



## به‌زرعی کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۴۴۴-۴۳۱

# اثر محلول پاشی پوترسین بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه فلفل شیرین تحت تنش کم‌آبی

بهنام علیزاده<sup>۱\*</sup>، زهرا قهرمانی<sup>۲</sup>، طاهر برزگر<sup>۳</sup>، جعفر نیکبخت<sup>۴</sup>

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۲. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۳. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۴. دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۱۸

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۱۱

### چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول پاشی پوترسین و تنش کم‌آبیاری بر صفات رشدی، کیفیت و عملکرد فلفل شیرین (*Capsicum annuum* cv. Dimaz) آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۴ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در سه سطح (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و تیمار دوم شامل محلول پاشی پوترسین در چهار سطح (صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی مولار) بود. نتایج نشان داد که تنش کم‌آبی باعث کاهش رشد رویشی و تعداد میوه، عملکرد و ویتامین ث میوه گردید. بیشترین میزان رشد رویشی، تعداد میوه، عملکرد و ویتامین ث میوه در آبیاری ۱۰۰ درصد مواد جامد محلول میوه در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه حاصل شد. کاربرد پوترسین رشد، عملکرد و کیفیت میوه را بهبود بخشید. بیشترین ارتفاع بوته (۶۷ سانتی متر)، سطح برگ (۵۸۸۷/۲۸ سانتی متر مربع)، کلروفیل کل برگ (۲/۲ میلی گرم در گرم بافت برگ)، وزن خشک بوته (۲۹/۴۱ درصد)، ویتامین ث (۴۲/۶۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بافت میوه)، کلروفیل میوه (۰/۱۸ میلی گرم در گرم بافت میوه)، طول میوه (۱۶/۵۶ سانتی متر)، تعداد میوه (۲۶۸)، عملکرد میوه در بوته (۰/۴۵ کیلوگرم) و عملکرد در هکتار (۹/۹۸ تن) با محلول‌پاشی ۱/۵ میلی مولار پوترسین در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد به‌دست آمد. با توجه به نتایج، کاربرد ۱/۵ میلی مولار پوترسین جهت بهبود رشد و عملکرد میوه فلفل شیرین در شرایط تنش کم‌آبی پیشنهاد می‌گردد.

**کلیدواژه‌ها:** پلی آمین، تعداد میوه، سطح برگ، عملکرد میوه، ویتامین ث

## ۱. مقدمه

فلفل (*Capsicum annuum* L.) یکی از سبزیجات مهم تجاری است که در سطح وسیع در ایران کشت می‌شود. میزان تولید جهانی این محصول در سال ۲۰۱۲ حدود ۴۶۱ هزار تن تخمین زده می‌شود [۲۱]. میوه فلفل منبع عالی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان و مواد مفید از قبیل ویتامین‌ث، ویتامین A، ویتامین B2، پتاسیم و کلسیم، کارتنوئیدها و ترکیبات فنولی می‌باشد [۱۶]. کمبود آب مهمترین عامل محدود کننده تولیدات کشاورزی به شمار می‌رود که گیاه را از رسیدن به حداکثر توان محصول‌دهی باز می‌دارد [۳۵]. تنش خشکی بر کلبه فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه تأثیر می‌گذارد و سبب کاهش شاخص‌های رشدی، عملکرد و کیفیت محصول و در صورت تداوم تنش، موجب مرگ گیاه می‌شود [۷]. توانایی گیاهان برای سازش به تنش‌های محیطی به نوع، شدت تنش، گونه گیاهی و مرحله رشد گیاه بستگی دارد [۴۶]. در صورت عرضه نشدن آب کافی در مراحل حساس رشد گیاه مانند رویشی، گلدهی یا میوه‌بندی باعث کاهش قابل توجهی در عملکرد می‌شود [۲۷]. فلفل شیرین با دارا بودن سطح برگ بالا یکی از گیاهان مهم باغبانی حساس به کمبود آب و تنش خشکی است که عملکرد و کیفیت میوه فلفل را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۱].

میکروارگانیزم‌ها نقش ایفا می‌کنند [۲۸]. در بسیاری از موارد، تنش به انباشتگی پلی‌آمین‌های آزاد و ترکیب با مولکول‌های آلی دیگر منجر می‌گردد که نشان می‌دهد بیوستز پلی‌آمین‌ها یکی از مهم‌ترین پاسخ‌های بیوشیمیایی گیاهان به تنش است [۳۴]. گزارش‌های مختلفی در مورد نقش پلی‌آمین‌ها در کاهش آثار تنش‌ها در برخی گیاهان مانند فلفل، توتون و نخود فرنگی وجود دارد [۲۹، ۲۵، ۳۹]. پلی‌آمین‌ها و از جمله پوترسین در حفظ یکپارچگی و بقای غشای سیتوپلاسمی، اسیدهای نوکلئیک و اندامک‌های سلولی در شرایط تنش خشکی نقش اساسی ایفا می‌کنند [۴۷]. کاربرد پوترسین و اسپرمیدین اثرات سوء ناشی از تنش خشکی را در سویا کاهش داد و صفاتی مثل طول ریشه و ساقه را در شرایط تنش افزایش داد [۳۷]. اگرچه مکانیسم بهبود عملکرد و شاخص‌های رشد توسط پوترسین کاملاً مشخص نیست، ولی نتایج موجود حاکی از تأثیر مثبت پوترسین در مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی دارد. به دنبال بررسی اثر پوترسین بر رشد سایر محصولات، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر محلول پاشی پوترسین بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه فلفل شیرین تحت تنش کم‌آبی می‌باشد.

## ۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۴ انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار (۶ بوته در هر واحد آزمایشی) اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری در سه سطح (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و تیمار محلول پاشی پوترسین در چهار سطح (صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی مولار) بود. تیمارهای آبیاری در کرت‌های اصلی و تیمارهای

محققان در سال‌های اخیر برای افزایش تحمل گیاهان به تنش خشکی راهکارهای مختلفی بیان نموده‌اند که یکی از این راهکارها کاربرد خارجی پلی‌آمین‌ها می‌باشد [۳۳]. پلی‌آمین‌ها دسته‌ای از ترکیبات طبیعی با وزن ملکولی کم و دارای گروه‌های نیتروژن‌دار خطی هستند که تقریباً در همه موجودات زنده یافت می‌شوند و در طیف وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیکی در گیاهان، جانوران و

حسب سانتی متر و قطر ساقه نیز با کولیس بر حسب میلی متر اندازه گیری شد. تعداد برگ در اواخر فصل رشد شمارش گردید. اندازه گیری سطح برگ توسط دستگاه اندازه گیری سطح برگ (DELTA-T DEVICE LTD, ENGLAND) انجام شد و سطح برگ کل بوته بر حسب سانتی متر مربع محاسبه گردید. برای اندازه گیری درصد وزن خشک برگ و ساقه (ساقه در اواخر فصل رشد، از قسمت طوقه بریده شد)، ابتدا وزن تر برگ ها و ساقه بر اساس گرم ثبت گردید، نمونه ها در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند و سپس نمونه ها وزن شده و درصد ماده خشک آنها (برگ و ساقه) به دست آمد. برای تخمین تعداد میوه در هر بوته، میوه ها در اندازه یکسان تا پایان فصل رشد برداشت شد و در نهایت تعداد میوه برای هر بوته و وزن متوسط میوه ها، عملکرد تک بوته و عملکرد کل به دست آمد. طول میوه با استفاده از خط کش بر حسب سانتی متر اندازه گیری شد. برای اندازه گیری درصد ماده خشک میوه بعد از توزین وزن تر میوه (بر اساس گرم)، میوه های هر تیمار را درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و سپس با ترازو توزین شدند. میزان ویتامین ث (آسکوربیک اسید) به روش یدومتریک بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم بافت میوه [۸]. ارزیابی محتوای کلروفیل برگ و میوه طبق روش آرنون (۱۹۴۹) انجام گرفت. مواد جامد محلول میوه با استفاده از رفاکتومتر دیجیتال مدل Rx5000 A بر حسب درصد بریکس و pH میوه فلفل با استفاده از pH متر اندازه گیری شد. تجزیه واریانس داده ها با نرم افزار آماری SAS V9.0 و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

مربوط به پوترسین در کرت های فرعی قرار گرفتند. جداول ۱ و ۲ به ترتیب خصوصیات بافت خاک محل آزمایش و آمار هواشناسی را طی فصل رشد نشان می دهند. نیاز آبی گیاه برای تیمار شاهد با استفاده از میانگین بلند مدت داده های روزانه پارامترهای هواشناسی ثبت شده در ایستگاه هواشناسی زنجان و رابطه استاندارد فائو-پنمن-مانیت (رابطه ۱) محاسبه شد [۳۱،۱۰].

$$ET_c = ET_0 \times K_c \quad (1)$$

$ET_c$ : نیاز آبی فلفل (میلی متر در روز)،  $ET_0$ : تبخیر-تعرق گیاه مرجع (چمن) (میلی متر در روز) و  $K_c$ : ضریب گیاهی فلفل. لازم به توضیح است مقادیر  $ET_0$  بر اساس روش استاندارد فائو-پنمن-مانیت برآورد شد. پس از محاسبه مقادیر  $ET_c$ ، مقادیر نیاز خالص و نیاز ناخالص آب آبیاری گیاه فلفل بر اساس فواصل کشت، نوع سیستم آبیاری (قطره ای-نوراری) و دور آبیاری برآورد شده و سپس در هر نوبت آبیاری به گیاه داده می شد. بر اساس محاسبات به عمل آمده، مقدار آب آبیاری داده شده به گیاهان تیمار شاهد ۴/۴۱۶۴ متر مکعب در هکتار برآورد شد. نیاز آبی سایر تیمارها (تیمارهای تنش آبی) بر اساس نیاز آبی تیمار شاهد و درصد تنش آبی، برآورد و توزیع شد. بذور فلفل شیرین رقم دیماز<sup>۱</sup> در سینی های نشاء کاشته و بوته ها در مرحله چهار برگی پس از سازگاری با محیط و آماده سازی زمین، به مزرعه انتقال داده شدند. پس از استقرار گیاهان، محلول پاشی با غلظت های مختلف پوترسین در مرحله گل دهی (۴۱ روز پس از کشت) شروع شد و با فاصله ۱۰ روز یکبار تکرار گردید. تنش کم آبی یک هفته پس از محلول پاشی اعمال شد.

## ۱.۲. صفات مورد ارزیابی

ارتفاع گیاه در اواخر فصل رشد با استفاده از خط کش بر

1. Dimaz

جدول ۱. مشخصات شیمیایی بافت خاک محل آزمایش

نوع بافت	کربنات کلسیم (%)	ماده آلی (%)	آهن (ppm)	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نیتروژن (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)
لومی رسی شنی	۱۴/۰۹	۱/۱۱	۱/۸	۱۵۴	۴/۶	۰/۰۸	۷/۲۷	۱/۱۲

جدول ۲. آمار هواشناسی مربوط به ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه زنجان در فصل زراعی ۱۳۹۴

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	پارامتر هواشناسی
۵۲	۳۹	۴۲	۴۴	رطوبت نسبی (%)
۲/۹۳	۰/۰۰	۱/۱۳	۰/۳۳	بارندگی (mm)
۱۲/۵۸	۱۶/۱۴	۱۸/۵۳	۱۲/۹۵	درجه حرارت حداقل (°C)
۳۰/۲۸	۳۵/۵۱	۳۴/۴۶	۳۱/۹۳	درجه حرارت حداکثر (°C)

### ۳. نتایج و بحث

صفات ارتفاع بوته، سطح برگ، محتوای کلروفیل برگ و میوه، درصد وزن خشک بوته، ویتامین ث، طول میوه، تعداد میوه و عملکرد اختلاف معنی داری داشت (جدول های ۳ و ۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده نشان داد که تنش کم آبی تأثیر معنی داری بر رشد و عملکرد و کیفیت میوه داشت. پوترسین بر همه پارامترهای اندازه گیری شده تفاوت معنی داری نشان داد و اثرات متقابل آبیاری با پوترسین بر

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر تیمار آبیاری و پوترسین بر صفات رشدی گیاه فلفل شیرین رقم دیماز

میانگین مربعات							منبع تغییرات
درصد ماده خشک بوته	قطر ساقه	ارتفاع بوته	درصد ماده خشک برگ	سطح برگ	تعداد برگ	درجه آزادی	
۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۱۲/۶۳ <sup>ns</sup>	۳/۸۱ <sup>**</sup>	۲۳۶۹/۲۸ <sup>ns</sup>	۲۰۷/۷۵ <sup>ns</sup>	۲	بلوک
۷۵/۱۶ <sup>**</sup>	۸۰/۵۰ <sup>**</sup>	۱۳۹۲/۷۴ <sup>**</sup>	۲۷/۰۶ <sup>**</sup>	۱۸۳۵۰۰۹۳/۸۵ <sup>**</sup>	۵۲۳۲۴/۰۰ <sup>**</sup>	۲	آبیاری
۰/۲۵	۱/۰۱	۸/۵۲	۱۹/۵۷	۲۷۹۵۵/۶۶	۱۱۸۷/۸۷	۴	خطای کرت اصلی
۴۵/۲۷ <sup>**</sup>	۲۸/۷۰ <sup>**</sup>	۹۶/۲۱ <sup>**</sup>	۱۴/۶۱ <sup>**</sup>	۱۰۲۰۶۱۲۱/۸۹ <sup>**</sup>	۱۴۸۰۷/۴۰ <sup>**</sup>	۳	پوترسین
۱/۶۵ <sup>**</sup>	۰/۹۹ <sup>ns</sup>	۱۸/۹۰ <sup>*</sup>	۱/۱۶ <sup>ns</sup>	۱۵۱۲۷۲۸/۲۴ <sup>**</sup>	۳۸۳/۵۱ <sup>ns</sup>	۶	آبیاری*پوترسین
۰/۱۴	۰/۵۹	۵/۵۷	۰/۵۵	۲۸۸۸۲/۹۴	۹۲۸۰/۱۳	۱۸	خطای کرت فرعی
۱/۵۶	۴/۵۵	۴/۲۰	۳/۵۰	۴/۶۶	۱۱/۳۶		ضریب تغییرات

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می باشد.

## به زراعی کشاورزی

اثر محلول پاشی پوترسین بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه فلفل شیرین تحت تنش کم آبی

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار آبیاری و پوترسین بر صفات کیفی و کمی میوه گیاه فلفل شیرین رقم دیماز

میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد میوه در بوته	طول میوه	عملکرد میوه در بوته	عملکرد کل	کلروفیل میوه (کل)	کلروفیل برگ (کل)	ویتامین ث	مواد جامد در محلول
بلوک	۲	۳۷/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰*	۰/۱۲*	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۷**	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۵۱ <sup>ns</sup>
آبیاری	۲	۳۰۷۸۱/۳۶**	۷۱/۵۱**	۰/۸۶**	۴۱/۲۸**	۰/۰۱**	۰/۵۶**	۴۳۷/۷۱**	۲/۴۰**
خطای کرت اصلی	۴	۵۷/۸۶	۰/۳۱	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۶۳	۰/۴۶
پوترسین	۳	۵۲۳۳/۶۵**	۱۴/۲۰**	۰/۱۲**	۱۱/۶۸**	۰/۰۰**	۱/۳۵**	۱۶۰/۴۷**	۳/۷۴**
آبیاری*پوترسین	۶	۳۷۸/۳۲**	۱/۸۶**	۰/۰۱*	۰/۲۴*	۰/۰۰**	۰/۰۷*	۱۲/۲۹**	۰/۲۷ <sup>ns</sup>
خطای کرت فرعی	۱۸	۳۴/۸۷	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۶۸	۰/۲۵
ضریب تغییرات		۳/۵۵	۲/۵۳	۴/۸۱	۵/۶۲	۳/۴۱	۱۱/۲۳	۲/۹۷	۷/۸۱

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می باشد.

### ۱.۳. تعداد و سطح برگ، درصد ماده خشک برگ

تنش کم آبی به طور معنی داری تعداد و سطح برگ را کاهش داد. بیشترین تعداد برگ (۲۸۹) و سطح برگ (۴۹۱۱/۸۹ سانتی متر مربع) در بوته در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد و کمترین میزان تعداد برگ (۱۵۸) و سطح برگ (۲۳۶۷/۳۱ سانتی متر مربع) در بوته در تیمار آبیاری ۵۰ درصد مشاهده شد و برای درصد ماده خشک برگ بیشترین میزان (۲۲/۶۶ درصد) در تیمار آبی ۱۰۰ درصد و کمترین میزان (۱۹/۶۹) در تیمار آبی ۵۰ درصد حاصل شد (جدول ۵).

محلول پاشی برگی پوترسین تعداد و سطح برگ و درصد ماده خشک برگ را افزایش داد. بیشترین میزان تعداد برگ، سطح برگ و درصد ماده خشک برگ در غلظت ۱/۵ میلی مولار و کمترین میزان هر سه صفت در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۵). نتایج اثر متقابل نشان داد که حداکثر تعداد و سطح برگ با کاربرد ۱/۵ میلی مولار پوترسین در شرایط بدون تنش بود و کمترین مقدار صفات در گیاهان محلول پاشی نشده در شرایط تنش کم آبی ۵۰ درصد مشاهده گردید (جدول ۶).

به طور کلی در اثر تنش خشکی کاهش رشد در تمام ابعاد گیاه مشاهده می گردد. کاهش رشد در مراحل اولیه تنش می تواند به علت کاهش توسعه سلول ناشی از کاهش فشار تورژسانس و تقسیم سلولی، کاهش شدت فتوسنتز ناشی از بسته شدن روزنه ها و تخصیص بیشتر مواد به بخش زیرزمینی باشد [۳۸]. بلوم (۱۹۹۶) بیان داشت که تغییر سطح برگ فرایند مهمی است که در گیاهان تحت تنش به منظور حفظ آب گیاه رخ می دهد و در نتیجه کاهش سطح برگ و تعداد برگ فعال، موجب کاهش جذب دی اکسید کربن و فتوسنتز می شود.

در شرایط تنش درصد وزن خشک برگ افزایش یافت. بر اثر تنش خشکی میزان آب گیاه کاهش می یابد که نتیجه آن کاهش بیوماس محصول است. هر چه آب در دسترس گیاه کمتر شود از میزان آب آزاد اندام های گیاه کاسته شده و آب به صورت غیر آزاد در گیاه باقی می ماند و به میزان وزن خشک افزوده شده و نسبت وزن خشک به میزان آب بافت یا اندام افزایش می یابد و هر چه رطوبت نسبی افزایش یابد بر میزان آب بافتها افزوده می شود. این امر

دارای اثرات مثبت دفاعی برای گیاه در برابر تنش های محیطی است. تأثیر مثبت پوترسین احتمالاً مربوط به نقش این هورمون در افزایش فعالیت تقسیم سلولی، افزایش هورمون های گیاهی از قبیل اکسین و جیبرلین و کاهش آبسزیک اسید است که سبب بهبود رشد می شود [۲۵].

### ۲.۳. ارتفاع بوته، قطر ساقه و درصد ماده خشک بوته

با اعمال تنش کم آبی رشد بوته کاهش یافت. بیشترین میزان ارتفاع بوته (۹۰/۶۴ سانتی متر)، قطر ساقه (۱۹/۹۴ میلی متر) و درصد ماده خشک بوته (۲۶/۹۰ درصد) در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین میزان ارتفاع بوته (۴۴/۱۱ سانتی متر)، قطر ساقه (۱۴/۳۲ میلی متر) و درصد ماده خشک بوته (۲۱/۹۱ درصد) در تیمار آبی ۵۰ درصد مشاهده شد (جدول ۵).

می تواند ناشی از ایجاد مقاومت بیشتر با تغییر فشار اسمزی گیاه باشد [۱۵]. بدین صورت که با افزایش وزن خشک و کاهش مقدار آب در پاسخ به تنش خشکی و کمبود آب، فشار اسمزی اولیه افزایش یافته و تحمل گیاه به تنش خشکی و اثرات ناشی از آن بیشتر می شود [۱۳].

در پژوهشی که اثر پوترسین در شرایط تنش خشکی بر روی گندم بررسی شد، سطح برگ و ارتفاع گیاه با کاربرد پوترسین افزایش یافت [۲۲]. گزارش شده که با کاربرد پلی آمین ها در تنش خشکی سطح برگ در گیاه برنج افزایش یافت [۲۰]. با توجه به اثر متقابل تنش خشکی و پوترسین بر روی شاخص سطح برگ مشاهده می شود که گیاهان تیمار شده با پوترسین افت کمتری در شاخص سطح برگ دارند که این مسئله به اثرات تنظیم کنندگی پوترسین در رشد و مقابله با اثرات هورمون ABA می باشد و همچنین خود پوترسین

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری و پوترسین بر صفات رشدی گیاه فلغل شیرین رقم دیماز

تیمارها	تعداد برگ	سطح برگ (cm <sup>2</sup> )	درصد ماده خشک برگ (%)	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (mm)	درصد ماده خشک بوته (%)
سطوح آبیاری (درصد نیاز آبی گیاه)						
۱۰۰٪	۲۸۹/۰۰a	۴۹۱۱/۸۹a	۲۲/۶۶a	۶۴/۷۷a	۱۹/۹۴a	۲۶/۹۰a
۷۵٪	۲۳۸/۰۰b	۳۷۱۷/۹۱b	۲۱/۵۴b	۵۹/۷۲b	۱۶/۳۴b	۲۴/۷۷b
۵۰٪	۱۵۸/۰۰c	۲۳۶۷/۳۱c	۱۹/۶۹c	۴۴/۱۱c	۱۴/۳۲c	۲۱/۹۱c
سطوح پوترسین (میلی مولار)						
۰/۵	۲۱۱/۶۷bc	۳۶۴۱/۶۶c	۲۰/۷۵c	۵۴/۶۲b	۱۶/۰۶c	۲۴/۲۲c
۱	۲۳۳/۸۹b	۴۲۲۲/۴۸b	۲۱/۵۸b	۵۷/۶۶a	۱۷/۴۶b	۲۵/۶۳b
۱/۵	۲۸۱/۶۷a	۴۵۵۲/۲۱a	۲۲/۹۲a	۵۹/۹۶a	۱۸/۰۴a	۲۶/۷۲a
۰ (شاهد)	۱۸۶/۱۱c	۲۱۴۷/۴۷d	۱۹/۹۳d	۵۲/۵۵b	۱۴/۹۱d	۲۱/۵۳d

\* حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی پوترسین بر برخی صفات رشدی گیاه فلفل شیرین رقم دیماز تحت سطوح مختلف آبیاری

سطوح آبیاری (درصد نیاز آبی گیاه)	پوترسین (میلی مولار)	سطح برگ (cm <sup>2</sup> )	ارتفاع بوته (cm)	درصد ماده خشک بوته (%)
	۰	۳۰۰۷/۷۹±۳۰/۱d	۶۲/۳۳±۱/۷b	۲۳/۱۴±۰/۳ab
	۰/۵	۴۷۶۴/۰۴±۳۲/۰b	۶۲/۵۵±۰/۷b	۲۶/۲۴±۰/۸۰a
٪۱۰۰	۱	۵۶۸۸/۴۵±۲۶/۴a	۶۷/۲۲±۰/۷a	۲۸/۸۲±۰/۴a
	۱/۵	۵۸۸۷/۲۸±۴۶/۴a	۶۷/۰۰±۳/۵a	۲۹/۴۱±۰/۱۹a
	۰	۱۳۹۳/۱۲±۵۴/۶g	۵۴/۲۲±۰/۵d	۲۱/۵۶±۰/۲۲d
٪۷۵	۰/۵	۴۰۸۳/۲۱±۳۳/۵c	۵۷/۰۰±۱/۰cd	۲۴/۸۰±۰/۳۲ab
	۱	۴۶۱۷/۲۵±۳۸/۳b	۶۰/۱۱±۰/۴bc	۲۵/۵۱±۰/۹ab
	۱/۵	۴۷۷۸/۰۵±۳۵/۴b	۶۷/۵۵±۰/۴a	۲۷/۲۱±۰/۹a
	۰	۲۰۳۸/۵۰±۴۸/۹f	۴۱/۱۱±۰/۵f	۱۹/۹۰±۰/۸d
	۰/۵	۲۰۷۷/۷۲±۱۵/۰ef	۴۴/۳۳±۱/۲ef	۲۱/۶۳±۰/۳d
٪۵۰	۱	۲۳۶۱/۷۴±۱۱/۷e	۴۵/۶۶±۰/۶e	۲۲/۵۷±۰/۱d
	۱/۵	۲۹۹۱/۲۹±۴۳/۵d	۴۵/۳۳±۲/۰fe	۲۳/۵۴±۰/۲ab

\* اعداد به صورت میانگین ± خطای استاندارد و میانگین هایی که حرف مشابه دارند، در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معناداری ندارند.

خشک امری اجتناب ناپذیر است [۴]. با اعمال تنش بر گیاه ذرت، ارتفاع ساقه به طور معنی داری تحت تاثیر تنش کم آبی قرار گرفت و به تدریج با افزایش سطح تنش طول ساقه کاهش پیدا کرد [۱۴].

وزن تر و خشک ساقه در انار با کاربرد پوترسین در شرایط تنش شوری افزایش نشان داد [۱۲]. پوترسین و اسپرمیدین طول ریشه و ساقه سویا را در شرایط تنش خشکی افزایش دادند [۳۷]. کاربرد پوترسین رشد گیاه را بهبود بخشید. افزایش بیوسنتز پلی آمین ها می تواند از گیاهان در برابر تنش های محیطی توسط حذف رادیکال های آزاد، تثبیت غشایی و ساختارهای سلولی، ایجاد تعادل کاتیون و آنیون، تنظیم کانال های یونی و افزایش میزان انرژی سلول به وسیله تحریک سنتز ATP محافظت کند [۴۱].

بیشترین میزان ارتفاع بوته، قطرساقه و درصد وزن خشک بوته در غلظت ۱/۵ میلی مولار پوترسین و کمترین میزان در هر سه صفت در تیمار شاهد به دست آمد، و در شاخص ارتفاع بوته بین تیمار های ۱ و ۱/۵ میلی مولار پوترسین و همچنین بین تیمارهای شاهد و ۰/۵ میلی مولار پوترسین تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۵). اثر متقابل تیمارها بر صفات ارتفاع بوته و درصد ماده خشک اختلاف معنی داری داشت. بیشترین ارتفاع بوته و درصد ماده خشک بوته در شرایط بدون تنش و کاربرد ۱/۵ میلی مولار پوترسین حاصل شد (جدول ۶).

آب یکی از نیازهای اساسی گیاه برای انجام عمل فتوسنتز و تولید ماده خشک می باشد. بنابراین، گیاهانی که با کمبود آب مواجه می شوند، کاهش فتوسنتز و تولید ماده

### ۳.۳. تعداد میوه، طول میوه و عملکرد تک بوته و عملکرد کل

با اعمال تنش کم آبی، طول میوه، تعداد میوه و عملکرد کاهش یافت. در آبیاری ۵۰ درصد، ۴۳ درصد برای عملکرد کل و ۲۸ درصد برای آبیاری ۷۵ درصد در مقایسه با آبیاری ۱۰۰ درصد کاهش نشان داد. بیشترین میزان تعداد میوه، طول میوه، عملکرد تک بوته، عملکرد کل به ترتیب در محلول‌پاشی پوترسین به میزان (۱۹۲/۶۶)، (۱۳/۷۹ سانتی‌متر)، (۰/۳۵ کیلوگرم در بوته)، (۷/۸۷ تن در هکتار) و کمترین میزان (۱۳۷/۸۸)، (۱۰/۸۶ سانتی‌متر)، (۰/۲۳ کیلوگرم در بوته)، (۵/۳۳ تن در هکتار) در شاهد مشاهده شد (جدول ۷).

اثر متقابل سطوح تنش کم آبی و کاربرد پوترسین، بیشترین تعداد میوه (۱۰۳/۶۶)، طول میوه (۱۶/۵۶ سانتی‌متر)، عملکرد تک بوته (۰/۴۵ کیلوگرم در بوته) و همچنین بیشترین عملکرد کل (۹/۹۸ تن در هکتار) در شرایط بدون تنش و محلول‌پاشی ۱/۵ میلی‌مولار پوترسین و کمترین میزان تعداد میوه (۱۰۳/۶۶)، طول میوه (۸/۸ سانتی‌متر)، عملکرد تک بوته (۰/۱۷ کیلوگرم در بوته) و کمترین عملکرد کل (۴/۰۴ تن در هکتار) در شرایط تنش کم آبی ۵۰ درصد و تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۸).

تحقیقات بر روی گیاه خیار نشان داد که کاهش میزان آب مصرفی باعث کاهش چشم‌گیر میزان محصول می‌گردد [۴۳]. نتایج برخی تحقیقات روی گیاه فلفل نشان داد که این گیاه در طول دوره گلدهی و رشد میوه، به تنش آبی حساس بوده و تنش کم آبی با ریزش گل‌ها موجب کاهش تعداد میوه می‌گردد [۲۹،۳۰]. کاهش آب آبیاری و به دنبال آن کاهش محتوای آب خاک و پتانسیل آب باعث کاهش تقسیم سلولی و رشد گیاه و در نتیجه کاهش وزن میوه و در نهایت کاهش قطر و طول میوه می‌گردد و به طبع آن باعث کاهش عملکرد می‌شود که نشان دهنده اثر کاهش آب آبیاری بر محتوای آب قسمت‌های مختلف گیاه است [۲۶]. در طول دوره تنش سطح کل برگ برای هر گیاه به-

طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و کاهش سطح برگ در اثر تنش کم آبی، دلیل اصلی کاهش عملکرد است [۴۲]. در پژوهش‌های صورت گرفته نشان داد شده است که پوترسین باعث افزایش وزن خشک در حبوبات گردیده و همچنین استفاده از پوترسین و آمینو اسید در افزایش رشد و عملکرد نتایج خوبی داشته است [۳۶]. کاربرد پوترسین در شرایط تنش خشکی بر روی گیاه گندم، تعداد خوشه، وزن خوشه و عملکرد را افزایش داد [۲۲]. کاربرد پوترسین باعث افزایش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه در گندم شده است [۲۳]. به نظر می‌رسد دلیل احتمالی این افزایش عملکرد، تاثیر پوترسین در کاهش تخریب غشاء سلولی و اندامک‌های درون سلولی و تولید متابولیت‌های ثانویه توسط گیاه مانند پرولین است که باعث افزایش پتانسیل اسمزی گیاه و سبب افزایش قدرت جذب آب در شرایط نامساعد محیطی می‌باشد.

### ۴.۳. محتوای کلروفیل کل

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان کلروفیل میوه و کلروفیل برگ با افزایش تنش کم آبی کاهش معنی‌داری یافتند. بیشترین میزان کلروفیل کل برگ (۱/۶۲ میلی‌گرم در گرم بافت برگ) و کلروفیل کل میوه (۰/۱۵ میلی‌گرم در گرم بافت میوه) در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین میزان این صفات در تیمار آبی ۵۰ درصد مشاهده شد. در حالی که تیمار پوترسین سبب افزایش میزان این صفات شد (جدول ۷). در تیمار محلول‌پاشی ۱/۵ میلی‌مولار پوترسین بیشترین مقدار و در شاهد کمترین مقدار مشاهده شد (جدول ۷).

مشاهدات مربوط به اثر متقابل تنش کم آبی و کاربرد پوترسین در این صفات نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل برگ و میوه در تیمار آبی ۱۰۰ درصد با محلول پاشی ۱/۵ میلی‌مولار پوترسین و کمترین مقدار کلروفیل در گیاهان محلول‌پاشی نشده با پوترسین تحت شرایط تنش کم آبی ۵۰ درصد است (جدول ۸).



اثر محلول پاشی پوترسین بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه فلفل شیرین تحت تنش کم آبی

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری و مواد آلی بر صفات کیفی و کمی گیاه فلفل شیرین رقم دیماز

تیمارها	تعداد میوه در بوته	طول میوه (cm)	عملکرد در بوته (kg)	عملکرد کل (ton)	کلروفیل میوه (mg/g f.wt)	کلروفیل برگ (mg/g f.wt)	ویتامین ث (mg/100 ml)	مواد جامد محلول (Brix)
سطوح آبیاری (درصد نیاز آبی)								
۱۰۰٪	۲۲۴/۳۳a	۱۴/۳۱a	۰/۳۸a	۸/۵۹a	۰/۱۵a	۱/۶۲a	۳۳/۸۷a	۶/۰۱b
۷۵٪	۱۴۱/۶۶b	۱۳/۱۳b	۰/۲۸b	۶/۱۸b	۰/۱۰b	۱/۴۹b	۲۷/۷۳b	۱/۹۰a
۵۰٪	۱۳۲/۰۸c	۹/۶۲c	۰/۲۱c	۴/۸۷c	۰/۰۸c	۱/۲۱c	۲۱/۷۹c	۶/۲۸b
پوترسین (میلی مولار)								
۰/۵	۱۵۵/۷۷c	۱۱/۹۳c	۰/۲۶c	۵/۸۳c	۰/۱۰c	۱/۳۷c	۲۵/۶۵c	۵/۹۷b
۱	۱۷۷/۷۷b	۱۲/۸۵b	۰/۳۲b	۷/۱۴b	۰/۱۲b	۱/۴۹b	۲۸/۰۹b	۶/۷۰a
۱/۵	۱۹۲/۶۶a	۱۳/۷۹a	۰/۳۵a	۷/۸۷a	۰/۱۳a	۱/۸۷a	۳۳/۵۸a	۷/۱۴a
۰ (شاهد)	۱۳۷/۸۸d	۱۰/۸۶d	۰/۲۲d	۵/۳۳d	۰/۰۹d	۰/۹۵d	۲۳/۸۷d	۵/۷۹b

\* حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد.

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی پوترسین بر برخی صفات کمی و کیفی گیاه فلفل شیرین رقم دیماز تحت تنش کم آبی

تنش خشکی	پوترسین (میلی مولار)	تعداد میوه	طول میوه (cm)	عملکرد در بوته (kg)	عملکرد در هکتار (ton)	کلروفیل میوه (mg/g f.wt)	کلروفیل برگ (mg/g f.wt)	ویتامین ث (mg/100 ml)
نیاز آبی ۱۰۰٪	۰	۱۸۵/۰۰±۸/۲d	۱۳/۱۳±۰/۳c	۰/۳۱±۰/۶c	۷/۰۱±۰/۶c	۰/۱۴±۰/۰b	۰/۹۹±۰/۱cd	۲۸/۹۵±۰/۳de
	۰/۵	۲۰۹/۰۰±۳/۸c	۱۳/۹۹±۰/۱c	۰/۳۶±۰/۰c	۷/۷۸±۰/۰c	۰/۱۴±۰/۰b	۱/۵۲±۰/۱bc	۲۹/۲۶±۰/۱cd
	۱	۲۳۵/۳۳±۲/۹b	۱۴/۵۸±۰/۲b	۰/۴۲±۰/۰b	۹/۲۸±۰/۴b	۰/۱۷±۰/۰a	۰/۱۷±۰/۰a	۳۴/۵۹±۰/۷b
	۱/۵	۲۶۸/۰۰±۷/۹a	۱۶/۵۶±۰/۳a	۰/۴۵±۰/۰a	۹/۹۸±۰/۰a	۰/۱۸±۰/۰a	۰/۱۸±۰/۰a	۴۲/۶۷±۰/۱a
نیاز آبی ۷۵٪	۰	۱۲۵/۰۰±۳/۶f	۱۲/۲۱±۰/۲d	۰/۲۲±۰/۰e	۴/۹۳±۰/۴e	۰/۰۸±۰/۰e	۰/۹۸±۰/۱d	۲۴/۳۸±۰/۱h
	۰/۵	۱۳۲/۳۳±۲/۸e	۱۳/۸۳±۰/۱c	۰/۲۴±۰/۰e	۵/۷۶±۰/۵e	۰/۰۹±۰/۰d	۱/۴۰±۰/۰c	۲۶/۸۲±۰/۱fg
	۱	۱۵۱/۰۰±۳/۲e	۱۳/۷۰±۰/۱c	۰/۳۰±۰/۰d	۶/۵۱±۰/۳d	۰/۱۴±۰/۰b	۱/۵۶±۰/۰bc	۲۷/۷۳±۰/۱f
	۱/۵	۱۵۸/۳۳±۰/۸e	۱۳/۸۰±۰/۱c	۰/۳۴±۰/۰c	۷/۵۴±۰/۲c	۰/۱۲±۰/۰c	۲/۰۱±۰/۰a	۳۲/۰۰±۰/۵c
نیاز آبی ۵۰٪	۰	۱۰۳/۶۶±۱/۸g	۸/۸±۰/۱f	۰/۱۷±۰/۰f	۴/۰۴±۰/۴f	۰/۰۷±۰/۰e	۰/۸۸±۰/۱d	۱۸/۲۸±۰/۱j
	۰/۵	۱۲۶/۰۰±۱/۵f	۸/۹۶±۰/۰f	۰/۱۸±۰/۰f	۴/۱۵±۰/۳f	۰/۰۷±۰/۰e	۱/۲۱±۰/۱cd	۲۰/۸۸±۰/۰i
	۱	۱۴۷/۰۰±۲/۰e	۱۰/۲۶±۰/۳e	۰/۲۵±۰/۰e	۵/۴۳±۰/۲e	۰/۰۹±۰/۰d	۱/۳۷±۰/۲c	۲۱/۹۴±۰/۰i
	۱/۵	۱۵۱/۶۶±۴/۴e	۱۱/۸۳±۰/۱d	۰/۲۶±۰/۰e	۵/۸۶±۰/۲e	۰/۱۰±۰/۰d	۱/۳۹±۰/۲c	۲۶/۰۶±۱/۱g

\* اعداد به صورت میانگین ± خطای استاندارد و میانگین هایی که حرف مشابه دارند، در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معناداری ندارند

درصد و کمترین میزان (۲۱/۷۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بافت میوه) در تیمار آبیاری ۵۰ درصد مشاهده شد (جدول ۷). بیشترین میزان ویتامین ث در غلظت ۱/۵ میلی مولار (۳۳/۵۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بافت میوه) و کمترین میزان آن (۲۳/۸۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بافت میوه) در شاهد مشاهده شد (جدول ۷).

تنش خشکی باعث کاهش اسید آسکوربیک در مقایسه با شرایط بدون تنش در گیاه انگور شد [۴۸]. آسکوربیک اسید یک آنتی اکسیدان مهم در گیاهان می باشد. این ترکیب که در غشاء داخلی میتوکندری سنتز می شود [۴۴]. از جمله تغییرات در گیاهان به عنوان پیام آور حضور تنش و مقابله با آن، افزایش سطوح آنتی اکسیدان های مختلف است. اسید آسکوربیک (ویتامین ث) از جمله ترکیبات آنتی اکسیدان است که از تخریب بافت ها توسط رادیکال های آزاد جلوگیری می کند، که میزان آن در شرایط خشکی در جهت کاهش آثار مخرب تنش افزایش یافته است. دلیل کاهش مقدار آسکوربات می تواند به علت تخریب مستقیم آسکوربات به وسیله  $O_2$  یا سایر رادیکال های آزاد اکسیژن و همچنین مصرف آسکوربات برای سنتز زئازانتین و تولید مجدد آلفا توکوفرول باشد [۳].

### ۶.۳. مواد جامد محلول میوه

بیشترین میزان این صفت در تیمار نیاز آبی ۷۵ درصد (۶/۹۰ بریکس) و کمترین میزان این صفات در تیمار آبی ۱۰۰ درصد (۶/۰۱ بریکس) مشاهده شد. در تیمارهای آبی بین نیاز آبی ۱۰۰ درصد با نیاز آبی ۵۰ درصد تفاوتی مشاهده نشد. بیشترین میزان مواد جامد محلول در غلظت ۱/۵ میلی مولار و کمترین میزان آن در تیمار شاهد به دست آمد و در محلول پاشی پوترسین نیز بین غلظت های ۱/۵ با ۱ میلی مولار و غلظت های ۰/۵ با شاهد اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۷).

یکی از قسمت های گیاه که در شرایط تنش تحت تأثیر قرار می گیرد، بخش سبزینه یا کلروفیل است. کلروفیل مرکز تبدیل انرژی نورانی به انرژی شیمیایی در گیاه است. در صورت قرار گرفتن گیاه در شرایط تنش، فتوسنتز و در نتیجه فرآیند غذاسازی گیاه دچار اختلال می شود. اهمیت مطالعه محتوای کلروفیل در شرایط تنش جهت پی بردن به وضعیت تغذیه ای گیاه به دلیل نقش این رنگیزه در فرآیند غذاسازی و رشد گیاه است [۲]. عیسی زاده و همکاران (۱۳۹۱) با مطالعه تأثیر تنش خشکی در گیاه گلرنگ، گزارش نمودند که محتوای کلروفیل به طور معنی داری نسبت به شاهد کاهش یافت [۵].

گزارشی مبنی بر اینکه کاربرد پوترسین باعث تأخیر پیری و کاهش از دست دادن کلروفیل می گردد، وجود دارد [۱۷]. کاربرد خارجی پوترسین باعث القای داخلی سیتوکینین می شود که باعث تحریک بیوسنتز کلروفیل و تمایز کلروپلاست در گندم گردید [۴۵، ۱۹]. استفاده از پوترسین به طور قابل توجهی محتوای رنگدانه های فتوسنتزی را (کلروفیل a، b و کل) در برگ گندم افزایش داد [۱۹]. اثر پوترسین در افزایش رنگدانه های فتوسنتزی در توت (*Morus alba* L.) [۱۸]، خیار (*Cucumis sativus*) [۲۴] L و لوبیا (*Phaseolus vulgare*) [۳۶] گزارش شده است. می توان گفت کاربرد پلی آمین ها موجب حفظ پایداری غشاء های کلروپلاست و مانع تجزیه کلروفیل می شوند پلی آمین ها با اتصال یونی به غشای تیلاکوئید سبب حفظ غشاء شده و به این ترتیب پلی آمین ها به طور غیرمستقیم در حفظ فتوسنتز دخالت دارند [۱].

### ۵.۳. ویتامین ث میوه

میزان ویتامین ث میوه به طور معنی داری تحت تأثیر تنش کم آبی قرار گرفت. بیشترین میزان ویتامین ث (۳۳/۸۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بافت میوه) در تیمار آبیاری ۱۰۰

سبب مقاومت گیاهان که مورد محلول پاشی قرار گرفتند به تنش اعمالی شد. با توجه به نتایج، کاربرد ۱/۵ میلی مولار پوترسین برای بهبود رشد و عملکرد گیاه فلفل در شرایط تنش خشکی توصیه می شود و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه می باشد.

#### منابع

۱. جلیل مرندی ر (۱۳۸۹). فیزیولوژی تنش های محیطی و مکانیسم های مقاومت در گیاهان باغی. دوره دوجلدی. انتشارات جهاددانشگاهی ارومیه. ۱۴۰۰ ص.
۲. داس، وی و رامنا، اس (۱۳۸۸). فتوستیز (تنظیم در رژیم های نوری مختلف). ترجمه راهداری، انتشارات نشر علم کشاورزی ایران. ۲۳۹ ص.
۳. دولت آبادیان آ، مدرس ثانوی س ع م و شریفی م (۱۳۸۸). اثر تنش کم آبی و محلول پاشی اسید آسکوربیک بر میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان و برخی تغییرات بیوشیمیایی در برگ ذرت دانه ای (*Zea mays L.*) مجله زیست شناسی ایران. ۲۲: ۴۲۲-۴۰۷.
۴. شعبانی ع، کامگار ع، سپاس خواه ع ر، امام ی و هنر ت (۱۳۸۸). اثر تنش آبی بر ویژگی های فیزیولوژیک گیاه کلزا. مجله علوم آب و خاک، ۳۱: ۴۲-۴۹.
۵. عیسی زاده س (۱۳۹۱). تاثیر سیتوکینین بر صفات فیزیولوژیک گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) در شرایط تنش خشکی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان. ۱۵۹ ص.
۶. کاشی ع (۱۳۷۲). اثر دور آبیاری و کاربرد ضایعات چای روی هندوانه چارلستون گری، مجله علوم کشاورزی. ۵ (۱): ۲۴-۳۰.

یکی از وظایف مهم گیاه طی تنش خشکی، حفظ آماس سلولی از طریق تنظیم اسمزی است که این عمل به وسیله یک فرایند فعال تجمع مواد قابل حل مناسب طی رشد و در زمان تنش آب رخ می دهد. می توان گفت افزایش مواد جامد محلول تحت شرایط کم آبی به دلیل کاهش تعداد میوه در اثر ریزش گل و در نتیجه افزایش نسبت کربوهیدرات به میوه می باشد. در شرایط تنش آبی تولید هورمون اسید آبسزیک زیاد شده و این هورمون از طرق مختلف باعث افزایش مقدار قند میوه ها می شود [۴۰]. با بررسی اثر کاهش آبیاری روی هندوانه چارلستون گری، گزارش شده است که با کاهش آبیاری درصد مواد جامد محلول افزایش یافت که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد [۶]. نتایج به دست آمده توسط محققان مختلف نشان داد که مقدار قند میوه رابطه مثبت با تنش آبی دارد [۳۲]. در پژوهش دیگری با بررسی اثرات ساده دور آبیاری روی مواد جامد محلول شاهد افزایش مواد جامد با افزایش دور آبیاری گردیدند [۹].

#### ۴. نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج به دست آمده می توان عنوان کرد که طولانی شدن فواصل آبیاری به نحوی که منجر به کاهش رطوبت خاک به مقادیر کمتر از ۱۰۰ درصد آبیاری گردد، بروز تنش در گیاه فلفل شیرین را به دنبال خواهد داشت. نتایج مربوط به صفات رشدی بوته و صفات کیفی میوه فلفل نشان داد که این صفات تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبی و سطوح مختلف پوترسین واقع شدند. تنش خشکی رشد و نمو اندام هوایی را در گیاه فلفل متاثر ساخت و با کاهش تعداد میوه و وزن میوه، عملکرد کل میوه در گیاه فلفل کاهش یافت. در این پژوهش محلول پاشی پوترسین با تأثیر بر صفات رشدی بوته و صفات کیفی میوه فلفل عملکرد گیاه را در شرایط تنش خشکی بهبود بخشید و

14. Bismillah khan M, Hussain N and Iqbal M (2001) Effect of water stress on growth and yield components of maize variety YHS 202. *Journal of Agricultural Research*, 12: 15-18.
15. Blum A (1996) Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regulation*. 20(2): 135-148.
16. Bosland P. W and Votava E. J (2000) *Pepper vegetable and spice capsicums*. CABI Publishing, New York. 248p.
17. Couée I, Hummel I, Sulman C, Gouesbet G and El-Amrani A (2004) Involvement of polyamines in root development. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 76: 1-10.
18. Das C, Sengupta T, Chattopadhyay S, Setua M and Das N (2002) Involvement of kinetin and spermidine in controlling salinity stress in mulberry (*Morus alba L. cv. S1*). *Acta Physiologiae Plantarum*. 24: 53-57.
19. El-Bassiouny HM, Mostafa HA, El-Khawas SA, Hassanein RA, Khalil SI and Abd El- Monem AA (2008) Physiological responses of wheat plant to foliar treatments with arginine or putrescine. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2: 1390-1403.
20. Farooq M, Wahid A and Lee DJ (2009) Exogenously applied polyamines increase drought tolerance of rice by improving leaf water status, photosynthesis and membrane properties. *Acta Physiologiae Plantarum*. 31(5): 937-945.
21. FAO (2012) FAOSTAT <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
۷. کافی م، برزویی ا، صالحی م، کمندی ع، معصومی ع و نباتی ج (۱۳۹۳) فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۰۴ ص.
۸. مستوفی، نجفی ف (۱۳۹۴). روش‌های آزمایشگاهی تجزیه ای در علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۶ ص.
۹. نصرآبادی ح، نعمتی ح، سبجانی ع و آرویی ح (۱۳۹۱). اثرات دور آبیاری و خاکپوش بر برخی خصوصیات زراعی و عملکرد خربزه. به‌زراعی کشاورزی. ۱۴(۱): ۵۷-۶۶.
۱۰. وزیري ژ، سلامت ع، انصاری م، مسچی م، حیدری ن، دهقانی سانچ ح (۱۳۸۷). (تبخیر-تغرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان)، (ترجمه). انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، چاپ اول، تهران. ۳۸۹ ص.
11. Alvino A, Centritto M and De Lorenzi F (1994) Photosynthesis response of sunlit and shade pepper (*Capsicum annuum*) leaves at different positions in the canopy under two water regimes. *Australian Journal of Plant Physiology*. 21: 377-391.
12. Amri E, Mirzaei M, Moradi M and Zare K (2011) The effects of spermidine and putrescine polyamines on growth of pomegranate (*Punica granatum cv. 'Rabbab'*) in salinity circumstance. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*. 3:43-49.
13. Ascher RG and Cumming JR (1991) Stress responses in plants: Adaptation and acclimation mechanisms. *The Quarterly Review of Biology*. 66: 343-344.

22. Gupta S and Gupta NK (2011) Field efficacy of exogenously applied putrescine in wheat (*Triticum aestivum* L.) under water-stress conditions. The Indian Journal of Agricultural Sciences. 81(6):231-265.
23. Gupta S, Sharma M L, Gupta NK and Kumar A (2003) Productivity enhancement by putrescine in wheat (*Triticum aestivum* L.). Physiology and Molecular Biology of Plants. 9: 279-282.
24. He L, Nada K and Tachibana S (2002) Effects of spermidine pretreatment through the roots on growth and photosynthesis of chilled cucumber plants (*Cucumis sativus* L.). Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. 71: 490-498.
25. Hussein M, EL-Gereadly HM and EL-Desuki M (2006) Role of putrescine in resistance to salinity of pea plants (*Pisum sativum* L.). Applied Science Research. 2: 598-604.
26. Inze D, and Montagu M. V (1995) Oxidative stress in plants. Current Opinion in Biotechnology. 6: 153-158.
27. Jaimez RE, Vielma O, Rada F and Garcia-Nunez C (2000) Effects of water deficit on the dynamics of flowering and fruit production in *Capsicum chinense* Jacq in a tropical semiarid region of Venezuela. Journal of Agronomy and Crop Science. 185: 113-119.
28. Kakkar RK and Sawhney VK (2002) Polyamine research in plants—a changing perspective. Physiologia Plantarum, 116(3): 281-292.
29. Kamiab F, Talaie A. R, Khezri M and Javanshah A (2013) Exogenous application of free polyamines enhance salt tolerance of pistachio (*Pistacia vera* L.) seedlings. Plant Growth Regulation. 72: 257-268.
30. Katterji N, Mastrorili M, and Hamdy A (1993) Effect of Stress at Different Growth Stage on Pepper Yield. Acta Horticulturae. 335:165-171.
31. Keller J, and Bliesner D (1990) Sprinkler and trickle irrigation. Avi Book, Co. Ltd, New York, USA.652p.
32. Lester GE, Oebker NF and Coons J (1994) Preharvest furrow and drip irrigation schedule effects on postharvest muskmelon quality. Postharvest Biological and Technological. 4: 57-63.
33. Lotfi N, Vahdati K, Kholdebarin B and Najafian Ashrafi E (2010) Germination, mineral composition and ion uptake in walnut under salinity conditions. HortScience. 44(5): 1352-1357.
34. Martin-Tanguy J (2001) Metabolism and function of polyamines in plants: recent development (new approaches). Plant Growth Regulation. 34: 135-148.
35. Mitra J (2001) Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. Current Science, 80: 758-763.
36. Nassar A H, El-Tarabily KA and Sivasithamparam K (2003) Growth promotion of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by a polyamine-producing isolate of *Streptomyces griseoluteus* Plant Growth Regulation. 40: 97-106.
37. Nayyar H, Satwinder KAUR, Kumar S, Singh KJ and Dhir K (2005) Involvement of polyamines in the contrasting sensitivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) to water deficit stress. Botanical Bulletin of Academia Sinica. 46: 333-338.

38. Nilsen E T and Orcutt D M (1996) The physiology of plants under stress (Abiotic factors). Jon Wiley and Sons, New York. 689 p.
39. Noohpishhe Z and Kalantari Kh. M (2011) The interaction effects of spermidine application and salinity stress in pepper plants. Iranian Journal of Biology. 24(6): 848-857.
40. Pew W. D and Gardner B R (1983) Effects of irrigation practices on vine growth, yield and quality of muskmelons. Journal of the American Society for Horticultural Sciences. 108: 134-137.
41. Rothe G A, Hachiya Y, Yamada T, Hashimoto and B. Drager (2003) Alkaloides in plants and root cultures of *Atropa belladonna* over expressing putrescine N- methyltransferase. Experimental Botany. 54:2065-2070.
42. Shao H. B, Chu L. Y, Jaleel C. A and Zhao C. X (2008) Water-deficit stress induced anatomical changes in higher plants. Comptes Rendus Biologies. 331: 215-225.
43. Simsek M, Tonkaz T, Kacira M, Comlekcioglu N and Dogan Z (2005) The Effects of Different Irrigation Regimes on Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Yield and Yield Characteristics Under Open Field Conditions. Agricultural Water Management. 73: 173-191.
44. Sofo A, Tuzio A. C, Dichio B and Xiloyannis C (2005) Influence of water deficit and rewatering on the components of the ascorbate-glutathione cycle in four interspecific *Prunus* hybrids. Plant Science 169: 403-412.
45. Xie Z, Jiag D, Dai T, Jing Q and Cao W (2004) Effects of exogenous ABA and cytokinin on leaf photosynthesis and grain protein accumulation in wheat ears cultured in vitro. Plant Growth Regulation. 44: 25-32.
46. Yordanov V and Tsoev T (2000) Plant response to drought, acclimation and stress tolerance. Photosynthetica. 38(1): 171-186.
47. Zhang K and John PCL (2005) Raised level of cyclin dependent kinase after prolonged suspension culture of *Nicotiana plumbaginifolia* is associated with more rapid growth and division, diminished cytoskeleton and lost capacity for regeneration: implications for instability of cultured plant cells. Plant Cell Tissue and Organ Culture. 82: 295-308.
48. Zonouri M, Javadi T and Ghaderi N (2014) Effect of Foliar Spraying of Ascorbic Acid on Cell Membrane Stability, Lipid Peroxidation, Total Soluble Protein, Ascorbate Peroxidase and Leaf Ascorbic Acid Under Drought Stress in Grapes. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2: 349-354.