

## بررسی اثر تنش خشکی و اسکوریک اسید بر برخی پارامترهای رشد و بیوشیمیایی در گیاه همیشه بهار

نسبیه پورقاسمیان\* و روح اله مرادی

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۰۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۱۱/۱۲)

### چکیده:

جهت بررسی تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و کاربرد اسکوریک اسید بر برخی پارامترهای رشد و بیوشیمیایی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L) آزمایشی بصورت فاکتوریل در پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف تنش خشکی (آبیاری مطلوب در حد ظرفیت زراعی، آبیاری در حد ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) و سطوح مختلف محلول پاشی اسکوریک اسید (۰، ۱ و ۱۰ میلی مولار) بود. نتایج نشان داد که پارامترهای رشد (وزن تر و خشک بوته، ارتفاع گیاه)، محتوی پرولین و میزان قندهای محلول گیاه تحت تاثیر اثرات ساده و متقابل هر دو عامل مورد بررسی اختلاف معنی داری نشان دادند. میزان کلروفیل a و b تنها تحت تاثیر اثر آبیاری قرار گرفت. هیچکدام از تیمارهای مورد بررسی بر محتوی کارتنوئید تاثیر نداشت. با افزایش میزان تنش خشکی وزن تر و خشک و ارتفاع گیاه کاهش معنی داری نشان داد. در حالیکه، افزایش سطوح تنش خشکی باعث افزایش معنی دار میزان پرولین، قندهای محلول و محتوی کلروفیل a و b گیاه شد. نتایج نشان داد که در کلیه تیمارهای تنش خشکی، محلول پاشی اسکوریک اسید بخصوص در سطح ۱۰ میلی مولار نقش مثبتی در بهبود خصوصیات عملکردی و افزایش میزان پرولین و قندهای محلول گیاه دارا بود. بنابراین به نظر می رسد اسکوریک اسید در نقش آنتی اکسیدانی و هورمونی توانسته باشد تا حدودی نقش جبرانی برای اثر تنش خشکی در گیاه همیشه بهار ایفا کند.

کلمات کلیدی: پرولین، قندهای محلول، کلروفیل، وزن خشک.

### مقدمه:

آب ماده‌ای حیاتی برای رشد و نمو گیاه می باشد و خشکی از مهم ترین عوامل تنش زای غیرزیستی مؤثر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی است (Andrew et al., 2000). تنش ناشی از کمبود آب چه به شکل مستمر و چه به صورت موقت، رشد و توزیع پوشش گیاهی طبیعی را محدود می کند و بیش از هر عامل محیطی دیگری بر گیاهان کشت شده تأثیر دارد (Mc dowell, 2008). ایران از نظر موقعیت جغرافیایی در کمربند بیابانی جهان واقع شده است و از مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می رود. متوسط بارندگی در کشور حدود 250

میلیمتر است که این مقدار یک سوم متوسط بارندگی در جهان است. بنابراین یکی از محدودکننده ترین تنش های محیطی در کشاورزی ایران، تنش کمبود آب می باشد (دزفولی و کوچکی، ۱۳۷۴).

گیاهان در رویارویی با تنش خشکی از راهکارهای اجتناب از خشکی، اجتناب از دهیدراته شدن و مقاومت در مقابل دهیدراته شدن استفاده می کنند. چنین سازگاری هایی نتیجه عمل متقابل تغییرات بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی، مرفوآناتومیکی و ملکولی است (Blum, 2005). یکی از مهمترین سازگاری های فیزیولوژیکی گیاهان تنظیم اسمزی است که از

\* نویسنده مسؤول، نشانی پست الکترونیکی: pourghasemian92@gmail.com

طریق تجمع ترکیبات آلی و غیر آلی در سلول، پتانسیل آب را کاهش داده و امکان جذب بیشتر آب از محیط‌های کم آب را برای گیاه فراهم می‌کند (Ashraf, 2010). گیاهان برای تنظیم پتانسیل اسمزی درون سلول در شرایط محیطی نامساعد، مواد محلول سازگار با وزن مولکولی کم را تجمع می‌دهند. این مواد عموماً شامل اسیدهای آمینه، قندها و اسیدهای آلی می‌باشد که در بین آنها احتمالاً پرولین گسترده‌ترین ترکیب محلول است و به نظر می‌رسد تجمع آن در فرایند سازگاری به تنش خشکی در بسیاری از گیاهان دخالت دارد (موحدی دهنوی و همکاران، ۱۳۸۳ به نقل از جعفر زاده و همکاران، ۱۳۹۲). با این حال بسیاری از گیاهان مهم اقتصادی از طریق مکانیسم‌های داخلی توان مقابله با شرایط تنش‌های محیطی را ندارند. بنابراین بشر از طریق برخی علوم زیستی و به کار بردن ترکیبات خارجی روی گیاه، آنها را در مقابله با این شرایط همراهی می‌کند. این ترکیبات شامل اسمولیت‌های آلی، هورمون‌های گیاهی و مواد معدنی هستند (Ali et al., 2007).

اسکوربیک اسید تحت عنوان ویتامین C شناخته شده است، هورمون گیاهی، یک آنتی اکسیدان محلول در آب است و به عنوان سوبسترای اولیه در چرخه سمیت زدایی پراکسید هیدروژن فعالیت می‌کند و همچنین در فرایندهای رشد و نمو گیاه مانند تقسیم سلولی، توسعه دیواره و دیگر فرایندهای نمو نقش دارد. وجود غلظت‌های کمی از آن در برگ‌ها به عنوان آنتی اکسیدان نقش مهمی در تحمل گیاه به تنش ایفا می‌کند. با این وجود در مورد کاربرد خارجی ویتامین‌ها روی گیاهان و مخصوصاً گیاهان دارویی تحت تنش خشکی گزارش‌های کمی وجود دارد (Ashraf, 2010). اسید اسکوربیک در غلظت ۱۰ میلی مولار موجب افزایش قندهای محلول، پرولین و آنزیم‌های کاتالاز، گلوکاتایون پراکسیداز و به طور کلی افزایش مقاومت به تنش شوری در گیاه سیاه دانه شد (قربانلی و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین در ارتباط با اثر اسکوربیک اسید در رفع تنش اکسیداتیو حاصل از خشکی بر گیاه آرابیدوپسیس (Larkindale and knight, 2000 به نقل از قربانلی و همکاران، ۱۳۸۹)، بامیه (Baghizadeh et al., 2009)

و توت فرنگی (دهقان و همکاران ۱۳۹۲) مطالعاتی صورت گرفته است که گویای توان این ماده در کاهش اثر تنش مذکور از طریق افزایش اسمولیت‌های آلی مانند قندهای محلول و پرولین می‌باشد. با اینحال اسکوربیک اسید به واسطه آنتی اکسیدان بودن گاهی اوقات قبل از افزایش یافتن این اسمولیت‌ها رادیکال‌های اکسیژن را حذف می‌کنند و در این شرایط توان جبرانی گیاه با کاهش و یا عدم افزایش اسمولیت‌های آلی همراه خواهد بود (دلآوری پاریزی و همکاران ۱۳۹۱).

همیشه بهار با نام علمی *Calendula officinalis* L گیاهی علفی و یک ساله از تیره کاسنی با طول دوره رویش ۲۰۰ تا ۲۱۰ روز است (امیدبگی، ۱۳۸۴). این گیاه دارای مواد مؤثره ارزشمندی است که باعث شده در صنایع داروسازی و آرایشی - بهداشتی اهمیت ویژه‌ای داشته باشد. اخیراً فعالیت‌هایی در زمینه مطرح شدن همیشه بهار به عنوان یک گیاه روغنی در اروپا در حال انجام است. این امر به جهت کاربرد روغن دانه این گیاه در تهیه، آبرنگ و پلاستیک است (امید بگی، ۱۳۸۴). برگ‌ها و گل این گیاه همچنین حاوی سسکویتیرپن گلیکوزید، ساپونین، زانتوفیل، تریول ترپن فلاونوئید و ترکیبات فرار است. ترکیب شیمیایی موسوم به کالاندولین، اسید سالیسیک، صمغ و اسیدهای آلی عمدتاً ترکیبات شیمیایی گل همیشه بهار را تشکیل می‌دهند. رنگ گل‌ها مربوط به ترکیبات فلاونوئیدی و کاروتنوئیدهاست و گل‌های این گیاه دارای کاروتنوئیدهای بسیار فراوان و متنوعند از جمله کاروتن، لیکوپن، ویولاگزانتین، فلاووگزانتین وروبی گزانتین دارد (Chalchat et al., 1991).

با وجود اینکه مطالعات زیادی روی اثر ترکیبات خارجی برای مقابله با تنش‌های زیستی مانند خشکی مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. با این حال از آنجایی که گیاهان مختلف پاسخ یکسان و همانندی به استعمال این مواد ندارند و همچنین معمولاً بین غلظت مواد مصرفی و نوع گیاه اثر متقابلی وجود دارد، بنابراین مطالعه و بررسی نوع و مقدار این مواد بر گیاهان مختلف حائز اهمیت است. همچنین با توجه به اینکه در این زمینه مطالعه‌ای روی گیاه دارویی همیشه بهار صورت نگرفته است. بررسی اثر ترکیباتی مانند اسکوربیک اسید که

خود علاوه بر اینکه یک هورمون گیاهی است یکی از مواد موثره تولید شده توسط این گیاه نیز می باشد و مطالعات محدودی روی اثرات آن بر تنش انجام گرفته است، می تواند به نتایجی جدید منجر شود. از اینرو، مطالعه حاضر با هدف بررسی نقش اسکوربیک اسید بر کاهش اثرات تنش خشکی بر روی گیاه همیشه بهار با تاکید بر پارامترهای رشد و برخی صفات بیوشیمیایی انجام شد.

### مواد و روش‌ها:

به منظور بررسی اثر اسکوربیک اسید بر عملکرد و برخی پاسخ‌های بیوشیمیایی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L) در اثر تنش خشکی آزمایشی بصورت فاکتوریل در پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال ۱۳۹۳ انجام شد.

تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف تنش خشکی (آبیاری مطلوب در حد ظرفیت زراعی، آبیاری در حد ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) و سطوح اسکوربیک اسید در سه سطح (۰، ۱ و ۱۰ میلی مولار) بود. در گلدان‌های ۷ لیتری به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر، ۱۰ بذر کاشته شد و پس از اطمینان از سبز شدن و استقرار کامل گیاهچه (در مرحله دو برگگی) اقدام به تنک کردن بوته‌ها شد، به طوریکه در هر گلدان ۵ گیاهچه باقی ماند. تا مرحله ۴ برگگی گلدان‌ها به حالت عادی آبیاری شدند. در مرحله ۴ برگگی تیمارهای آزمایش اعمال شدند. به منظور اعمال تنش خشکی از روش وزن کردن گلدان‌ها استفاده شد. به این ترتیب که ابتدا یکی از گلدان‌ها که از خاک مورد آزمایش پر شده بود، توزین شد. سپس گلدان از آب اشباع گردید و برای جلوگیری از تبخیر، سطح گلدان توسط یک پلاستیک پوشیده شد. با خروج آب ثقیلی وزن گلدان به طور مرتب کم شد تا زمانی که وزن آن ثابت ماند سپس با تفاضل وزن اخیر و وزن خاک خشک مقدار آب لازم برای رسیدن خاک هر گلدان به حد ظرفیت زراعی مشخص گردید. بقیه تیمارها (۷۵، ۵۰ و ۲۵) نسبت به ظرفیت زراعی سنجیده شد.

برای اعمال تنش، گلدان‌ها روزانه وزن میشدند و مقدار آب لازم برای رسیدن به هر کدام از سطوح اضافه میشد (خزاعی و همکاران، ۱۳۸۷).

مصرف اسکوربیک اسید که از شرکت آدونیس گل دارو تهیه شده بود، از طریق محلول پاشی و همزمان با اعمال تنش رطوبتی روی برگ‌ها انجام شد. تکرار محلول پاشی هر هفته به طور منظم انجام گرفت. پس از گذشت یک ماه از اعمال اولین تیمارها زمانی که بوته‌ها هنوز در حالت رزت به سر می‌بردند برداشت صورت گرفت. سه بوته از میان پنج بوته جهت اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی و دو بوته باقیمانده جهت تعیین وزن خشک اختصاص یافتند.

جهت اندازه‌گیری ارتفاع بوته، از خط کش میلی‌متری استفاده شد. ارتفاع گیاه از سطح خاک تا محل آخرین برگ در بوته ثبت گردید.

جهت اندازه‌گیری وزن تر و خشک بوته از ترازوی مدل FH 300 با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، بوته‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون مدل Fater Riparadaz با دمای ۱۰۸ درجه سانتیگراد قرار داده شدند.

محتوای رنگیزه‌های کلرفیل و کارتنوئید برگ با روش lichtenthaler (۱۹۹۴) انجام شد. ابتدا یک گرم از برگ تازه که برداشت شده بود را به قطعات کوچکی خرد نموده و در داخل هاون چینی به همراه ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد به مدت چند دقیقه به خوبی له کرده، ماده حاصله را درون قیف بوختر متصل به پمپ خلاء ریخته و پس از جدا سازی محلول، مواد را به هاون منتقل کرده و ۱۰ میلی لیتر استون اضافه کرده و این عمل تا زمانیکه مواد باقیمانده در قیف بوختر به طور کامل فاقد کلروفیل و سفید شد، ادامه یافت. محلول به دست آمده با استون ۸۰ درصد به حجم ۳۰ میلی لیتر رسانده و درون لوله آزمایش دربار ریخته، سپس عصاره حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در دستگاه سانتریفوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. میزان جذب نوری عصاره توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل PD- 303S APEL) در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۶ نانومتر

برای کلروفیل و ۴۷۰ نانومتر برای کاروتنوئیدها قرائت شد. به منظور حذف استون از محلول شاهد، استون ۸۰ درصد استفاده کرده و پس از کالیبره کردن دستگاه عصاره حاصل را درون دستگاه قرار داده و اعداد به دست آمده قرائت شدند. در نهایت اعداد به دست آمده جهت محاسبه غلظت کلروفیل (میلی گرم در گرم وزن تازه برگ) به ترتیب در روابط ۱، ۲ و ۳ به کار رفت.

$$C_{chl\ a}(\text{mg/g leaf}) = ((0.0122 \times \text{Abs}663) - (0.00269 \times \text{Abs}646)) \times \text{ml acetone/mg leaf} \quad (1)$$

$$C_{chl\ b}(\text{mg/g leaf}) = ((0.0229 \times \text{Abs}646) - (0.00460 \times \text{Abs}663)) \times \text{ml acetone/mg leaf} \quad (2)$$

$$C_{Cx+c}(\text{mg/g leaf}) = ((1000 \times \text{Abs}470 - 1.82 \times C_{chl\ a} - 85.02 \times C_{chl\ b}) / 198) \times \text{ml acetone/mg leaf} \quad (3)$$

در این معادلات C نشان دهنده غلظت و chl a، b و Cx+c به ترتیب کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها شامل کاروتن و گزانتوفیل می باشد. همچنین ۶۶۳، ۶۴۶، ۴۷۰ Abs عبارت از جذب در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۶ و ۴۷۰ نانومتر می باشد.

مقدار پرولین در برگ با روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) انجام شد. در این روش ۲۰۰ میلی گرم برگ تازه از گیاه را بصورت پودر درآورده و سپس در ۱۰ میلی لیتر سولفوسالسیلیک اسید ۳ درصد حل می گردد. سپس محلول حاصل را با استفاده از کاغذ صافی صاف کرده و ۲ میلی لیتر از محلول صاف شده به همراه ۲ میلی لیتر از محلول اسید ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک در یک لوله آزمایش ریخته می شود، (محلول ناین هیدرین اسید از ترکیب ۱/۲۵ گرم اسید ناین هیدرین با ۳۰ میلی لیتر استیک اسید بدست می آید که پس از حرارت دادن محلول و خنک شدن در دمای محیط، ۲۰ میلی لیتر اسید اورتوفسفریک به آن اضافه می شود). محلول حاصله را به خوبی تکان داده و بمدت یک ساعت در ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار می گیرد. در پایان، لوله های حاوی محلول را بلافاصله در آب صفر درجه گذاشته و پس از هم دما شدن محلول با محیط، ۴ میلی لیتر تولوئن به محلول اضافه می شود. به منظور تهیه محلول کالیبره کننده (Blank) از ۲ میلی لیتر اسید سولفوسالسیلیک ۳ درصد به همراه ۲ میلی لیتر

محلول ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسیداستیک استفاده می شود. پس از کالیبره کردن دستگاه، قرائت نمونه ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر صورت می گیرد (کالیبره کردن دستگاه اسپکتروفتومتر در ۵۲۰ نانومتر توسط یک میلی لیتر از محلول کالیبره صورت می گیرد). میزان پرولین بدست آمده طی این روش پس از تبدیل واحد، بر اساس میکروگرم پرولین در گرم برگ تازه می باشد.

مقدار قندهای محلول به روش Kochert (۱۹۷۸) اندازه گیری شد. در این روش نمونه های برگ ابتدا در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد بمدت ۴۸ ساعت خشک شدند، پس از آن کربوهیدرات های محلول از طریق سه بار عصاره گیری یک گرم ماده خشک در ۱۵ میلی لیتر الکل اتیلیک داغ ۸۰ درصد استخراج شد و عصاره حاصل با استفاده از ۵ میلی لیتر سولفات روی ۵ درصد، ۴/۷ میلی لیتر هیدروکسید باریم ۰/۳ نرمال صاف گردید. پس از اضافه کردن یک میلی لیتر فنل ۵ درصد، ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به ۲ میلی لیتر از نمونه های صاف شده، غلظت کربوهیدرات های محلول بوسیله اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۵ نانومتر و با توجه به منحنی استاندارد حاصل از غلظت های مختلف گلوکز تعیین گردید.

داده های حاصل از آزمایش بر اساس طرح آماری مورد استفاده، توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد جهت مقایسه میانگین استفاده شد. رسم نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel انجام شد.

### نتایج:

**وزن تر و خشک:** نتایج نشان داد که اثرات ساده سطوح آبیاری و محلول پاشی اسکوربیک اسید تاثیر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان وزن تر گیاه همیشه بهار دارا بودند. (جدول ۱). همچنین، این صفت تحت تاثیر معنی دار ( $p \leq 0.05$ ) برهمکنش آبیاری و اسکوربیک اسید قرار گرفت. با افزایش تنش خشکی میزان وزن تر گیاه کاهش یافت، که البته این کاهش در سطح آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت زراعی در

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تیمارهای مختلف آبی و سطوح اسکوربیک اسید بر برخی پارامترهای رشد و بیوشیمیایی گیاه همیشه بهار

| منابع تغییرات     | وزن تر گیاه | درجه آزادی | پرولین | ارتفاع گیاه | وزن خشک گیاه | قندهای محلول | کلروفیل a            | کلروفیل b            | کاروتنوئید           |
|-------------------|-------------|------------|--------|-------------|--------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| سطوح آبیاری       | ۱۰/۴۹**     | ۳          | ۶۷۵۳** | ۳۲/۷۴**     | ۰/۲۶۱**      | ۲۲۲۵**       | ۰/۰۴۲۱*              | ۰/۱۸۳**              | ۰/۰۵۹۲ <sup>ns</sup> |
| اسکوربیک اسید     | ۰/۸۳۲**     | ۲          | ۶۹۳**  | ۲/۹۳۹*      | ۰/۰۳۴**      | ۵۰۷/۱**      | ۰/۰۰۹۰ <sup>ns</sup> | ۰/۰۱۳۵ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۷۵ <sup>ns</sup> |
| آبیاری × اسکوربیک | ۰/۶۳۹*      | ۶          | ۲۳۳**  | ۲/۹۸۳**     | ۰/۰۲۷**      | ۹۶/۳۸*       | ۰/۰۰۰۸ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۵۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۱۵ <sup>ns</sup> |
| اشتباه آزمایشی    | ۰/۰۲۲       | ۲۴         | ۳/۷۴   | ۰/۵۴۳       | ۰/۰۰۰۳       | ۵/۵۷۸        | ۰/۰۱۴۵               | ۰/۰۲۲                | ۰/۰۲۵۱               |

\*, \*\* و <sup>ns</sup>: به ترتیب معنی داری در سطح پنج و یک درصد و عدم معنی داری می باشند.

جدول ۲- اثر متقابل تیمارهای مختلف آبی و اسکوربیک اسید بر مقادیر وزن تر، وزن خشک و ارتفاع گیاه همیشه بهار

| تیمارهای آبیاری     | اسکوربیک اسید  | وزن تر (گرم در بوته) | وزن خشک (گرم در بوته) | ارتفاع گیاه (سانتی متر) |
|---------------------|----------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| ظرفیت زراعی         | عدم محلول پاشی | ۲/۵ <sup>c</sup>     | ۰/۴۹ <sup>d</sup>     | ۸/۹ <sup>b</sup>        |
|                     | ۱ میلی مولار   | ۲/۹ <sup>b</sup>     | ۰/۵۲ <sup>c</sup>     | ۹/۱ <sup>b</sup>        |
|                     | ۱۰ میلی مولار  | ۴/۲ <sup>a</sup>     | ۰/۸۱ <sup>a</sup>     | ۱۱/۶ <sup>a</sup>       |
|                     | عدم محلول پاشی | ۲/۳ <sup>c</sup>     | ۰/۴۸ <sup>d</sup>     | ۷/۳ <sup>cd</sup>       |
| ۷۵ درصد ظرفیت زراعی | ۱ میلی مولار   | ۲/۵ <sup>c</sup>     | ۰/۵۰ <sup>cd</sup>    | ۸/۴ <sup>bc</sup>       |
|                     | ۱۰ میلی مولار  | ۳/۰ <sup>b</sup>     | ۰/۶۲ <sup>b</sup>     | ۹/۴ <sup>b</sup>        |
|                     | عدم محلول پاشی | ۱/۵ <sup>d</sup>     | ۰/۳۰ <sup>f</sup>     | ۶/۲ <sup>def</sup>      |
|                     | ۱ میلی مولار   | ۱/۵ <sup>d</sup>     | ۰/۳۵ <sup>ef</sup>    | ۶/۳ <sup>def</sup>      |
| ۵۰ درصد ظرفیت زراعی | ۱۰ میلی مولار  | ۱/۷ <sup>d</sup>     | ۰/۳۷ <sup>e</sup>     | ۶/۵ <sup>de</sup>       |
|                     | عدم محلول پاشی | ۰/۶۰ <sup>f</sup>    | ۰/۲۱ <sup>h</sup>     | ۵/۳ <sup>ef</sup>       |
|                     | ۱ میلی مولار   | ۰/۶۳ <sup>f</sup>    | ۰/۲۳ <sup>gh</sup>    | ۵/۲ <sup>f</sup>        |
|                     | ۱۰ میلی مولار  | ۰/۸۵ <sup>e</sup>    | ۰/۲۹ <sup>f</sup>     | ۶/۶ <sup>d</sup>        |

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

مقایسه با آبیاری کامل معنی دار نبود (جدول ۲). این مسئله می تواند گویای عدم تنش در سطح ۷۵ درصد ظرفیت زراعی برای گیاه همیشه بهار باشد. نتایج نشان داد که محلول پاشی ۱۰ میلی مولار اسکوربیک اسید در زمان آبیاری کامل (ظرفیت زراعی) با ۴/۲ گرم در بوته دارای بیشترین وزن تر و عدم محلول پاشی در شرایط ۲۵ درصد ظرفیت زراعی کمترین (۰/۶۰ گرم در بوته) میزان این صفت را شامل شدند (جدول ۲). در کلیه سطوح محلول پاشی توسط اسکوربیک اسید، میزان وزن تر گیاه در شرایط آبیاری در حد ظرفیت زراعی بالاتر از دیگر تیمارهای آبیاری بود و تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی نیز کمترین میزان وزن تر را در کلیه سطوح محلول پاشی دارا بود (جدول ۲). بعبارتی، در کلیه سطوح محلول پاشی با کاهش میزان آب مصرفی، وزن تر گیاه کاهش معنی داری یافت. در کلیه تیمارهای آبیاری محلول پاشی در سطح ۱۰ میلی مولار اسکوربیک اسید بالاترین میزان وزن تر بوته را دارا بودند (جدول ۲). تاثیر اثرات ساده و متقابل تیمارهای مختلف آبیاری و محلول پاشی بر وزن خشک گیاه همیشه بهار نیز مشابه وزن تر

بود، با این تفاوت که برهمکنش آبیاری و محلول‌پاشی اسکوربیک اسید در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی داری بر وزن خشک دارا بودند (جدول ۱). با افزایش سطوح خشکی، این صفت نیز کاهش معنی داری را نشان داد (جدول ۲). اعمال ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی نسبت به ظرفیت زراعی به ترتیب منجر به کاهش حدود ۲، ۳۹ و ۵۷ درصدی میزان وزن خشک در شرایط عدم محلول‌پاشی شد. این شرایط در محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌مولار اسکوربیک اسید به ترتیب منجر به کاهش ۲۳، ۵۵ و ۶۴ درصدی وزن خشک گیاه همیشه بهار گردید (جدول ۲). این به دلیل افزایش وزن خشک گیاه در نتیجه اعمال محلول‌پاشی بخصوص در سطح عدم تنش بود. بطوریکه، در کلیه تیمارهای آبیاری، اعمال محلول‌پاشی در هر دو سطح مورد بررسی بویژه ۱۰ میلی‌مولار منجر به افزایش معنی دار وزن خشک گیاه نسبت به شرایط عدم محلول‌پاشی شد (جدول ۲). این افزایش در شرایط عدم تنش خشکی به مراتب بیشتر از تیمارهای خشکی بود. بطوریکه، بعنوان مثال محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌مولار اسکوربیک اسید در شرایط آبیاری کامل، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب منجر به افزایش حدود ۶۵، ۲۹، ۲۳ و ۳۸ درصدی وزن خشک نسبت به شرایط عدم محلول‌پاشی گردید (جدول ۲). با این وجود، نتایج نشان دهنده نقش مثبت اسکوربیک اسید در تعدیل اثرات منفی تنش خشکی بود. بعنوان نمونه در سطح ۲۵ درصد ظرفیت زراعی محلول‌پاشی ۱ و ۱۰ میلی‌مولار اسکوربیک اسید به ترتیب منجر به بهبود حدود ۹ و ۳۸ درصدی وزن خشک همیشه بهار نسبت به شرایط عدم محلول‌پاشی شدند (جدول ۲). بطور کلی، محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌مولار اسکوربیک اسید در شرایط آبیاری کامل با ۰/۸۱ گرم بیشترین و عدم محلول‌پاشی در شرایط ۲۵ درصد ظرفیت زراعی کمترین (۰/۲۱ گرم) وزن خشک گیاه را دارا بودند.

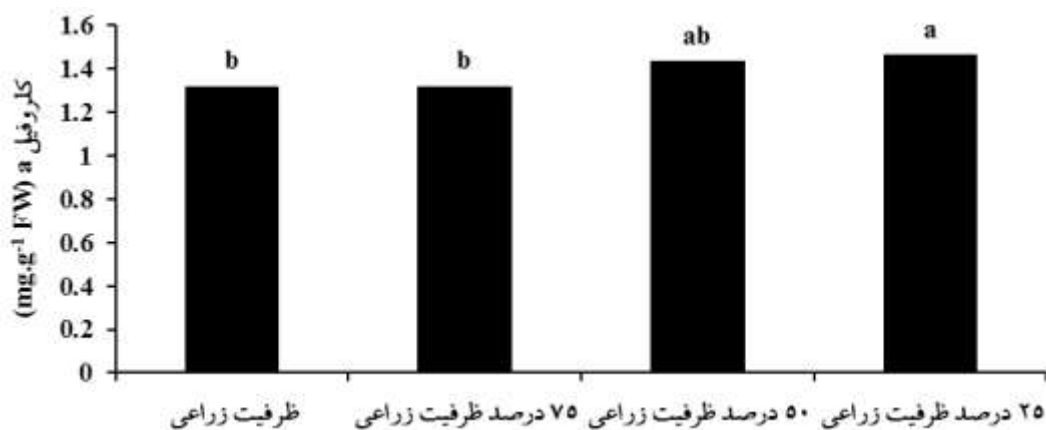
**ارتفاع بوته:** تیمار آبیاری در سطح احتمال پنج درصد و اسکوربیک اسید در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی داری بر میزان ارتفاع بوته همیشه بهار نشان دادند (جدول ۱). این صفت همچنین تحت تاثیر اثرات معنی دار ( $P \leq 0.01$ ) برهمکنش تیمارهای آبیاری و اسکوربیک اسید قرار گرفت.

با افزایش سطوح محلول‌پاشی اسکوربیک اسید میزان ارتفاع گیاه افزایش نشان داد (جدول ۲). در شرایط آبیاری کامل و همچنین سطوح تنش ۲۵ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی، محلول‌پاشی ۱ میلی‌مولار اختلاف معنی داری از نظر این صفت با عدم محلول‌پاشی نشان نداد، در حالیکه، اعمال محلول‌پاشی اسکوربیک اسید در سطح ۱۰ میلی‌مولار منجر به افزایش معنی دار آن نسبت به شاهد شد (جدول ۲). در شرایط ۵۰ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی داری بین سطوح محلول‌پاشی مشاهده نشد. در کلیه سطوح محلول‌پاشی با افزایش شدت تنش خشکی، میزان ارتفاع کاهش نشان داد (جدول ۲).

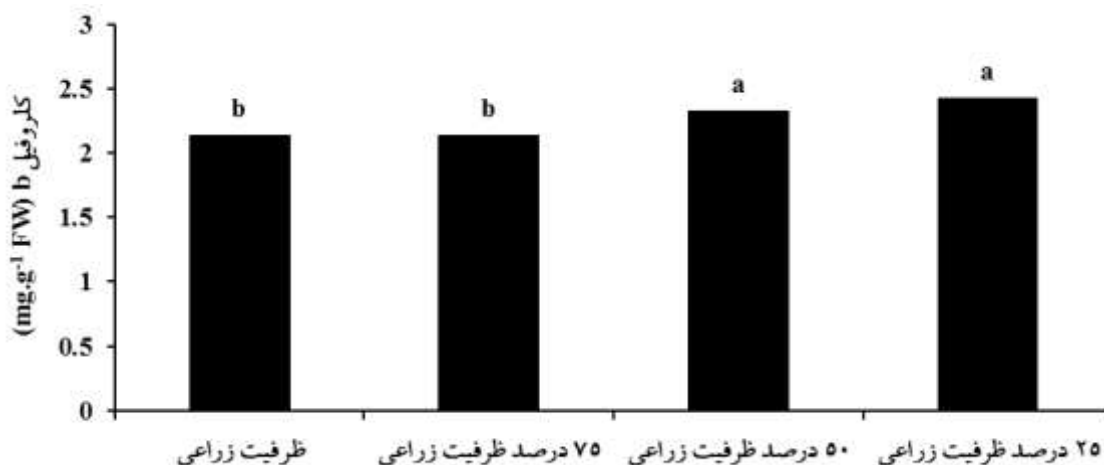
بطور کلی، محلول‌پاشی هم در شرایط تنش و هم عدم تنش منجر به بهبود ارتفاع گیاه نسبت به شرایط عدم تنش شد و این افزایش در برای محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌مولار بیشتر از ۱ میلی‌مولار بود. محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌مولار در شرایط ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی ۱ میلی‌مولار در شرایط ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان ارتفاع بوته را شامل شدند (جدول ۲).

**محتوی انواع کلروفیل:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین اثرات ساده و متقابل آبیاری و محلول‌پاشی اسکوربیک اسید، تنها اثر ساده آبیاری تاثیر معنی داری بر محتوی کلروفیل a در سطح پنج درصد و کلروفیل b در سطح احتمال یک درصد دارا بود و محتوی این دو کلروفیل تحت تاثیر اثرات معنی دار محلول‌پاشی اسکوربیک اسید و اثر متقابل آبیاری و محلول‌پاشی قرار نگرفت (جدول ۱). محتوی کارتنوئید نیز تحت تاثیر هیچکدام اثرات ساده و متقابل تیمارهای مورد بررسی قرار نگرفت (جدول ۲). بعبارتی، بر خلاف پارامترهای رشدی همیشه بهار، محلول‌پاشی اسکوربیک اسید تاثیری بر محتوی کلروفیل این گیاه نشان نداد.

نتایج مقایسه میانگین مربوط به محتوی کلروفیل a نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی، میزان این صفت افزایش یافت (شکل ۱). در بین سطوح مختلف تنش خشکی، تنها سطح تنش بالا (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) اختلاف معنی داری با تیمار آبیاری کامل نشان داد و دیگر سطوح تنش اختلاف معنی داری با شاهد دارا نبودند (شکل ۱). میزان این صفت از



شکل ۱- مقایسه میانگین میزان کلروفیل a گیاه همیشه بهار در تیمارهای مختلف آبیاری، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۲- مقایسه میانگین میزان کلروفیل b گیاه همیشه بهار در تیمارهای مختلف آبیاری، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

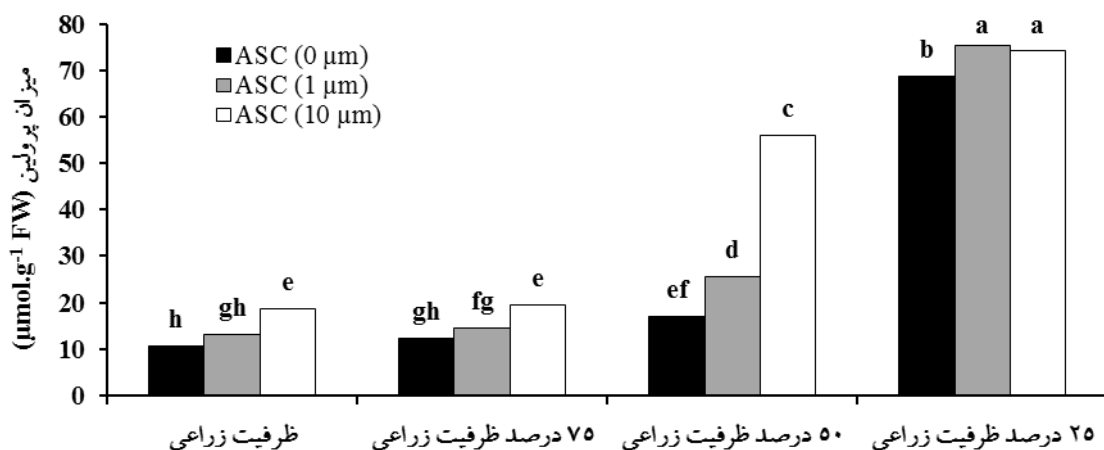
و ۲۵ (۲/۴۲ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) درصد ظرفیت زراعی نیز اختلاف معنی داری با هم نشان ندادند.

**میزان پرولین در اندام هوایی:** اثر سطوح آبیاری اسکوربیک اسید و اثر اسکوربیک در سطوح آبیاری بر میزان پرولین اندام-های هوایی معنی‌دار بود (جدول ۱).

با افزایش تنش خشکی میزان پرولین اندام‌های هوایی گیاه نسبت به آبیاری کامل افزایش یافت. این افزایش در سطح ۷۵ درصد ظرفیت زراعی نسبت به آبیاری کامل غیرمعنی‌دار و در سطوح آبیاری ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی نسبت به آبیاری کامل به ترتیب تقریباً دو و شش برابر افزایش معنی‌دار نشان داد (شکل ۳).

۱/۴۶ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ برای سطح خشکی ۲۵ درصد ظرفیت زراعی تا ۱/۳۲ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ برای شرایط آبیاری کامل متفاوت بود (شکل ۱).

بررسی میزان کلروفیل b تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری نیز نشان داد که بین تیمار شاهد و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی از لحاظ این صفت اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۲). با این وجود، میزان کلروفیل b در شرایط آبیاری ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی بطور معنی داری بیشتر از آبیاری کامل بود (شکل ۲). بطوریکه، میزان محتوی کلروفیل b در این دو تیمار به ترتیب حدود ۹ و ۱۴ درصد بالاتر از تیمار شاهد بود. تیمارهای آبیاری ۵۰ (۲/۳۲ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ)



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای آبیاری در سطوح اسکوربیک اسید در میزان پرولین اندام‌های هوایی گیاه همیشه بهار، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

آبیاری تا سطح ۷۵ درصد ظرفیت زراعی نسبت به آبیاری کامل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ولی با افزایش این تنش، به سطوح ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی، میزان قندهای محلول نسبت به آبیاری کامل، به ترتیب ۴۳/۴ و ۹۴/۸ درصد افزایش معنی‌دار نشان داد (شکل ۴). بنابراین در مطالعه حاضر گیاه همیشه‌بهار از ۷۵ درصد ظرفیت زراعی در مقایسه با آبیاری کامل، آسیب چندانی ندیده است.

اسکوربیک اسید، تقریباً در تمام تیمارهای آبی، سبب افزایش معنی‌داری در قندهای محلول شد (شکل ۴). البته میزان این افزایش در سطوح ۱ و ۱۰ میلی‌مولار نسبت به عدم محلول‌پاشی یکسان نبود، بطوری که بیشترین میزان این افزایش، ۵۱/۷ درصد در سطح ۱۰ میلی‌مولار اسکوربیک اسید بدون تفاوت معنی‌دار با ۱ میلی‌مولار در تیمار آبیاری در سطح ۲۵ درصد نسبت به عدم محلول‌پاشی و کمترین میزان این افزایش ۱۲/۹ درصد در سطح ۱۰ میلی‌مولار با آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد (شکل ۴). بیشترین کمترین محتوای قندهای محلول در سطح اسکوربیک اسید ۱ میلی‌مولار به ترتیب متعلق به تیمار آبیاری با سطح ۲۵ (۶۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک برگ) و ۱۰۰ (۲۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک برگ) درصد ظرفیت زراعی بود. در سطح ۱۰ میلی‌مولار اسکوربیک بیشترین قند محلول متعلق به تیمار آبیاری با سطح ۲۵ درصد سطح زارعی (۶۹/۵ میکروگرم بر

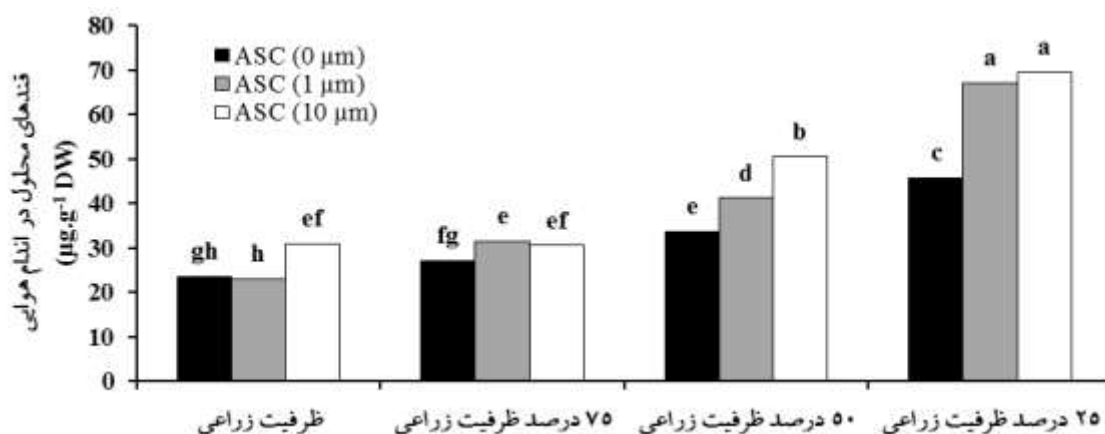
محلول‌پاشی ۱ میلی‌مولار اسکوربیک اسید نسبت به عدم مصرف این ماده در سطوح تنش ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب سبب افزایش ۵۰/۴۱ و ۹/۷ درصد در میزان پرولین تولید شده توسط گیاه شد (شکل ۳). مصرف ۱۰ میلی‌مولار اسکوربیک اسید نسبت به عدم مصرف آن در کلیه سطوح آبیاری سبب افزایش میزان پرولین شد بطوری که بیشترین میزان این افزایش در سطح آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین آن در سطح ۲۵ درصد ظرفیت زراعی گزارش شد.

بیشترین میزان پرولین تولید شده در سطح آبیاری ۲۵ درصد ظرفیت زراعی همراه با مصرف ۱ میلی‌مولار اسکوربیک اسید (۷۵/۵ میکرومول بر گرم وزن تر اندام هوایی) بدون تفاوت معنی‌دار با محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌مولار اسکوربیک اسید در همان سطح آبیاری (۷۴/۳ میکرومول بر گرم وزن تر اندام هوایی) گزارش شد. کمترین میزان پرولین تولید شده در سطح آبیاری کامل و عدم مصرف اسکوربیک اسید (۱۰/۶ میکرومول بر گرم وزن تر اندام هوایی) مشاهده شد.

**محتوای قندهای محلول در اندام هوایی:** اثر سطوح آبیاری، اسکوربیک اسید و اثر متقابل اسکوربیک اسید در سطوح آبیاری بر محتوای قندهای محلول در اندام هوایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. (جدول ۱).

در میزان قندهای محلول، در اثر تنش ناشی از کاهش آب





شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای آبیاری در سطوح اسکوربیک اسید در محتوای قندهای محلول اندام‌های هوایی گیاه همیشه بهار. میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

خواهند شد. توقف در رشد طولی سلول و نهایتاً کاهش طول گیاه، کاهش ماده سازی و کاهش سطح برگ تولید شده نتیجه آسیب‌های حاصل از تولید گونه‌های فعال اکسیژن خواهد بود (Taiz and Ziger, 2006).

در واقع گیاهان وقتی در معرض تنش‌های محیطی مانند خشکی قرار می‌گیرند آسیب‌های بیولوژیکی داخلی نهایتاً منجر به کاهش تقسیم و گسترش سلول‌ها خواهد شد. به اعتقاد برخی محققین این کاهش اندازه طولی گیاه و همچنین سطح برگ و به دنبال آن بیوماس تولیدی در برخی مواقع یک راهکار حفاظتی برای گیاه به حساب می‌آید، گیاه با کاهش سطح برگ شدت نیاز آب را کم کرده و کمبود آب موجود را تعدیل می‌کند (Herralde et al., 1998).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اولاً پارامترهای رشد با محلول‌پاشی اسکوربیک اسید در شرایط عدم تنش بیشتر از شرایط تنش بود، دوماً دو سطح مورد بررسی ۱۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار تأثیر یکسانی بر پارامترهای رشد نشان ندادند. بااینحال، سطح ۱۰ میلی‌مولار اثر جبران‌کنندگی قابل توجهی بر کلیه صفات مورد بررسی نشان داد (جدول ۲). قربانی و همکاران (۱۳۸۹) نیز با مطالعه‌ای که روی اثر تنش خشکی و اسید اسکوربیک بر سیاه دانه انجام دادند به نتیجه مشابهی دست یافتند.

اسید اسکوربیک از طریق خشتی رادیکال‌های سوپراکسید و

گرم وزن خشک برگ) و کمترین آن مربوط به سطح ۷۵ (۳۰/۵) میکروگرم بر گرم وزن خشک برگ) و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (۳۰/۹) میکروگرم بر گرم وزن خشک برگ) گزارش شد (شکل ۴).

#### بحث:

بر اساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر، پارامترهای رشد شامل وزن تر، وزن خشک و ارتفاع با افزایش تنش آبی، کاهش معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲). بااینحال، میزان تأثیر سطوح مختلف تنش بر پارامترهای رشد یکسان نبود (جدول ۲). به نظر می‌رسد آبیاری در سطح ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و آبیاری کامل (ظرفیت زراعی) به لحاظ اثرگذاری روی پارامترهای رشد یکسان عمل کرده‌اند، درحالی‌که در دو سطح دیگر ۲۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی برای گیاه همیشه بهار آسیب جدی به همراه داشته است.

تنش‌های خشکی معمولاً سبب کاهش میزان آب گیاه و کاهش تورم سلولی می‌شود که بسته به شدت تنش و همچنین توان مقابله گیاه، منجر به کاهش سرعت رشد و در نهایت کاهش عملکرد محصول خواهد شد (Ashraf, 2010). خشکی همچنین باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود. این رادیکال‌ها در نهایت سبب آسیب به غشا سلولی، اسیدهایی نوکلئیک و پروتئین‌ها شده و به عدم تعادل متابولیکی منجر

تنش در گیاه گلرنگ اشاره شد.

نتایج این مطالعه حکایت از ارتباط مستقیم بین افزایش تنش خشکی و تولید پرولین داشت. به عبارتی با افزایش سطح تنش میزان پرولین برگ نیز افزایش یافت. این صفت نیز مانند پارامترهای رشد تحت تاثیر میزان تنش وارده قرار گرفت. آبیاری در سطح ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی نسبت به آبیاری کامل سبب افزایش معنی‌دار پرولین شد، درحالی‌که سطح آبیاری ۷۵ درصد زراعی نسبت به آبیاری کامل روی میزان پرولین تاثیر معنی‌داری نداشت (شکل ۳). از آنجایی که میزان پرولین در پاسخ به تنش‌های محیطی در بسیاری از گونه‌های گیاهی تجمع می‌یابد و به عنوان یک اسمولیت آلی نقش به سزایی در تنظیم اسمزی و کاهش اثر تنش خشکی در برخی گیاهان ایفا می‌کند (Ashraf and Foolad, 2007)، بنابراین عدم افزایش این ماده در تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی نسبت به شاهد می‌تواند گویای عدم تاثیرگذاری این سطح از تنش روی گیاه باشد. این نتیجه با نتایج حاصل از پارامترهای رشد همسو می‌باشد. افزایش میزان پرولین همراه با تنش‌های محیطی در گیاه بامیه (Baghizadeh et al., 2009)، سیاه دانه (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹) و توت فرنگی (دهقان و همکاران ۱۳۹۲) نیز گزارش شد.

محل‌وپاشی با اسیداسکوربیک در گیاه همیشه بهار هم در شرایط تنش و هم عدم تنش سبب افزایش میزان پرولین شد (شکل ۳). محل‌وپاشی اسکوربیک اسید در تولید پرولین در سطح ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به بقیه سطوح آبیاری موفق‌تر عمل کرده است. در مطالعه‌ای که توسط Tasgin و همکاران (۲۰۰۶) به نقل از Baghizadeh و همکاران (۲۰۰۹) انجام شده بود، نشان داده شد که گندم، جو، سیب زمینی و لوبیا طی رویارویی با استرس اکسیداتیو و تیمار شدن با اسکوربیک اسید و سالیسیک اسید میزان پرولین و قندهای محلول خود را افزایش دادند. همین مسئله باعث تولید پتانسیل اسمزی مقاومت به گیاه در مقابل از دست دادن آب و همچنین کاهش سرعت رشد گیاه در شرایط تنش شد.

مطالعه حاضر نشان داد که قندهای محلول نیز مانند پرولین

اکسیژن حاصل از تنش سبب حفاظت و یکپارچگی غشا کلروپلاست شده و باعث بهبود عملکرد فتوسنتز و تجمع بیشتر قندهای محلول می‌شود (Shao et al., 2008). همچنین در مطالعه‌ای که توسط Baghizadeh و همکاران (۲۰۰۹) انجام گرفت به نقش آنتی‌اکسیدانی اسید اسکوربیک برای کاهش اثر تنش خشکی بر گیاه بامیه (*Hibiscus esculwntus*. L) اشاره شده است. همچنین اسکوربیک اسید علاوه بر نقش آنتی اکسیدای یک تنظیم کننده رشد گیاهی نیز محسوب می‌شود. این ماده به عنوان یک کوفاکتور مهم در بیوسنتز بسیاری از هورمون‌های از جمله جیبرلین نقش داشته و از طریق احیای این قبیل هورمون‌ها سبب تعدیل اثرات تنش‌های محیطی، افزایش تقسیم و گسترش سلول و رشد گیاه می‌شود (Taqi et al., 2011) به نقل از دهقان و همکاران (۱۳۹۲).

نتایج این پژوهش به عدم تاثیر محل‌وپاشی اسکوربیک اسید و اثر متقابل آن با تیمار آبیاری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a و b) حکایت داشت (جدول ۱)، با اینحال، تیمار آبیاری روی هر دو رنگیزه تاثیر داشت به گونه‌ای که با افزایش میزان تنش، میزان رنگیزه‌های فوق افزایش یافت (شکل ۱ و ۲). افزایش و یا عدم تغییر کلروفیل در تنش می‌تواند به دلیل افزایش در وزن مخصوص برگ باشد. وقوع تنش، میزان سطح برگ را کاهش می‌دهد، که این مسئله ناشی از کاهش اندازه سلول است. بنابراین به دلیل وجود سلول‌های بیشتر در واحد وزن برگ، محتوای کلروفیل می‌تواند افزایش یافته یا تغییر نکند (دلخوش و همکاران ۱۳۸۵).

کاروتنوئیدها از جمله ترکیبات آنتی‌اکسیدانی غیر آنزیمی هستند که می‌توانند در کاهش غلظت یون سوپراکسید نقش داشته و تشکیل رادیکال هیدروکسید را نیز کاهش دهند (Candan and Tarhan, 2003). با اینحال نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کاروتنوئید تحت تاثیر هیچ‌یک از اثرات ساده و متقابل تیمارهای مورد بررسی قرار نگرفت (جدول ۱). بنابراین به نظر می‌رسد این آنتی‌اکسیدان نتوانسته باشد نقش پیش‌بینی شده خود را ایفا کند. در مطالعه‌ای که توسط Shi و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد به عدم تاثیر کاروتنوئیدها در کاهش میزان

اتفاق گردد و در نتیجه گیاه با تجمع این اسمولیت‌های آلی در تنظیم اسمزی موفق‌تر خواهد شد (Ashraf, 2010).

### نتیجه‌گیری:

به نظر می‌رسد اسید اسکوربیک به دو طریق ۱- خاصیت هورمونی و آنتی اکسیدانی و ۲- تاثیر روی تولید اسمولیت‌های آلی و تنظیم اسمزی به گیاهی که تحت تنش قرار گرفته کمک می‌کند. البته میزان موفقیت گیاه از این امداد رسانی به عوامل مختلف مانند غلظت اسکوربیک اسید مصرفی، توان گیاه در استفاده از این ماده خارجی و میزان تنش وارده بستگی داشت. نقش کمک رسانی و تعدیل اثرات منفی تنش خشکی با مصرف اسید اسکوربیک در گیاه همیشه بهار مشاهده شد. با این حال نمی‌توان ادعا کرد که با مصرف این ماده گیاه توانسته است شرایط نامساعد را کاملاً تحمل کند ولی افزایش نسبی در پارامترهای رشد مصرف اسکوربیک اسید و تنش، گویای نقش جبرانی و کمکی این ماده برای گیاه مورد مطالعه در این پژوهش می‌باشد. چه بسا در تنش‌های جزئی تر همیشه بهار بتواند از این ماده استفاده بهتری داشته باشد.

ارتباط مستقیمی با افزایش تنش داشتند (شکل ۳). همسو بودن تولید قندهای محلول و پرولین در شرایط تنش توسط برخی محققین به اثبات رسیده است (قربانلی و همکاران ۱۳۸۹ و Baghozadeh et al., 2009).

برخی پژوهشگران علت افزایش قندهای محلول را در هنگام تنش‌های کم آبی به تخریب نشاسته نسبت می‌دهند (During, 1984). همچنین برخی از کربوهیدرات‌ها با تاثیر روی نسخه برداری ژن‌های فتوسنتزی مانند ژن‌های کد کننده زیرواحدهای رابیسکو سبب تعدیل اثر خشکی روی فتوسنتز می‌شوند (Koch, 1996)، باینحال مهمترین نقش افزایش در ترکیبات قندی به اثر آن بر تنظیمات اسمزی نسبت داده می‌شود (Ashraf and Foolad, 2007).

نتایج این پژوهش گویای این است که در تیمارهایی که تحت تنش و اسکوربیک اسید قرار داشتند میزان قندهای تولیدی بیش از تیمارهایی بود که تحت تنش و عدم مصرف اسید اسکوربیک قرار داشتند (شکل ۳). اسید اسکوربیک به علت داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به از بین بردن رادیکال‌های آزاد کمک کرده بنابراین باعث بهبود فتوسنتز و تجمع و افزایش تولیدات کربنی، نظیر آنچه که برای پرولین

### منابع:

- امیدبگی، ر. (۱۳۸۴). تولید و فراوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات آستان قدس رضوی.
- جعفرزاده، ل.، امید، ح. و بستانی، ع. ا. (۱۳۹۲). تاثیر تنش خشکی و کود زیستی بر عملکرد گل، رنگریزه های فتوسنتزی و محتوی پرولین گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L). فصلنامه علمی پژوهشی- تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۶۸۰-۶۶۶: ۲۹
- خزاعی، ح.، پارسا، م. و حسین‌پناهی، ف. (۱۳۸۷) اثرات تلقیح نژادهای بومی ریزوبیوم بر گره‌زایی ژنوتیپهای دسی و کابلی نخود تحت رژیمهای رطوبتی در مرحله رشد رویشی مختلف. مجله پژوهشهای زراعی ایران ۶: ۹۷-۱۸۹.
- دلآوری پاریزی، م.، باقی‌زاده، ا.، انتشاری، ش.، و منوچهری کلانتری، خ. (۱۳۹۱) مطالعه تاثیر سالیسیلیک اسید بر مقاومت و القای تنش اکسیداتیو در گیاه ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.) تحت تنش شوری. زیست شناسی گیاهی. ۴: ۲۵-۳۶.
- دلخوش، ب.، شیرانی راد، ا. ح.، نورمحمدی، ق. و درویش، ف. (۱۳۸۵) تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و مقدار کلروفیل ارقام کلزا. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. ۱۲: ۳۵۹-۳۶۷.
- دهقان، ف.، غلامی، م. و عزیزی، ع. (۱۳۹۲) بررسی اثر برهمکنش محلول پاشی برگ‌ی اسکوربیک اسید و تنش شوری بر برخی ویژگی های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه توت فرنگی رقم سلوا. فناوری تولیدات گیاهی ۴۷: ۱۳-۵۶.
- قربانلی، م. ل.، بخشی خانیکی، غ. ر.، سلیمی نژاد، ص. و هدایتی، م. (۱۳۸۹) اثر کمبود آب و برهمکنش آن با اسید اسکوربیک بر

مقدار پرولین، قندهای محلول و فعالیت آنزیمهای کاتالاز و گلوکاتایون پراکسیداز در سیاه دانه (*Nigella sativa* L.). فصلنامه علمی پژوهشی - تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۶: ۴۶۶-۴۷۶.

هاشمی دزفولی، ا.، و کوچکی، ع. (۱۳۷۴) افزایش عملکرد گیاهان زراعی. جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد. ۳۶۰ صفحه.

- Ali, Q., Ashraf, M. and Athar, H. R. (2007) Exogenously applied proline at different growth stages enhances growth of two maize cultivars grown under water deficit conditions. *Pakistan Journal of Botany* 39, 1133-1144.
- Andrew, K. B., Hammer, G. L. and Henzell, R. G. (2000) Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. *Crop Science* 40: 1037-1048.
- Ashraf, M. (2010) Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotechnology Advance* 28:169183.
- Ashraf, M., and Foolad, M. R. (2007) Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany* 59: 206-216.
- Baghizadeh, A., Ghorbanli, M. Haj Mohammad Rezaei, M. and Mozafari, H. (2009) Evaluation of Interaction Effect of Drought Stress with Ascorbate and Salicylic Acid on some of Physiological and Biochemical Parameters in Okra (*Hibiscus esculentus* L.). *Research Journal of Biological Sciences* 4: 380-387
- Bates, L. S., Waldern, R. W. and Treare, L. D. (1973) Rapid determination of free proline for stress studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
- Blum, A. (2005) Drought resistance, water-use efficiency and yield potential are they compatible, dissonant or mutually exclusive. *Australian Journal of Agricultural Research* 56: 1159-1168.
- Candan, T and Tarhan, L. (2003) Changes in chlorophyll-carotenoid contents, antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation level in Zn-stressed. *Pulegium*. *Turkish Journal of Chemistry* 27: 21-30.
- Chalchat, J. C., Garry, R. Ph. and Michet, A. (1991) Chemical Composition of Essential Oil of *Culendula officinalis* L (Pot Marigold). *Flavour Fragrance of Journal* 6:189-192.
- During, H., (1984) Evidence for osmotic adjustment to drought in grape- vines (*Vitis vinifera* L.). *Plant Science Letters* 30: 137-143.
- Herralde, F. D., Bile, C. Sava, R. Morales, M. A. Alarcon, J. J. and Sanchez-Blanco, M. J. (1998) Effect of Water and salt stresses on the growth gas exchange and water relation. *Plant Science* 139: 9-17.
- Koch, K. E., (1996) Carbohydrate-modulated gene expression in plant. *Annual Review of Plant Physiology* 47: 509-515.
- Kochert, G. (1978) Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. In: *Hand book of Physiological Method*. (eds. Helebust, J.A. and Craig, J. S.). Pp. 56-97, Cambridge University Press, UK
- Lichtenthaler, H. K. (1994) Chlorophylls and carotenoid pigments of photosynthetic Biol. Membrane. *Method in Enzymology* 148: 350-382.
- McDowell, N., Pockman, W. T., Allen, C. D., Breshears, D. D., Cobb, N., Kolb, T., Plaut, J., Sperry, J., West, A., Williams, D. G. and Yezpe, E. A. (2008) Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought?. *New Phytologist* 178: 719-739.
- Shao, H. B., Chu, L. Y., Zhao, H. L. and Kang, C. (2008) Primary antioxidant free radical scavenging and redox signaling pathways in higher plant cells. *International Journal of Biological Sciences* 4:8-14.
- Shi, G., Liu, C. Cai, Q. Liu, Q. and Hou, C. (2010) Cadmium accumulation and tolerance of two safflower cultivars in relation to photosynthesis and antioxidative enzymes. *The Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 85: 256-263.
- Taiz, L., and Zeiger, E. (2006) *Plant Physiology*. 4th edn. Sinauer Associates, Sunderland.