آبی × ژنوتیپ × محلول پاشی | ۸ | ۳/۷۳ ^{ns} | ۰/۰۰۰۲ ^{ns} | ۰/۰۰۰۸ ^{ns} | ۰/۰۴ ^{ns} | |
| سال × تنش کم آبی × ژنوتیپ × محلول پاشی | ۸ | ۲/۴۷ ^{ns} | ۰/۰۰۱ ^{ns} | ۰/۰۰۰۸ ^{ns} | ۰/۰۴ ^{ns} | |
| اشتباه فرعی | ۹۵ | ۴/۴۳ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۰۷ ^{ns} | ۰/۰۳ | |
| ضریب تغییرات (%) | | ۲/۷۸ | ۵/۴۸ | ۱۲/۵۸ | ۷/۷۲ | |

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

آبیاری × محلول پاشی و همچنین برهمکنش ژنوتیپ × محلول پاشی بر کلروفیل a معنی‌دار شد (جدول ۲). تحت تأثیر برهمکنش تیمار کم آبیاری × محلول پاشی بیشترین میزان کلروفیل a از تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و محلول پاشی با اسید آسکوربیک با غلظت ۲۰ mM و کمترین آن از تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبیاری و تیمار بدون محلول پاشی به دست آمد (جدول ۴). نتایج نشان داد که میزان کلروفیل a در تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبیاری و بدون محلول پاشی در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و محلول پاشی با اسید آسکوربیک کاهش یافت (جدول ۴). همچنین تحت برهمکنش تیمار ژنوتیپ × محلول پاشی

محتوای کلروفیل: اثرات ساده سال، تیمارهای کم آبیاری، ژنوتیپ و محلول پاشی بر میزان کلروفیل a و کلروفیل b معنی‌دار شد و اثر برهمکنش تنش کم آبیاری × ژنوتیپ تنها بر کلروفیل a معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان کلروفیل a (۱/۶۹ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) از ژنوتیپ سینا و تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری گلنگ و کمترین میزان آبیاری ۰/۹۴ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) از ژنوتیپ سینا و اصفهان و تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری به دست آمد (جدول ۳). میزان کلروفیل a در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ اصفهان ۴۴/۳۷ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ژنوتیپ سینا کاهش یافت (جدول ۳). برهمکنش تیمار کم

ادامه جدول -۲

| منابع تغییرات | df | رشد محصول | حداکثر سرعت | درصد روغن | عملکرد روغن | عملکرد دانه |
|--|----|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| سال | ۱ | ۴۶/۹۰*** | ۰/۵ns | ۱۳۲۰/۶۳** | ۷۸۰۱/۸۸** | ۳۱۶/۰۸ns |
| تکرار(سال) | ۴ | ۱۷۷۷/۱۵ | ۲/۳۶ | ۹۹۲/۱۰ | ۸۳۱۹۲۴/۳۷** | ۷۸۰۱/۱۸۸** |
| تنش کم آبی | ۲ | ۲۱۰۴/۵۵** | ۸/۴۳** | ۹۶۲۳۸/۸۳** | ۴۱۹۱/۱۹ns | ۸۳۱۹۲۴/۳۷** |
| سال × تنش کم آبی | ۲ | ۰/۰۵ns | ۰/۱۹ns | ۱۴/۶۱ns | ۴۱۹۱/۱۹ns | ۴۱۹۱/۱۹ns |
| خطای اصلی | ۸ | ۴۰/۱۶ | ۰/۴۱ | ۱۴۰/۰۳ | ۱۶۶۴۹/۹ | ۱۶۶۴۹/۹ |
| ژنوتیپ | ۲ | ۱۷۶۴/۶۰** | ۸۱/۲** | ۲۰۹۷۲/۷۱** | ۱۷۱۱۸۶۳/۷۷** | ۱۷۱۱۸۶۳/۷۷** |
| سال × ژنوتیپ | ۲ | ۱/۶۰ns | ۰/۱۲ns | ۷/۷۵ns | ۱۲۶۸/۰۱ns | ۴۶۰۹/۲۱** |
| تنش کم آبی × ژنوتیپ | ۴ | ۳۱/۴۸** | ۰/۶* | ۴۶۶۷۶۲** | ۲۹۳۴۳۴/۳۱ns | ۴۶۰۹/۲۱** |
| سال × تنش کم آبی × ژنوتیپ | ۴ | ۰/۰۹ns | ۰/۱۴ns | ۸/۸۴ns | ۱۹۶۴۷۷/۸۶** | ۱۹۶۴۷۷/۸۶** |
| محلول پاشی | ۴ | ۲۲۹/۰۹** | ۳/۵۵** | ۱۷۰/۱۴/۷۹** | ۶۲۷/۳۶ns | ۶۲۷/۳۶ns |
| سال × محلول پاشی | ۲ | ۰/۰۴۳ns | ۰/۱ns | ۴/۷۳ns | ۶۹۲/۰۹ns | ۶۹۲/۰۹ns |
| تنش کم آبی × محلول پاشی | ۲ | ۸/۵۷ns | ۰/۴۲ns | ۱۳۹/۵۰** | ۷۵۲/۶۹ns | ۷۵۲/۶۹ns |
| سال × تنش کم آبی × محلول پاشی | ۴ | ۰/۰۵ns | ۰/۱۶ns | ۸/۱۲ns | ۱۰۰۹/۲۸ns | ۱۰۰۹/۲۸ns |
| ژنوتیپ × محلول پاشی | ۴ | ۷/۱۲ns | ۰/۱۱ns | ۳۳۹/۸۲** | ۶۶۶/۱۹ns | ۶۶۶/۱۹ns |
| سال × ژنوتیپ × محلول پاشی | ۴ | ۱/۴۷ns | ۰/۱۵ns | ۵/۷۸ns | ۲۵۰/۲۸ns | ۲۵۰/۲۸ns |
| تنش کم آبی × ژنوتیپ × محلول پاشی | ۸ | ۱/۳۴ns | ۰/۱۷ns | ۱۰/۶۰ns | ۵۹۲/۷۷ns | ۵۹۲/۷۷ns |
| سال × تنش کم آبی × ژنوتیپ × محلول پاشی | ۸ | ۱/۹۲ns | ۰/۱۶ns | ۷/۵۹ns | ۱۱۶۸/۷۲ | ۱۱۶۸/۷۲ |
| اشتباه فرعی | ۹۵ | ۶/۴۱ | ۰/۱۹ | ۲۹/۷۶ | ۲/۲۵ | ۲/۲۵ |
| ضریب تغییرات (%) | | ۸/۳۸ | ۲/۸۶ | ۳/۳۶ | | |

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

۳). در اثر محلول پاشی بیشترین میزان کلروفیل b به ترتیب مربوط به محلول پاشی با اسید آسکوربیک و محلول پاشی با اسید جاسمونیک و کمترین آن مربوط به تیمار بدون محلول پاشی بود و میزان کلروفیل b در اثر محلول پاشی با اسید آسکوربیک ۲۰/۵۴ درصد در مقایسه با تیمار بدون محلول پاشی افزایش یافت (جدول ۶).

گزارش شده که کاهش در میزان کلروفیل a و b تحت شرایط تنش خشکی به علت تخریب بیشتر کلروفیل نسبت به سنتز آن است (Thalooth *et al.*, 2006). از دلایل دیگر کاهش مقدار رنگیزه های فتوستزی در وضعیت تنش، می توان عمدتاً به موارد تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوستزی،

بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به ژنوتیپ سینا و محلول پاشی با اسید آسکوربیک و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ محلی اصفهان و تیمار بدون محلول پاشی بود (جدول ۵). به طوریکه میزان کلروفیل a در ژنوتیپ اصفهان و بدون محلول پاشی ۲۳/۵۲ درصد در مقایسه با ژنوتیپ سینا و محلول پاشی با اسید آسکوربیک کاهش یافت (جدول ۵). با توجه به نتایج مقایسه میانگین بیشترین میزان کلروفیل b (۰/۹۵ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) مربوط به برهمکنش تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری گلنگ و ژنوتیپ سینا و کمترین آن (۰/۳۸ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری گلنگ و ژنوتیپ محلی اصفهان بود (جدول

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنفس کم آبیاری و ژنوتیپ بر برخی صفات فیزیولوژیکی، شاخص‌های رشد، درصد روغن و عملکرد روغن

| آبیاری | ژنوتیپ | برگ (درصد) | کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) | کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) | محتوای نسبی آب | حداکثر شاخص سطح برگ |
|-------------------|-------------|--------------------|--|--|-------------------|---------------------|
| ۱۰۰ درصد نیاز آبی | سینما | ۹۲/۱ ^a | ۱/۶۹ ^a | ۰/۹۵ ^a | ۳/۴۶ ^a | ۳/۴۶ ^a |
| | فرامان | ۸۹/۰۵ ^b | ۱/۵۶ ^b | ۰/۸۹ ^a | ۲/۱۶ ^b | ۲/۱۶ ^b |
| | محلی اصفهان | ۸۳/۶۹ ^c | ۱/۴۹ ^c | ۰/۸۴ ^b | ۲/۸۲ ^c | ۲/۸۲ ^c |
| ۷۵ درصد نیاز آبی | سینما | ۷۸/۲۰ ^d | ۱/۵۵ ^b | ۰/۸۰ ^b | ۲/۹۲ ^c | ۲/۹۲ ^c |
| | فرامان | ۷۶/۲۶ ^e | ۱/۴۶ ^c | ۰/۷۰ ^c | ۲/۵۹ ^d | ۲/۵۹ ^d |
| | محلی اصفهان | ۷۴/۵۸ ^f | ۱/۳۱ ^d | ۰/۶۴ ^d | ۲/۱۲ ^f | ۲/۱۲ ^f |
| ۵۰ درصد نیاز آبی | سینما | ۶۵/۳۲ ^g | ۱/۱۸ ^e | ۰/۵۵ ^e | ۲/۳۸ ^e | ۲/۳۸ ^e |
| | فرامان | ۶۲/۷۳ ^h | ۱/۱ ^f | ۰/۴۵ ^f | ۲/۱ ^f | ۲/۱ ^f |
| | محلی اصفهان | ۵۹/۳۸ ⁱ | ۰/۹۴ ^g | ۰/۳۸ ^g | ۱/۶۱ ^g | ۱/۶۱ ^g |

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

ادامه جدول ۳

| آبیاری | ژنوتیپ | مریع بر روز) | محصول(گرم بر متر) | درصد روغن | حداکثر سرعت رشد | حداکثر دانه (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد روغن |
|-------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| ۱۰۰ درصد نیاز آبی | سینما | ۳۹/۹۵ ^a | ۲۷/۸۸ ^a | ۲۳۲۵ ^a | ۶۴۸ ^a | ۶۱۶ ^b | ۴۸۱ ^d | ۵۴۵ ^c |
| | فرامان | ۳۵/۳۳ ^b | ۲۷/۴۷ ^b | ۲۲۸۲ ^b | ۴۱۱ ^e | ۴۰۶ ^f | ۴۱۳ ^d | ۴۱۱ ^e |
| | محلی اصفهان | ۲۸/۲۴ ^d | ۲۵/۲۴ ^c | ۱۹۲۴ ^c | ۳۰۹ ^e | ۲۴۴ ^f | ۱۵۰۱ ^h | ۱۵۰۱ ^h |
| ۷۵ درصد نیاز آبی | سینما | ۳۲/۷۱ ^c | ۲۷/۳۴ ^b | ۲۰۲۰ ^d | ۴۱۱ ^e | ۴۰۶ ^f | ۱۵۹۱ ^g | ۱۵۲۳ ^e |
| | فرامان | ۲۷/۵۴ ^d | ۲۷/۰۸ ^c | ۱۶۲۴ ^f | ۴۰۶ ^f | ۴۱۳ ^d | ۱۶۲۴ ^f | ۱۵۲۳ ^e |
| | محلی اصفهان | ۲۱/۹۰ ^e | ۲۵/۲۶ ^e | ۱۹۲۴ ^c | ۳۰۹ ^e | ۲۴۴ ^f | ۱۰۲۰ ⁱ | ۲۰۲۰ ^d |
| ۵۰ درصد نیاز آبی | سینما | ۲۶/۳۲ ^d | ۲۶/۷۷ ^d | ۱۵۹۱ ^g | ۴۱۳ ^d | ۳۰۹ ^e | ۱۰۲۰ ⁱ | ۱۵۰۱ ^h |
| | فرامان | ۲۱/۱۲ ^e | ۲۶/۷۰ ^d | ۱۵۰۱ ^h | ۳۰۹ ^e | ۲۴۴ ^f | ۱۶۲۴ ^f | ۱۵۲۳ ^e |
| | محلی اصفهان | ۱۶/۶۲ ^f | ۲۴/۷۸ ^f | ۱۰۲۰ ⁱ | ۲۴۴ ^f | ۲۴۴ ^f | ۱۰۲۰ ⁱ | ۱۰۲۰ ⁱ |

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

(Neocleous and Vasilakakis, 2007). کاهش میزان کلروفیل a و b تحت شرایط تنفس خشکی در گیاه گلرنگ توسط اشرفی و رزمجو (۱۳۸۸) نیز گزارش شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی با اسید

فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها واکنش آنها با اکسیژن یکنایی، تخریب پیش‌ماده‌های سنتزکننده کلروفیل و ممانعت از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید و فعال‌شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل از جمله کلروفیلاز و اختلالات هورمونی اشاره کرد

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش کم آبیاری و محلول پاشی بر کلروفیل a و عملکرد روغن

| عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) | کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) | محلول پاشی | آبیاری |
|-----------------------------------|--|-----------------|-------------------|
| ۴۱۵ ^b | ۱/۴۵ ^c | بدون محلول پاشی | ۱۰۰ درصد نیاز آبی |
| ۴۵۴ ^a | ۱/۶۷ ^a | اسید آسکوربیک | |
| ۴۰۵ ^a | ۱/۶۳ ^a | اسید جاسمونیک | |
| ۳۸۰ ^d | ۱/۳۶ ^d | بدون محلول پاشی | ۷۵ درصد نیاز آبی |
| ۴۱۳ ^b | ۱/۵۱ ^b | اسید آسکوربیک | |
| ۴۰۸ ^c | ۱/۴۵ ^c | اسید جاسمونیک | |
| ۳۴۱ ^g | ۰/۹۹ ^f | بدون محلول پاشی | ۵۰ درصد نیاز آبی |
| ۳۷۰ ^e | ۱/۱۲ ^e | اسید آسکوربیک | |
| ۳۶۴ ^f | ۱/۱۱ ^e | اسید جاسمونیک | |

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

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنتیپ و محلول پاشی بر کلروفیل a و عملکرد روغن

| عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) | کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) | محلول پاشی | ژنتیپ |
|--------------------------------|--|-----------------|-------------|
| ۴۳۳ ^b | ۱/۴۸ ^b | بدون محلول پاشی | سینا |
| ۴۷۳ ^a | ۱/۵۳ ^a | اسید آسکوربیک | |
| ۴۷۰ ^a | ۱/۵۱ ^a | محلول پاشی | |
| ۳۸۸ ^e | ۱/۳۹ ^d | بدون محلول پاشی | فرامان |
| ۴۲۰ ^c | ۱/۴۸ ^b | اسید آسکوربیک | |
| ۴۱۶ ^d | ۱/۴۳ ^c | اسید جاسمونیک | |
| ۳۱۶ ^h | ۱/۱۷ ^f | بدون محلول پاشی | محلی اصفهان |
| ۳۴۵ ^f | ۱/۲۹ ^e | اسید آسکوربیک | |
| ۳۴۰ ^g | ۱/۲۷ ^e | اسید جاسمونیک | |

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

(۲۰۰۹) مبنی بر اینکه محلول پاشی با اسید آسکوربیک موجب افزایش میزان کلروفیل a و b شد. احتمالاً با توجه به نتایج این پژوهش مشاهده شد که محلول پاشی با اسید جاسمونیک نیز میزان کلروفیل را افزایش داد. به نظر می‌رسد کاربرد خارجی اسید جاسمونیک نیز مانند محلول پاشی با اسید آسکوربیک به دلیل خواص ضد اکسیدانتی، موجب

آسکوربیک موجب افزایش میزان کلروفیل a و b شد. احتمالاً اسید آسکوربیک به عنوان یک ترکیب آنتی اکسیدان از طریق جاروب‌نمودن ترکیبات اکسیدکننده از آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از تجمع انواع گونه‌های فعال اکسیژن رنگیزهای فتوسترزی مانند کلروفیل می‌کاهد (Dolatabadian et al., 2009). نتایج این پژوهش با نتایج Dolatabadian و همکاران

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرا ساده تیمار محلول پاشی بر برخی از شاخص‌های رشد، درصد روغن و عملکرد دانه

| عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | درصد روغن | حداکثر شاخص روغن | حداکثر سرعت رشد محصول | کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) | محتوای نسبی آب (درصد) | برگ (درصد) | محلول پاشی |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|--|--------------------------|-----------------|------------|
| ۱۹۲۳ ^b | ۲۶/۲۱ ^b | ۲۷/۸۲ ^b | ۲/۵۵ ^b | ۰/۵۸ ^c | ۷۲/۸۵ ^b | بدون محلول پاشی | |
| ۱۹۹۸ ^a | ۲۶/۵۹ ^a | ۳۱/۲۲ ^a | ۲/۷۹ ^a | ۰/۶۸ ^b | ۷۶/۷۵ ^a | اسید جاسمونیک | |
| ۲۰۱۲ ^a | ۲۶/۷۰ ^a | ۳۱/۵۳ ^a | ۲/۸۱ ^a | ۰/۷۳ ^a | ۷۷/۴۹ ^a | اسید آسکوربیک | |

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

کاهش یافتند (جدول ۴). بیشترین شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول مربوط به محلول پاشی با اسید آسکوربیک با غلظت ۲۰ mM و کمترین آن مربوط به تیمار بدون محلول پاشی بود (جدول ۵). میزان شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول در محلول پاشی با اسید آسکوربیک به ترتیب ۱۰/۱۹ درصد و ۱۱/۷۶ درصد در مقایسه با تیمار بدون محلول پاشی افزایش یافتند. تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص محلول پاشی افزایش نداشت. شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت رشد محلول پاشی با اسید جاسمونیک در مقایسه با تیمار بدون محلول پاشی وجود داشت.

نتایج این پژوهش با نتایج بالجانی و شکاری (۱۳۹۱) مبنی بر اینکه تنش کم‌آبی موجب کاهش شاخص سطح برگ در ژنوتیپ‌های گلنگ می‌شود، مطابقت دارد. احتمالاً کم‌آبیاری موجب کاهش رشد از طریق کاهش توسعه سلولی ناشی از کاهش فشار تورژسانس و تقسیم سلولی و کاهش فتوستز ناشی از بسته‌شدن روزنها شده است و درنهایت موجب کاهش سطح برگ است. گزارش شده که تنش خشکی از طریق افزایش تنفس و کاهش فتوستز سبب کاهش سرعت رشد محصول می‌گردد (Jamali, 2013). با توجه به نتایج این پژوهش بین ژنوتیپ‌های گلنگ از نظر شاخص سطح برگ تفاوت وجود داشت که احتمالاً به دلیل تفاوت محیطی توسط ژنوتیپ سینا بوده است که موجب افزایش تخصیص مواد فتوستزی به آغازه‌های برگ و افزایش تعداد

حفظاالت از رنگیزه‌های فتوستزی در برابر ترکیبات اکسیدکننده شده و از تخریب آنها جلوگیری کرده است. در آزمایشی، کاربرد اسید جاسمونیک با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار در چند گونه از جنس براسیکا که به مدت ۱۰ روز در معرض تنفس خشکی قرار گرفته بودند سبب افزایش وزن تر، محتوای کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ تمام گونه‌های مورد آزمایش در مقایسه با شاهد گردید (Mahabub Alam *et al.*, 2014).

شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت رشد محصول: اثرات ساده تیمارهای کم‌آبیاری، ژنوتیپ و محلول پاشی بر شاخص سطح برگ (قبل از گلدهی) و حداکثر سرعت رشد گیاه (قبل از گلدهی) معنی‌دار بود، اما اثرات ساده سال تنها بر شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که اثر برهمکنش تیمار کم‌آبیاری و ژنوتیپ بر حداکثر شاخص سطح برگ و حداکثر سرعت رشد محصول معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نتایج نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ (۳/۴۶) و سرعت رشد محصول ۳۹/۹۵ گرم بر متر مربع بر روز) مربوط به ژنوتیپ سینا و رژیم آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گلنگ و کمترین میزان شاخص سطح برگ (۱/۶۱) و سرعت رشد محصول (۱۶/۶۲ گرم بر متر مربع بر روز) مربوط به ژنوتیپ محلی اصفهان و ۵۰ درصد نیاز آبیاری بود (جدول ۴). میزان شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ اصفهان به ترتیب ۵۰/۵۸ و ۵۳/۴۶ درصد و ۵۸/۳۹ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ سینا

آبیاری و ژنوتیپ اصفهان ۱۱/۱۱ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ سینا کاهش یافت (جدول ۳). در اثر محلولپاشی بیشترین درصد روغن دانه از محلولپاشی با اسید آسکوربیک با غلظت 20 mM و کمترین آن از تیمار بدون محلولپاشی به دست آمد (جدول ۶). همچنین نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری از نظر درصد روغن دانه در تیمار محلولپاشی با اسید جاسمونیک و تیمار بدون محلولپاشی وجود دارد (جدول ۶).

گزارش شده که درصد روغن دانه گلنگ در اثر تیمارهای مختلف آبیاری تغییر اندکی می‌کند اما این تغییر معنی‌دار است (Ashrafi and Razmjoo, 2010). از جمله دلایلی که برای تغییرات اندک درصد روغن دانه در شرایط تیمارهای مختلف آبیاری آورده شده این است که مقدار روغن دانه صفتی کمی است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و بنابراین احتمال آسیب‌دیدن تمامی ژن‌های کنترل کننده این صفت بسیار کم است (Jensen *et al.*, 1996). نکته دیگر این که درصد روغن دانه عبارت است از نسبت روغن موجود در دانه به کل وزن دانه که شامل پوست و فیبر نیز می‌شود. چون در شرایط اعمال تنفس، کل وزن دانه نیز کاهش می‌یابد این نکته باعث می‌شود که با وجود کاهش میزان روغن دانه، درصد روغن دانه تغییر زیادی نداشته باشد (توکلی, ۱۳۸۱).

در این پژوهش تفاوت معنی‌دار درصد روغن دانه در ژنوتیپ سینا و فرمان با ژنوتیپ محلی اصفهان احتمالاً به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی در رابطه با ژن‌های کنترل کننده میزان روغن دانه و همچنین سازگاری بیشتر ژنوتیپ سینا و فرمان با شرایط محیطی بوده است که موجب افزایش بهره‌برداری از پتانسیل‌های محیطی و افزایش سنتز مواد فتوستزی و تخصیص آن به دانه شده و میزان سنتز روغن را افزایش داده است. ازسوی دیگر به نظر می‌رسد که طول دوره پرشدن دانه در ژنوتیپ سینا و فرمان در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان بیشتر بوده و فرصت بیشتری جهت سنتز روغن ایجاد نموده است. نتایج به دست آمده با نتایج گزارش شده اشرافی و رزمجو (۱۳۸۸) مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گلنگ تحت

برگ در ژنوتیپ سینا در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان شده است. بیشتر بودن شاخص سطح برگ و احتمالاً دوام سطح برگ در ژنوتیپ سینا در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان سبب افزایش میانگین سرعت رشد محصول و حفظ این سرعت برای زمان طولانی‌تری در دوره رشد گیاه شده و سرانجام عملکرد دانه بیشتری را تولید کرده است.

اسید آسکوربیک به عنوان یک ترکیب آنتی‌اکسیدان احتمالاً از طریق جارونمودن ترکیبات اکسیدکننده مانند هیدروژن پراکسید کاسته و همچنین از آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از تجمع انواع گونه‌های فعال اکسیژن بر آنزیم‌های چرخه کالوین و رنگیزهای Dolatabadian *et al.*, 2009) (). بنابراین به نظر می‌رسد که این ترکیب آنتی‌اکسیدانی با بهبود وضعیت فتوستز و کاهش تنفس و درنهایت در افزایش سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت رشد محصول مؤثر باشد. افزایش سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت رشد محصول در ژنوتیپ‌های گلنگ طی محلولپاشی با اسید جاسمونیک در مقایسه با تیمار بدون محلولپاشی به علت افزایش جذب عناصر غذایی ضروری (Mady, 2009) و نقش اسید جاسمونیک به عنوان یک جاروب‌کننده ترکیبات اکسیدکننده که موجب بهبود رنگدانه‌های فتوستزی، محتوای رطوبت نسبی و میزان فتوستز می‌شود، بر می‌گردد (Joseph *et al.*, 2010). تأثیر محلولپاشی با اسید جاسمونیک در بهبود Ghassemi- شاخص سطح برگ در گیاه گلنگ توسط (Golezani and Hosseinzadeh, 2015) نیز گزارش شده است. درصد روغن: اثرهای ساده سال، تنفس کم‌آبی، ژنوتیپ و محلولپاشی و برهمکنش تیمار کم آبیاری و ژنوتیپ بر درصد روغن معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوریکه بیشترین درصد روغن (۲۷/۸۸) از ژنوتیپ سینا و رژیم آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری گلنگ و کمترین میزان درصد روغن (۲۴/۷۸) از ژنوتیپ محلی اصفهان و تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری به دست آمد (جدول ۳). میزان درصد روغن در تیمار ۵۰ درصد نیاز آمد (جدول ۳). میزان درصد روغن در تیمار ۵۰ درصد نیاز

تنش اکسیداتیو و اختلال در ساختار کلروپلاست و کاهش محتوی کلروفیل شده و درنتیجه منجر به کاهش فعالیت فتوستزی و عملکرد دانه گیاه شده است (Amini *et al.*, 2013). بین ژنوتیپ‌های گلنگ تفاوت‌های معنی‌داری از نظر عملکرد دانه در واحد سطح گزارش شده است (بهداشی و جامی‌الاحمدی، ۱۳۸۹؛ کافی و رستمی، ۱۳۸۶). عملکرد دانه حاصل ضرب اجزا عملکرد، یعنی تعداد واحد زایشی در واحد سطح، تعداد دانه در واحد زایشی و متوسط وزن هزار دانه است ژنوتیپ سینا دارای تعداد واحد زایشی و وزن دانه بیشتری است که زمینه را جهت افزایش عملکرد این ژنوتیپ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی ایجاد نموده است. بهنظر می‌رسد علت افزایش عملکرد دانه تحت تأثیر محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک به‌علت خواص آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات بوده که با جاروب‌کردن ترکیبات اکسیدکننده موجب بهبود رنگدانه‌های فتوستزی، محتوای رطوبت نسبی و میزان فتوستز شده‌اند و احتمالاً با بهبود وضعیت فتوستز و کاهش ترکیبات اکسیدکننده میزان توسعه سلولی افزایش و میزان تنفس کاهش یافته و درنهایت سطح برگ و سرعت رشد محصول افزایش یافته و موجب افزایش تخصیص مواد فتوستزی به آغازه‌های رویشی شاخه‌ها شده و تعداد شاخه‌ها افزایش یافته و زمینه را جهت افزایش تعداد غوزه در بوته گلنگ فراهم نموده است و از سوی دیگر افزایش میزان مواد فتوستزی موجب افزایش تخصیص مواد فتوستزی به غوزه و دانه شده و موجب حفظ غوزه‌ها شده و از سقط دانه‌ها نیز جلوگیری کرده و طول دوره پرشدن دانه را نیز افزایش داده و درنهایت با توجه به موارد بیان شده این ترکیبات (اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک) موجب افزایش عملکرد دانه شده‌اند.

عرب و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه گلنگ شد. همچنین مرادی توچایی و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک موجب افزایش درصد روغن در گیاه بادام زمینی (*Arachis hypogaea*) شد.

رژیم‌های کم آبیاری از نظر درصد روغن مطابقت دارد. تحت تأثیر محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک درصد روغن دانه افزایش پیدا کرد. مطابق با نتایج این پژوهش محققان مختلفی (Helmy, 2014; Osman *et al.*, 2014) نتایج مشابهی در رابطه با اثر اسید آسکوربیک بر افزایش درصد روغن دانه گیاهان مختلف گزارش کردند. محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک نیز موجب افزایش درصد روغن دانه شد. به‌نظر 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 فتوستزی به دانه میزان ستز روغن را افزایش داده‌اند.

عملکرد دانه: اثرات ساده سال، تیمار کم آبیاری، ژنوتیپ و محلول‌پاشی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که برهمکنش تنش کم آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه ۲۳۲۵ کیلوگرم در هکتار (از ژنوتیپ سینا و تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری گلنگ و کمترین میزان عملکرد دانه ۱۰۲۰ کیلوگرم در هکتار) از ژنوتیپ سینا و تیمار آبیاری درصد نیاز آبیاری به دست آمد (جدول ۳). میزان عملکرد دانه ۵۶/۱۲ در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ اصفهان در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و ژنوتیپ سینا کاهش یافت (جدول ۳). در تیمار محلول‌پاشی بیشترین عملکرد دانه ۲۰۱۲ کیلوگرم در هکتار (مربوط به محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و کمترین آن ۱۹۲۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۶). به طوریکه محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک موجب افزایش عملکرد دانه به میزان ۴۲/۴ درصد در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی شد (جدول ۶).

کاهش عملکرد دانه تحت تأثیر تیمار کم آبیاری در گیاه گلنگ به دلیل افزایش رقابت بین گیاهان برای آب و کاهش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غوزه و وزن هزار دانه گیاه است (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین کم آبیاری باعث ایجاد

عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد روغن حاصل می‌شود می‌توان دریافت که علت کاهش عملکرد روغن به علت کاهش درصد و عملکرد روغن تحت تیمارهای کم آبیاری بوده است. در آزمایشی که با تیمارهای سطوح مختلف آبیاری براساس ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی بر روی ژنتیپ‌های گلرنگ انجام گرفت، بیشترین عملکرد روغن به مقدار (۴۰۷ کیلوگرم در هکتار) با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین عملکرد روغن نیز به مقدار (۲۹۷/۷ کیلوگرم در هکتار) با تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد (فراست و همکاران، ۱۳۸۷). این احتمال وجود دارد که تفاوت معنی‌دار درصد روغن و به خصوص عملکرد دانه در ژنتیپ‌های سینا و فرمان با ژنتیپ محلی اصفهان موجب تفاوت معنی‌دار عملکرد روغن این دو ژنتیپ با ژنتیپ محلی اصفهان شده است. تفاوت عملکرد روغن بین ژنتیپ‌های گلرنگ توسط پاسبان اسلام (۱۳۹۰) نیز گزارش شده است. با توجه به اینکه عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد روغن حاصل می‌شود به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و اسید جاسمونیک از طریق افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدان و کاهش ترکیبات اکسیدکننده و همچنین افزایش بهره‌برداری از پتانسیل‌های محیطی موجب افزایش میزان فتوسترز شده‌اند و با افزایش تخصیص مواد فتوسترزی به دانه و همچنین به نظر می‌رسد که این ترکیبات از طریق افزایش طول دوره پرشدن دانه درصد روغن دانه گلرنگ را افزایش داده‌اند. همچنین احتمالاً این ترکیبات با کاهش فعالیت ترکیبات اکسیدکننده و کاهش اکسیداسیون سلول‌ها و افزایش فتوسترز موجب افزایش وزن دانه، تعداد دانه در غوزه و تعداد غوزه در بوته و درنهایت موجب افزایش عملکرد دانه در ژنتیپ‌های گیاه گلرنگ شده‌اند بنابراین با افزایش درصد روغن و عملکرد دانه عملکرد روغن نیز افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تفاوت‌های موجود در بین ژنتیپ‌ها و همچنین تأثیر محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و اسید

گزارش شده که محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک موجب افزایش عملکرد دانه گلرنگ می‌شود (Ghassemi-Golezani and Hosseinzadeh, 2015).

عملکرد روغن: اثرات ساده سال، ژنتیپ، تیمار کم آبیاری و محلول‌پاشی بر عملکرد روغن معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که اثر برهمکنش تنش کم آبیاری و ژنتیپ بر عملکرد روغن معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد روغن (۶۴۸ کیلوگرم در هکتار) از ژنتیپ سینا و تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گلرنگ و کمترین میزان عملکرد روغن (۲۴۴ کیلوگرم در هکتار) از ژنتیپ محلی اصفهان و تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری به دست آمد (جدول ۳). میزان عملکرد روغن در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری و ژنتیپ اصفهان ۶۲/۳۴ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و ژنتیپ سینا کاهش یافت (جدول ۳). برهمکنش تیمار آبیاری و محلول‌پاشی و همچنین اثر متقابل ژنتیپ و محلول‌پاشی بر عملکرد روغن معنی‌دار شد (جدول ۲). تحت تأثیر برهمکنش تیمار کم آبیاری و محلول‌پاشی بیشترین عملکرد روغن از تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری و محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک با غلظت ۲۰mM و کمترین آن از تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی و تیمار بدون محلول‌پاشی به دست آمد (جدول ۴). نتایج نشان داد که عملکرد روغن در تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبیاری و بدون محلول‌پاشی ۱۷/۸۳ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک کاهش یافت (جدول ۴). همچنین تحت برهمکنش تیمار ژنتیپ و محلول‌پاشی بیشترین عملکرد روغن مربوط به ژنتیپ سینا و محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک و کمترین آن مربوط به ژنتیپ محلی اصفهان و تیمار بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۵). به طوریکه عملکرد روغن در ژنتیپ محلی اصفهان و بدون محلول‌پاشی ۳۳/۱۹ درصد در مقایسه با ژنتیپ سینا و محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک کاهش یافت (جدول ۵). نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی، موجب افزایش عملکرد روغن شد (جدول ۵). با در نظر گرفتن اینکه

عملکرد دانه و عملکرد روغن در ژنوتیپ‌های گیاه گلنگ شده‌اند. بنابراین محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک و اسید آسکوربیک جهت کاهش اثرات نامطلوب تنفس خشکی بر گیاه گلنگ پیشنهاد می‌شود.

آسکوربیک جهت افزایش میزان صفات مورد بررسی می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌ها و ترکیبات مناسب جهت کاهش اثرات نامطلوب تنفس کم آبیاری بهمنظور دستیابی به افزایش عملکرد دانه و عملکرد روغن مورد استفاده قرار گیرد. احتمالاً این ترکیبات با افزایش فعالیت ترکیبات آنتی‌اکسیدان و کاهش اکسیداسیون سلول‌ها و افزایش فتوستتر موجب افزایش

منابع

- احمدزاده، ص.، کدیور، م. و سعیدی، ق. ا. (۱۳۸۸) بررسی خصوصیات روغن و ترکیب دانه در تعدادی از لاین‌ها و واریته‌های گلنگ. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی ایران ۵: ۱۵۰-۱۳۶.
- اشرفی، ا. و رزمجو، ج. (۱۳۸۸) بررسی هیدروپراپامینگ بر خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گلنگ تحت تنفس خشکی. فصلنامه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی ۱: ۴۳-۵۲.
- امام، ی. و نیکنژاد، م. (۱۳۹۰) مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز.
- بهدانی، م. و جامی الاحمدی، م. (۱۳۸۹) عکس‌العمل ارقام بهاره گلنگ (*Carthamus tinctorius*) به فواصل مختلف آبیاری در شرایط بیرونی. پژوهش‌های زراعی ایران ۸: ۳۲۳-۳۱۵.
- بالجاني، ر. و شکاري، ف. (۱۳۹۱) تأثير پيش‌تيمار با ساليسيليك اسید بر روابط شاخص‌های رشد و عملکرد در گیاه گلنگ (*Carthamus tinctorius L.*) تحت شرایط تنفس خشکی آخر فصل. نشریه دانش کشاورزی و تولید پايدار ۲۲: ۱۰۷-۸۷.
- پازکي، ع. (۱۳۹۴) بررسی اثر محلول‌پاشی آسکوربیات و جيرلين بر میزان پرولین و برخی صفات رویشی گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica L.*) در شرایط تنفس شوری. مجله پژوهش‌های بهزراعی ۷: ۶۷-۵۴.
- پاسبان اسلام، ب. (۱۳۹۰) تأثير تنفس خشکی بر عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های پاییزه گلنگ. مجله علوم گیاهان زراعی ایران ۴۲: ۲۸۳-۲۷۵.
- پورقاسمی، د.، رضایی‌نژاد، ع. الف. و چهرازی، م. (۱۳۹۴) اثر اسید آسکوربیک بر خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های برگ موجودی و برگ صاف آلتريانثرا (*Alternanthera repens*) تحت تنفس شوری. مجله تولیدات گیاهی ۳۸: ۷۶-۶۶.
- پورقاسمیان، ن. و مرادي، ر. الف. (۱۳۹۴) بررسی اثر تنفس خشکی و اسید آسکوربیک بر برخی پارامترهای رشد و بیوشیمیایی در گیاه همیشه‌بهار. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی ۶: ۸۸-۷۸.
- توكلى، ا. (۱۳۸۱) بررسی اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد روغن گلنگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران.
- خلیلی، م.، تقوی، م. و پور ابوقداره، ع. (۱۳۹۲) ارزیابی عملکرد دانه و برخی از صفات زراعی و مورفولوژیک در ژنوتیپ‌های بهاره گلنگ (*Carthamus tinctorius*) در شرایط آبیاری و دیم. اصلاح گیاهان زراعی ۱۶: ۱-۱۴۸.
- شالچی، م.، سپهری، ع. و احمدوند، گ. (۱۳۸۶) ويژگی‌های رشد، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و میزان روغن سه رقم گلنگ تحت تنفس خشکی در همدان. پژوهش کشاورزی (آب خاک و گیاه در کشاورزی) ۷: ۸۵-۷۱.
- سلیمی، ف. و شکاري، ف. (۱۳۹۱) تأثير متیل جاسمونات و تنفس شوری روی برخی خصوصیات ریخت‌شناسی و عملکرد گل در بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla L.*). مجله زیست‌شناسی گیاهی ایران ۴: ۳۸-۲۷.

- ظرفی، م.، عبادی، ع.، جهانبخش، س. و صدقی، م. (۱۳۹۶) اثر براسینواستروئیدها بر تحمل ارقام گلرنگ به تنش خشکی در اردبیل. نشریه تولید گیاهان زراعی ۱۰: ۳۱-۱۷.
- عرب، ص.، برادران فیروز آبادی، م. و اصغری، ح. (۱۳۹۴) تأثیر محلول پاشی اسید آسکوربیک و سدیم نیتروپروساید بر رنگیزهای فتوستتری و برخی صفات گلرنگ بهاره در شرایط تنش کم آبیاری. مجله تولیدات گیاهی ۳۸: ۱۰۴-۹۴.
- فراست، م.، ساجدی، ن. و میرزاخانی، م. (۱۳۸۷) واکنش صفات گیاهی چهار ژنوتیپ گلرنگ در شرایط تنش کمبود آب. یافته‌های نوین کشاورزی ۳: ۸۱-۶۷.
- فرشی، ع.، سیادت، ح.، دربندی، ص.، انصاری، م.، خیرابی، ج.، میرلطیفی، م.، سلامت، ع. و سادات میری، م. ح. (۱۳۸۲) مدیریت آب آبیاری در مزرعه. چاپ اول، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- فنایی، ح. ر. و پیری، ع. (۱۳۹۴) اثر پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه و روغن گلرنگ تحت شرایط کم آبیاری. علوم و تحقیقات بذر ایران ۲: ۵۹-۴۹.
- کافی، م. و رستمی، م. (۱۳۸۶) اثر خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن ارقام گلرنگ در شرایط آبیاری با آب شور. مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۵: ۱۳۱-۱۲۱.
- لباسچی، م. ح. و شریفی عاشور آبادی، ا. (۱۳۸۳) استفاده از شاخص‌های فیزیولوژی رشد در بهره‌برداری مناسب از گل راعی. پژوهش و سازندگی ۶۵: ۷۵-۶۵.
- مرادی توچالی، م.، سیف‌زاده، س.، ذاکرین، ح. ر. و ولدآبادی، ع. ر. (۱۳۹۶) بررسی اثر محلول پاشی متابول و اسید آسکوربیک بر رشد و عملکرد بادام زمینی (*Arachis hypogaea*) در شرایط دیم. فصلنامه علمی پژوهشی گیاهان زراعی ۹: ۸۲-۶۵.
- نادری درباغشاهی، م. ر.، نور محمدی، ق.، مجیدی، ا.، دویش، ف.، شیرانی راد، ا. ح. و مدنی، ح. (۱۳۸۴) بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر صفات اکوفیزیولوژیکی سه الین گلرنگ در کاشت تابستانه در اصفهان. مجله نهال و بذر ۲۷: ۲۸۱-۲۶۱.
- وطن خواه، الف.، کلانتری، ب. و عندلیبی، ب. (۱۳۹۵) اثر متیل جاسمونات بر برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita L.*) تحت تنش شوری. فرایند و کارکرد گیاهی ۵: ۱۷۱-۱۵۸.
- یاری، ب.، کشتکار، ا. م. و سپهری، ع. (۱۳۹۳) بررسی تأثیر تنش رطوبتی بر رشد و عملکرد گلرنگ بهاره. فناوری تولیدات گیاهی ۱۴: ۱۱۶-۱۰۲.

- Amini, H., Arzani, A. and Bahrami, F. (2013) Seed yield and some physiological traits of safflower as affected by water deficit stress. International Journal of Plant Production 7: 598-614.
- Asghari, B. and 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. and Razmjoo, K. H. (2010) Effect of irrigation regimes on oil content and interspecific variation and environmental control. New Phytologist 193: 30-50.
- Barrsu, H. D. and Weatherley, P. E. (1962) A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. Australian Journal of Biological Sciences 15: 413-428.
- Dolatabadian, A., Modares Sanavy, A. M. and Asilan, K. (2009) Effect of ascorbic acid foliar application on yield, yield component and several morphological traits of grain corn under water deficit stress conditions. Notulae Scientia Biologicae 2: 45-50.
- Erie, L. J. and French, O. F. (1987) Growth yield, and yield components of safflower as affected by irrigation regimes. Agronomy Journal 61: 111-113.
- Ghassemi-Golezani, k. and 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.
- 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. Egypt Journal Soil Science 54: 1-20.

- Jamali, M. M. (2013) Investigate the effect of drought stress and different amount of chemical fertilizers on some physiological characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.). International Journal of Farming and Allied Sciences 2: 872-879.
- Jensen, C. R., Morgensen, V. O., Mortensen, G. and Fieldsend, J. K. (1996) Lucosinolate G, oil and protein of field grown rape affected by soil drying and evaporative demands. Field Crop Research 47: 693-705.
- Joseph, B., Jini, D. and Sujatha, S. (2010) Insight into the role of exogenous salicylic acid on plants grown under salt environment. Asian Journal of Crop Science 2: 226-235.
- Karimi, M. M. and Siddique, K. H. M. (1991) Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Australian Journal Agricultural Research 42: 13-20.
- Levitt, J. (1980) Response of plants to environmental stresses. 2nd Ed. Academic Press, New York.
- Mady, M. A. (2009) Effect of foliar application with salicylic acid and vitamin E on growth and productivity of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Plant Journal of Agricultural Science 34: 6735-6746.
- Mahabub Alam, M. D., Kamrun, N., Hasanuzzaman, M. and Masayuki, F. (2014) Exogenous jasmonic acid modulates the physiology, antioxidant defense and glyoxalase systems in imparting drought stress tolerance in different *Brassica* species. Plant Biotechnology Reports 8: 279-293.
- Neocleous, D. and Vasilakakis, M. (2007) Effects of NaCl stress on red raspberry (*Rubus idaeus* L.). Scientia Horticulturae 112: 282-289.
- Oliviera-Neto, C. F., Silva-Lobato, A. K., Goncalves-Vidigal, M. C., Costa, R. C. L., Santos.Filho, B. G., Alves, G. A. R., Silva-Maia, W. J. M., Cruz, F. J. R., Neres, H. K. B. and Santos Lopes, M. J. (2009) Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit during three growth stages. Science and Technology 7: 588-593.
- Osman, E. A. M., El-Galad, M. A., Khatab, K. A. and El-Sherif, M. A. B. (2014) Effect of compost rates and foliar application of ascorbic acid on yield and nutritional status of sunflower plants irrigated with saline water. Global Journal of Scientific Researches 2: 193-200.
- Prochazka, S., Machaackova, I., Kreekule, J. and Sebanek, J. (1998) Plant physiology. Academia Praha.
- Schonfeld, M. A., Johnson, R. C., Carver, B. and Morhinweg, D. W. (1988) Water relation in winter wheat as drought resistance indicator. Crop Science 28: 526-531.
- Shigeoka, S., Ishikawa, T., Tami, M. and Miagawa, Y. (2002) Regulation and function of ascorbic peroxidase isoenzymes. Journal Experiment Botany 53: 1305-1319.
- Siddique, M. R. B., Hamid, A. and Islam M. S. (2000) Drought stress effects on water relations of wheat. Botanical Bulletin-Academia Sinica 41: 35-39.
- Silva, M. A., Jifon, J. L., Silva, J. A. G. and Sharma, V. (2007) Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. Brazilian Journal of Plant Physiology 19: 193-201.
- Sinclair, T. R. and Ludlow, M. M. (1985) Who thought plant thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. Australia Journal Plant Physiology 33: 312-317.
- Thallooth, A. T., Tawfik, M. M. and Magda Mohamed, H. (2006) A comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mungbean plant grown under water stress conditions. World Journal of Agricultural Sciences 2: 37-46.
- Wasternack, C. (2007) Jasmonates: An update on biosynthesis, signal transduction and action in plant stress response. Growth and development. Annals of Botany 74: 1090-1093.

Evaluation of the effect of jasmonic acid and ascorbic acid on some morphophysiological traits of safflower genotypes Under deficit irrigation regimes

Fateme mohtashami and Mahmoud reza tadayon*

Department of agronomy, Faculty of agriculture, University of shahrekord

(Received: 24/04/2018, Accepted: 01/05/2019)

Abstract

In order to evaluate the effect of deficit irrigation treatment and foliar application of ascorbic and jasmonic acids on morphophysiological traits of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.), an experiment was set out in a split plot factorial in a randomized complete block design with three replications at Shahrekord University Agricultural Research Station during the two years, i.e. 2016-2017. The main factor consisted of three levels of irrigation of 100%, 75% and 50% of the plant's water requirement of safflower and sub-factor including safflower genotypes including Sinai, Isfahan local, Faraman and foliar application with three levels including (0 concentration, foliar application of jasmonic acid with 0.5 mM concentration and foliar application of ascorbic acid with 20 mM concentration). The results showed that the highest chlorophyll a, chlorophyll b, relative water content, leaf area index, crop growth rate, oil percentage, grain yield and oil yield related to Sina genotype and 100% of the plant's water requirement and the least of these traits were related to the Isfahan local genotype and 50% of the plant's water requirement. Also, the results of this study showed that the interaction effects of genotype \times deficit irrigation and genotype \times foliar application were significant only on chlorophyll a and oil yield. Also, foliar application of Jasmic and ascorbic acids increased all traits compared to the non foliar application treatment. The results of this study showed that the differences between the genotypes and also effect of foliar application of jasmonic and ascorbic acids to increase of these traits were important components that could be used to select genotypes and suitable compounds to reduce undesirable effects of water stress in order to achieve increased economic performance.

Keywords: Crop growth rate, Leaf area durability, Leaf area index, Oil percentage, Oil yield.

Corresponding author, Email: mrtadayon@yahoo.com