Archive of SID

تأثیر محلول‌پاشی اسید آسکوربیک و سدیم نیتروپروساید بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و برخی صفات گلرنگ بهاره در شرایط تنش کم‌آبیاری

صفیه عرب[1]*، مهدی برادران فیروزآبادی[2] و حمیدرضا اصغری[2]

۱*- **نویسنده مسئول:** کارشناس ارشد زراعت دانشگاه شاهرود (S.arab.agri@gmail.com)

۲- استادیاران زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۱۵

چکیده

امروزه کاربرد مواد آنتی‌اکسیدان و تنظیم کننده رشد گیاه به منظور کاهش اثرات منفی ناشی از تنش‌های مختلف مطرح شده است. اسید آسکوربیک و سدیم نیتروپروساید از جمله این مواد هستند که موجب مقاومت گیاه به تنش‌های زیستی و غیر زیستی می‌شوند. جهت بررسی این موضوع در گیاه گلرنگ آزمایشی در سال ۱۳۹۰ به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود انجام شد. فاکتور اصلی تنش کم‌آبیاری شامل ۲ سطح ۸ و ۱۶ روز آبیاری به ترتیب به عنوان عدم تنش و تنش بود که بعد از استقرار کامل بوته‌ها اعمال گردید. فاکتورهای فرعی شامل ۳ سطح محلول‌پاشی سدیم نیتروپروساید در ۳ غلظت صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرو مولار و محلول‌پاشی اسید آسکوربیک در ۳ سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی مولار در مرحله گلدهی بودند. در ۶۳ و ۶۵ روز پس از کاشت به ترتیب محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید و اسید آسکوربیک انجام شد و یک هفته بعد محلول‌پاشی تکرار گردید. تنش، شاخص پایداری غشاء را کاهش داد. این صفت با کاربرد اسید آسکوربیک کاهش و با کاربرد سدیم نیتروپروساید افزایش یافت. کاربرد سدیم نیتروپروساید موجب افزایش شاخص سطح برگ گردید. در عدم تنش، محلول‌پاشی با هر دو غلظت سدیم نیتروپروساید کلروفیل b را افزایش دادند. محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک با غلظت ۱۰ میلی مولار در شرایط عدم تنش کاروتنوئید را افزایش داد. عملکرد دانه در بالاترین سطح از سدیم نیتروپروساید ۱۳/۲ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. لذا به نظر میرسد که کاربرد برگی سدیم نیتروپروساید با غظت مناسب می‌تواند در کاهش شدت تنش کم‌آبی مفید باشد.

کلید واژه‌ها: **تنش خشکی، کلروفیل، شاخص سطح برگ، گلرنگ.**

مقدمه

رشد و عملکرد گیاه در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنش‌های محیطی زنده و غیرزنده متعدد محدود می‌گردد. به همین دلیل اختلاف قابل توجهی بین عملکرد واقعی و عملکرد بالقوه محصولات زراعی دیده می‌شود (کافی و مهدوی دامغانی[1]، ۲۰۰۲). از بین تنش‌ها، تنش کم‌آبی به عنوان شایع‌ترین تنش غیر زنده، رشد و تولید گیاهان زراعی را محدود می‌کند. اثر آن به ویژه زمانی که گیاه در مرحله گلدهی یا زایشی باشد، بیشتر خواهد بود (ساینی و وتگات[2]، ۲۰۰۰).

گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) یکی از گیاهان روغنی است که از اهمیت زیادی برخوردار است. با

1- Kafi & Mahdavi damghani

2- Saini & Wetgate

www.SID.ir

Archive of SID

این‌که کشور ایران نیز در محدوده اهلی شدن گلرنگ قرار دارد، ولی متأسفانه در ایران مورد توجه شایسته‌ای قرار نگرفته است. سازگاری وسیع گلرنگ به اقلیم‌های مختلف و تحمل زیاد آن به شرایط نامساعد ایجاب می‌نماید که مطالعات به‌نژادی و به‌زراعی گسترده‌ای روی آن انجام گرفته و در جهت گسترش کشت آن تلاش زیادی به‌عمل آید (خواجه‌پور[1]، ۲۰۰۷). بروز کم‌آبی در مراحل مختلف رشد گیاهان دانه روغنی به ویژه مراحل پرشدن دانه می‌تواند تأثیر منفی بر درصد روغن دانه داشته باشد. یکی از روش‌هایی که اخیراً به عنوان کاهش دهنده اثرات تنش روی گیاهان مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از ترکیباتی است که نقش آنتی‌اکسیدانی در گیاه دارند. اسید آسکوربیک یک احیا کننده قوی و مولکولی کوچک و قابل حل در آب است که با اکسیدکننده‌ها واکنش دارد (اسمیرنف[2]، ۲۰۰۵). این ماده به عنوان سوبسترای اولیه در سم‌زدایی گونه‌های اکسیژن فعال از قبیل پراکسید هیدروژن و غیره مطرح است (کنکلین و بارث[3]، ۲۰۰۴). و در بسیاری از فرآیندهای سلولی مانند فتوسنتز نقش اساسی دارد و موجب حفاظت نوری و مقاومت به تنش‌های محیطی می‌گردد (شیگئوکا و همکاران[4]، ۲۰۰۲). یکی دیگر از ترکیباتی که اخیراً به منظور کاهش اثرات تنش در گیاهان مورد آزمایش قرار گرفته، سدیم نیتروپروساید است. در بسیاری از مطالعات نشان داده شده است که سدیم نیتروپروساید در انتقال پیام و پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی نیز دخالت دارد (دل‌ریو و همکاران[5]، ۲۰۰۴). این ترکیب به صورت پودری قرمز رنگ بوده و یک تنظیم کننده رشد گیاهی است. نیل و همکاران[6] (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد خارجی سدیم نیتروپروساید، بسته‌شدن روزنه را تحریک و سلول‌ها را در برابر تنش اکسیداتیو محافظت می‌کند. محلول‌پاشی این ترکیب نفوذپذیری غشاء، نشت الکترولیت‌ها و هم‌چنین میزان H_2O_2 موجود در برگ را کاهش داده است. لذا با عنایت به مزایای ذکر شده برای اسید آسکوربیک و سدیم نیتروپروساید، در این آزمایش سعی شده است با بررسی آثار این ترکیبات در غلظت‌های مختلف بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیک گلرنگ از قبیل رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش کم‌آبی و عدم تنش، راهکاری برای کاهش صدمات تنش کم‌آبی در این گیاه ارائه گردد.

1- Khaje poor
2- Smirnoff
3- Conklin & Barth
4- Shigeoka *et al*.
5- Del Rio *et al*.
6- Neill *et al*.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود، واقع در شهر بسطام (کیلومتر ۸ جاده شاهرود آزادشهر) اجرا شد. شهر بسطام از لحاظ اقلیمی جزء مناطق سرد و خشک است و میانگین بارندگی سالانه در این منطقه بین ۱۵۰ تا ۱۶۰ میلی‌متر است. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۲ سطح آبیاری ۸ روز یکبار (عدم تنش) و ۱۶ روز یکبار (تنش کم‌آبیاری) به عنوان فاکتور اصلی و ۳ سطح اسید آسکوربیک (صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار) و ۳ سطح سدیم نیتروپروساید (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار) به عنوان فاکتورهای فرعی در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در اردیبهشت ماه با دست و در عمق ۲ سانتی‌متری انجام گرفت. بذر مورد استفاده، رقم گلدشت بود. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. پس از استقرار کامل بوته‌ها اقدام به اعمال تیمارهای تنش کم‌آبیاری گردید (صدیق و همکاران[7]، ۲۰۰۰).

7- Siddique *et al*.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک	مقدار	واحد اندازه گیری
درصد اشباع	۳۳/۲	درصد
هدایت الکتریکی	۱/۲	دسی‌زیمنس بر متر
اسیدیته گل اشباع	۸/۰۵	–
درصد مواد خنثی شونده	۲۵/۵	درصد
کربن آلی	۰/۵۹	درصد
ازت کل	۰/۱۰۵	درصد
فسفر قابل جذب	۴۴/۵	پی‌پی‌ام
پتاسیم قابل جذب	۲۲۱/۰	پی‌پی‌ام
رس	۳۴	درصد
لای	۵۰/۰	درصد
شن	۱۶/۰	درصد
درصد رطوبت	۲/۳	درصد
نسبت جذب سدیم	۱/۸	–
مجموع کاتیون‌ها	۷۴/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
Na^{+}	۱۰/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
Mg^{2+}	۱۲/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
Ca^{2+}	۵۲/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
مجموع آنیون‌ها	۷۳/۲	میلی‌اکی‌والان در لیتر
SO_4^{2-}	۳۸/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
Cl^{-}	۳۰/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
HCO_3^{-}	۵/۲	میلی‌اکی‌والان در لیتر
CO_3^{-}	۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر

اولین و دومین محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید به ترتیب در ۶۳ و ۷۰ روز بعد از کاشت و در مورد اسید آسکوربیک در ۶۵ و ۷۲ روز بعد از کاشت (همزمان با شروع گلدهی) صورت پذیرفت (علی‌نقی‌زاده[1]، ۲۰۰۹). محلول‌پاشی‌ها در بعد از ظهر و در هوای صاف و ملایم اعمال شد. طوری که برگ‌های گیاه کاملاً خیس شدند. به منظور بهبود جذب برگی اسید آسکوربیک و سدیم نیتروپروساید، از تریتون X_{100} با غلظت ۰/۰۱ درصد به عنوان روکنشگر[2] استفاده شد. سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از کاغذ شطرنجی در ۸۷ روز پس از کاشت روی ۵ بوته نمونه‌گیری شده، تعیین شد. در ۸۴ روز پس از کاشت به‌طور تصادفی ۵ گیاه از هر کرت انتخاب شد و از قسمت یک سوم بالایی (عباس‌زاده و همکاران[3]، ۲۰۰۷) کانوپی برگ‌های همسن برداشت گردیدند و به وسیله یخدان به آزمایشگاه منتقل شدند. از نمونه‌ها دیسک برگی تهیه شد و مقدار ۰/۱ گرم از آن درون فالکون تیوپ قرار گرفت و ۱۰ میلی لیتر آب مقطر روی آن‌ها ریخته شد. فالکون تیوپ‌ها به مدت ۱۵ دقیقه درون اتوکلاو در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. به طور مشابه یکسری دیگر نمونه در فالکون تیوپ قرار گرفتند و به مدت نیم ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها از آون و اتوکلاو خارج شده و در محیط آزمایشگاه قرار گرفتند تا دمای آن به ۲۵ درجه سانتی‌گراد برسد. سپس EC مربوط به هر فالکون تیوپ اندازه‌گیری شد و در نهایت با استفاده از رابطه ۱ شاخص پایداری غشاء محاسبه گردید (بن حامد و همکاران[4]، ۲۰۰۷).

(رابطه ۱)

$$\text{شاخص پایداری غشای پلاسمایی} = (1 - c_1/c_2) * 100$$

در این رابطه c_1 و c_2 به ترتیب مقدار Ec در دمای ۴۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئید با استفاده از روش بدون لهیدگی صورت گرفت. نمونه‌های برگی (۰/۵ گرم) در ۵ میلی‌لیتر از دی متیل سولفوکسید، در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴ ساعت قرار داده شدند. سپس با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، مقدار کلروفیل تعیین شد. میزان جذب در طول موج‌های ۶۶۵، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر ثبت گردید. سپس با استفاده از روابط ۲ تا ۴ میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید محاسبه گردید. (پروچازکا و همکاران[5]، ۱۹۹۸).

1- Alinaghizadeh
2- Surfactant
3- Abbas-Zade *et al*.
4- Ben hamed *et al.*
5- Prochazka *et al*.

www.SID.ir

Archive of SID

(رابطه ۲)

$$Chl_a = (12.19\ A665) - (3.45\ A645)$$

(رابطه ۳)

$$Chl_b = (21.99\ A645 - 5.32\ A665)$$

(رابطه ۴)

$$Carotenoeid = (1000A470 - 2.14\ Chl\ a - 70.16\ Chl\ b) / 22$$

۱۱۲ روز بعد از کاشت (همزمان با رسیدگی فیزیولوژیک) تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت برداشت شد و سایر صفات شامل ماده خشک کل، ارتفاع ساقه، تعداد شاخه فرعی و عملکرد دانه اندازه‌گیری گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTATC انجام گرفت. جهت مقایسه میانگین داده‌ها از روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

نتایج نشان داد ۸ روز تأخیر در آبیاری موجب کاهش ۳۰/۷۷ درصدی شاخص سطح برگ گردید (جدول ۲). کاربرد سطح دوم و سوم سدیم نیتروپروساید به ترتیب موجب افزایش ۱۲/۶۹ و ۱۸/۷۵ درصدی شاخص سطح برگ گردید (جدول ۲).

تنش خشکی به واسطه زرد شدن و ریزش زود هنگام برگ‌های پایین کانوپی گیاه و کاهش اندازه و تولید برگ‌های جدید موجب کاهش شاخص سطح برگ در کانوپی گلرنگ می‌گردد (ساجدی و اردکانی[1]، ۲۰۰۸). چنین نتیجه‌گیری شده است که تولید و گسترش برگ به تنش کم‌آبی حساسیت زیادی دارد (حمیدی، ۲۰۰۰). برگ‌های توسعه یافته در شرایط کمبود آب معمولاً کوچک‌ترند. تنش خشکی از طریق کاهش تولید و رشد برگ‌ها و افزایش پیری آن‌ها شاخص سطح برگ را کاهش می‌دهد (کاکیر[2]، ۲۰۰۴). اثر حفاظتی سدیم نیتروپروساید بر حفظ و افزایش کلروفیل و سبزینگی برگ و تاثیر آن بر دسترس بودن آهن، بر اثر مثبت آن بر تولید بیشتر برگ به خصوص در شرایط تنش دلالت دارد (فاروق و همکاران[3]، ۲۰۰۹).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر تنش کم‌آبیاری، محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید و اسید آسکوربیک

تیمار		شاخص سطح برگ	شاخص پایداری غشا (درصد)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	نسبت کلروفیل a به b	کاروتنوئید (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	عملکرد دانه (تن در هکتار)
تنش کم‌آبیاری	۸	۱/۵۵۶^{a}	۲۶/۵۴^{a}	۰/۶۴^{a}	۰/۵۱^{a}	۱/۳۸^{a}	۰/۲۸^{a}	۴۲/۷۹^{a}	۱۰/۴۸^{a}	۳/۶۶^{a}
(روز)	۱۶	۱/۰۸^{b}	۲۴/۲۵^{b}	۰/۵۱^{b}	۰/۵۴^{a}	۰/۹۷^{a}	۰/۲۱^{a}	۴۱/۰۷^{a}	۹/۷۴^{a}	۲/۸۶^{a}
سدیم	صفر	۱/۱۷^{b}	۲۳/۵۵^{b}	۰/۵۶^{a}	۰/۴۷^{a}	۱/۳۵^{a}	۰/۲۳^{a}	۴۱/۷۲^{a}	۱۰/۲۷^{a}	۳/۱۹^{b}
نیتروپروساید	۵۰	۱/۳۴^{a}	۲۳/۴۶^{b}	۰/۵۹^{a}	۰/۵۵^{a}	۱/۱۱^{b}	۰/۲۵^{a}	۴۲/۰۳^{a}	۱۰/۰۰^{a}	۲/۹۹^{b}
(میکرو مولار)	۱۰۰	۱/۴۴^{a}	۲۹/۱۷^{a}	۰/۵۷^{a}	۰/۵۵^{a}	۱/۰۷^{b}	۰/۲۵^{a}	۴۲/۰۳^{a}	۱۰/۰۵^{a}	۳/۶۱^{a}
	صفر	۱/۳۳^{a}	۲۸/۰۸^{a}	۰/۵۵^{b}	۰/۴۹^{a}	۱/۲۶^{a}	۰/۲۲^{b}	۴۱/۹۶^{a}	۱۰/۵۰^{a}	۳/۰۷۰^{a}
اسید آسکوربیک (میلی مولار)	۱۰	۱/۳۷^{a}	۲۶/۸۰^{a}	۰/۵۶^{b}	۰/۵۵^{a}	۱/۰۵^{a}	۰/۲۷^{a}	۴۲/۳۲^{a}	۹/۹۴^{a}	۳/۳۶۶^{a}
	۲۰	۱/۲۵^{a}	۲۱/۲۹^{b}	۰/۶۱^{a}	۰/۵۳^{a}	۱/۱۸^{a}	۰/۲۳^{b}	۴۱/۵۰^{a}	۹/۸۸^{a}	۳/۳۶۱^{a}

اختلاف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، معنی‌دار نمی‌باشد.

1- Sajedi & Ardekani
2- Cakir
3- Farooq *et al.*

www.SID.ir

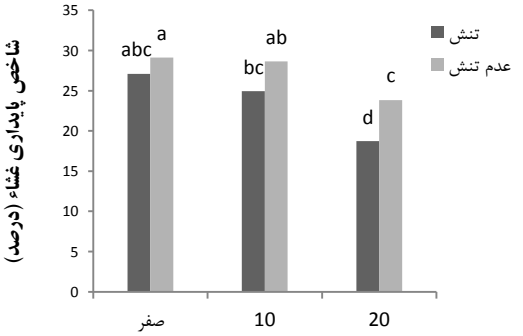
Archive of SID

الکترولیت‌ها شود و در نتیجه شاخص پایداری غشا با کاربرد اسید آسکوربیک افزایش پیدا نکرد.

شاخص پایداری غشاء

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که شاخص پایداری غشاء در اثر تنش کم‌آبی بیش از ۲ درصد کاهش یافت (جدول ۲ و شکل ۱) و بر خلاف انتظار افزایش غلظت اسید آسکوربیک موجب کاهش شاخص پایداری غشاء در هر دو شرایط تنش و عدم تنش شد.

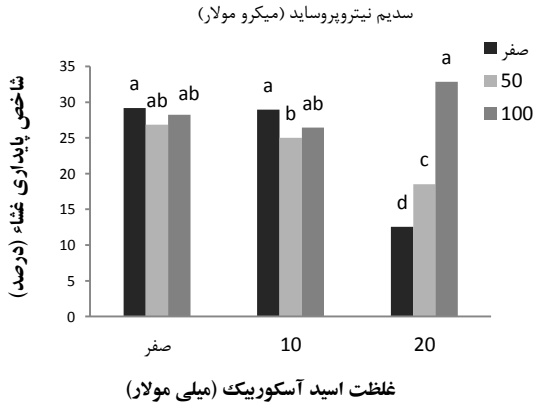
کاهش پایداری غشای سلولی غالباً با کاهش محتوای نسبی آب برگ و کاهش میزان پتاسیم سلول‌ها همراه است و افزایش درصد آسیب سلولی احتمالاً به دلیل کاهش درصد آب در ساختمان غشای سلولی است زیرا ۳۰ تا ۵۰ درصد ساختمان غشاء را آب تشکیل می‌دهد (حمیدی[1]، ۲۰۰۰).



شکل ۱- مقایسه میانگین شاخص پایداری غشاء تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از سطوح مختلف تنش کم‌آبیاری و غلظت‌های مختلف اسید آسکوربیک

نتایج نشان داد که کمترین میزان شاخص پایداری مربوط به ترکیب تیماری عدم استفاده از سدیم نیتروپروساید همزمان با کاربرد ۲۰ میلی مولار اسید آسکوربیک (معادل ۱۲/۵۴ درصد) بود (شکل ۲).

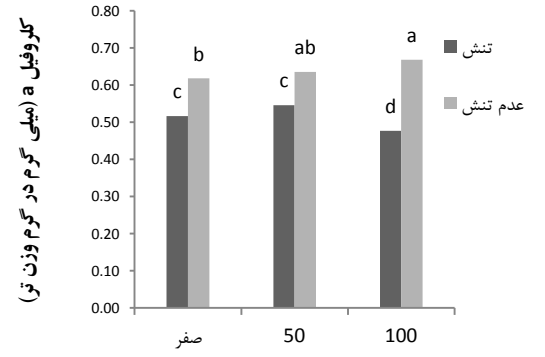
اسید آسکوربیک بر این صفت، تاثیر متفاوتی داشت. اسید آسکوربیک یک تنظیم کننده رشد است که مقادیر زیاد و کم آن، اثرات متفاوتی بر رشد گیاه و فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه دارد. مقادیر استفاده شده از این ماده در این تحقیق نتوانست از صدمه به اسیدهای چرب غیراشباع جلوگیری کند. این ماده نتوانست مانع نشت الکترولیت ها شود و در نتیجه شاخص پایداری غشا با کاربرد اسید آسکوربیک افزایش پیدا نکرد.



شکل ۲- مقایسه میانگین شاخص پایداری غشاء تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید و اسید آسکوربیک

کلروفیل a

در شکل ۳ و جدول ۲ مشاهده می‌گردد که به‌طور کلی میزان کلروفیل a در شرایط تنش حدود ۲۰/۳۱ درصد کمتر از شرایط عدم تنش بود.



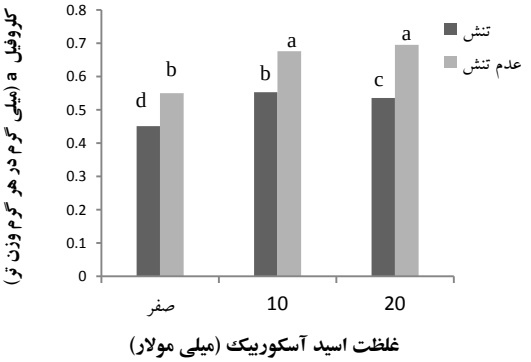
شکل ۳- مقایسه میانگین میزان کلروفیل a تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از سطوح مختلف تنش کم‌آبیاری و غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید

1- Hamidi

www.SID.ir

Archive of SID

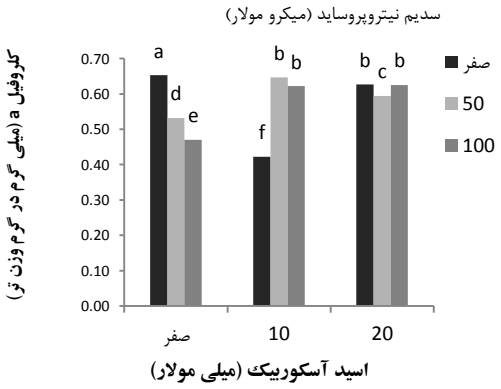
تیمار عدم تنش با کاربرد ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار اسید آسکوربیک بیشترین میزان کلروفیل a را به خود اختصاص دادند (شکل ۴).



شکل ٤- مقایسه میانگین میزان کلروفیل a تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم‌آبیاری و غلظت‌های مختلف اسید آسکوربیک

در کاربرد همزمان سدیم نیتروپروساید و اسید آسکوربیک نیز نتایج نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به عدم کاربرد این دو ماده بود (شکل ۵). کلروفیل a مرکز واکنش فتوسیستم‌های I و II را تشکیل می‌دهد. لذا افزایش مقدار آن تقویت سیستم فتوسنتزی گیاه را به دنبال خواهد داشت. تنش خشکی سبب افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در کلروپلاست شده و تخریب مولکول کلروفیل و غشای کلروپلاست را در پی دارد که منجر به کاهش فتوسنتز و رشد می‌گردد. در گیاهان تنش دیده کاهش معنی‌داری در محتوای کلروفیل a دیده شد. در چنین شرایطی مولکول کلروفیل به یک عامل فتودینامیک برای کاهش اثر مخرب نیاز دارد در غیر این صورت تخریب کلروفیل توسط گونه‌های فعال اکسیژن افزایش می‌یابد. هم‌چنین تخریب مولکول کلروفیل به وسیله جدا شدن زنجیره فیتولی از حلقه پورفیرین در اثر رادیکال‌های آزاد اکسیژن و یا آنزیم کلروفیلاز صورت می‌گیرد (بندتی و آرود[1]، ۲۰۰۲). شئوکاند و همکاران[2] (۲۰۰۸) گزارش کردند که سدیم نیتروپروساید میزان کلروفیل را در گیاهان نخود تحت تنش کاهش داده است. اسید آسکوربیک که توانایی جارو نمودن[3] H_2O_2 را دارا می‌باشد، می‌تواند از بسته شدن روزنه‌ها به واسطه افزایش H_2O_2 جلوگیری نماید و هم‌چنین از آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از تجمع انواع گونه‌های اکسیژن‌های فعال بر آنزیم‌های چرخه کالوین بکاهد. بنابراین اسید آسکوربیک سبب بهبود فتوسنتز می‌شود (دولت آبادیان و همکاران[4]، ۲۰۰۹).

دولت آبادیان و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش میزان کلروفیل در ذرت می‌شود و اسید آسکوربیک به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی از تخریب کلروفیل جلوگیری کرده و به‌طور غیر مستقیم موجب افزایش آن می‌شود.



شکل ٥- مقایسه میانگین میزان کلروفیل a تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید و اسید آسکوربیک

کلروفیل b

در گیاهانی که سدیم نیتروپروساید دریافت نکردند میزان کلروفیل b در شرایط عدم تنش کمتر از شرایط تنش بود و در بین ۶ ترکیب تیماری مورد مقایسه مقدار پایینی را به خود اختصاص داد (شکل ۶). نقش کلروفیل

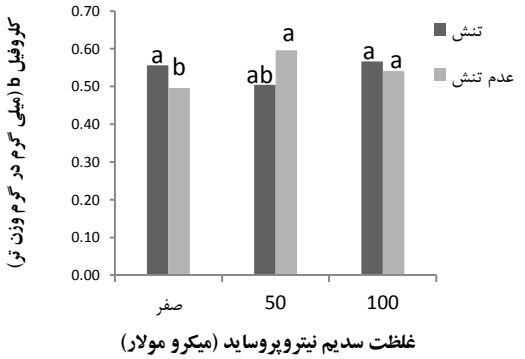
1- Benedetti & Arrud

2- Sheokand *et al*.
3- Scanenger *et al*.
4- Dolatabadian *et al*.

www.SID.ir

Archive of SID

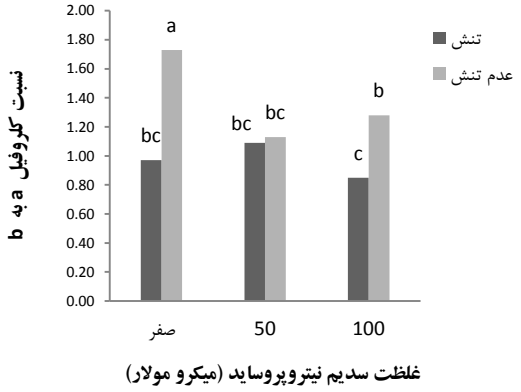
b در سیستم فتوسنتزی گیاه دریافت نور در کمپلکس برداشت نور و انتقال به کلروفیل a است. در شرایط عدم تنش به واسطه فراهم بودن سطح برگ بیشتر احساس نیاز گیاه به تقویت کمپلکس برداشت نور کمتر است و این می‌تواند دلیلی برای کمتر بودن کلروفیل b در شرایط عدم تنش باشد (شئوکاند و همکاران، ۲۰۰۸). البته همان‌گونه که مشاهده شد سدیم نیتروپروساید نقش مؤثری در بهبود کمپلکس برداشت نور ایفا کرد. محققان گزارش کردند کاربرد سدیم نیتروپروساید سبب افزایش کلروفیل b در گیاه پنبه شده است (مگدی و همکاران[1]، ۲۰۱۲).



شکل ٦- مقایسه میانگین میزان کلروفیل b تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از سطوح مختلف تنش کم‌آبیاری و غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید

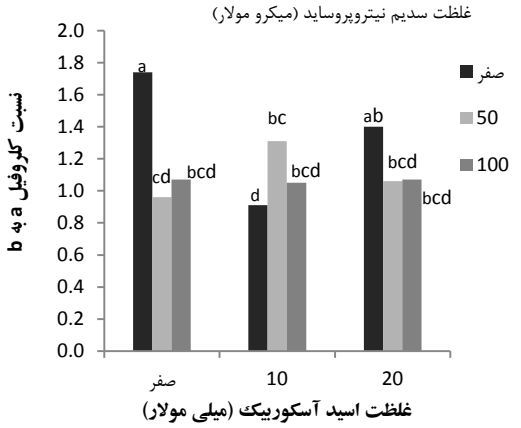
نسبت کلروفیل a به b

کاربرد سدیم نیتروپروساید در شرایط عدم تنش موجب کاهش این صفت گردید (شکل ۷). آنتولین و همکاران[2] (۱۹۹۵) گزارش کردند نسبت کلروفیل a به کلروفیل b در شرایط تنش افزایش می‌یابد. می‌توان این‌گونه استنباط کرد که بالا بودن این نسبت به مفهوم تقویت مرکز واکنش فتوسیستم‌ها و پایین بودن آن نشان دهنده تقویت کمپلکس برداشت نور یا شاید تضعیف مراکز واکنش در سیستم فتوسنتزی گیاه است (نایار و گوپتا[3]، ۲۰۰۶).



شکل ۷- مقایسه میانگین نسبت کلروفیل a به b تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم‌آبیاری و غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید

شکل ۸ بیانگر این است که در بین ترکیبات تیماری حاصل از سدیم نیتروپروساید و اسید آسکوربیک، بیشترین نسبت کلروفیل a به b مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد هر دو ماده) بود (شکل ۸).



شکل ۸- مقایسه میانگین نسبت کلروفیل a به b تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید و اسید آسکوربیک

کاروتنوئید

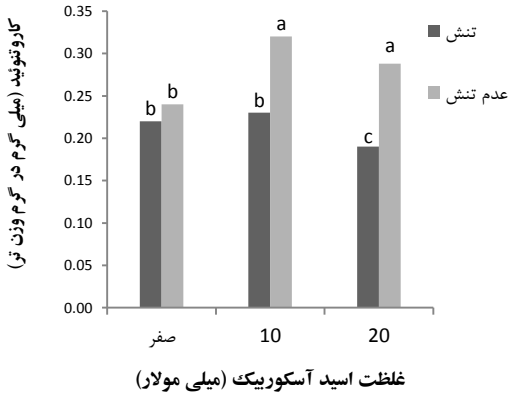
کمترین میزان کاروتنوئید مربوط به ترکیب تیماری

1- Magdy *et al*.
2- Antolin *et al*.
3- Nayyar & Gupta

www.SID.ir

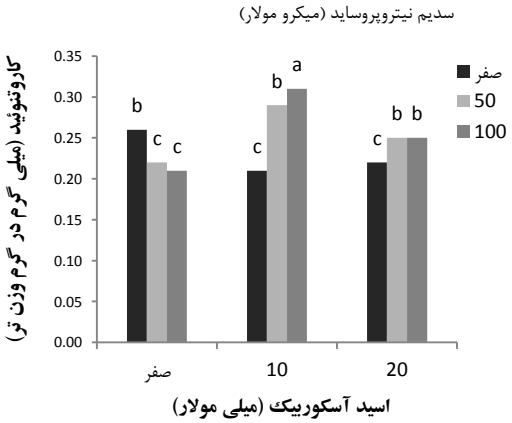
Archive of SID

تنش به همراه کاربرد ۲۰ میلی‌مولار اسید آسکوربیک بود (شکل ۹). نتایج مقایسه میانگین کاربرد همزمان سدیم نیتروپروساید و اسید آسکوربیک نشان داد که محلول‌پاشی سدیم نیتروپروساید و اسید آسکوربیک به تنهایی در هر دو غلظت، کاروتنوئید را کاهش داد. در حالی که توأم شدن آن‌ها با یکدیگر این اثر منفی را خنثی کرد (شکل ۱۰). این در حالی است که امین و همکاران[1] (۲۰۰۸) گزارش کردند که اسید آسکوربیک نقش مؤثری در افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها در گندم داشت. مشابه این تحقیق توسط عبدل واحد و همکاران[2] (۲۰۰۶) در ذرت، سالم و همکاران[3] (۲۰۰۰) در چغندرقند، هانا و همکاران[4] (۲۰۰۱) در گندم و ال گاباس[5] (۲۰۰۶) در آفتابگردان گزارش شد.



شکل ۹- مقایسه میانگین میزان کاروتنوئید تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از سطوح مختلف تنش کم‌آبیاری و غلظت‌های مختلف اسید آسکوربیک

در این بررسی مقدار کاروتنوئید در شرایط تنش کاهش یافت. گزارش شده است که کاهش مقدار کاروتنوئید در شرایط تنش نیز به علت تجزیه بتاکاروتن و تشکیل زئازانتین در چرخه زانتوفیل می‌باشد (کویرو[6]، ۲۰۰۶). محققان گزارش کردند که تنش موجب کاهش رنگیزه‌ها به واسطه افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن است که این رادیکال‌های آزاد سبب پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه رنگیزه‌ها می‌شود (شارما و همکاران[7]، ۲۰۰۶). در تحقیق حاضر کاربرد سدیم نیتروپروساید همراه با اسید آسکوربیک تاثیر مثبتی بر این صفت داشته است. در این مورد به نظر می‌رسد که اثر کاربرد همزمان این دو ماده به واکنش قویتر این دو ماده با گونه‌های اکسیژن فعال بر می‌گردد، زیرا رادیکال‌های آزاد اکسیژن اصلی‌ترین عاملی هستند که در شرایط تنش موجب خسارت و شکستن رنگیزه‌های فتوسنتزی و پروتئین‌های ساختاری دستگاه فتوسنتزی می‌شوند، لذا استفاده همزمان از این دو ماده توانسته است از کاهش میزان کاروتنوئید بر اثر رادیکال‌های آزاد اکسیژن جلوگیری کند.



شکل ۱۰- مقایسه میانگین میزان کاروتنوئید تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید و اسید آسکوربیک

ارتفاع ساقه

ارتفاع ساقه از هیچ یک از منابع تغییر تأثیر نپذیرفت (جدول ۲).

1- Amin *et al*.
2- Abdel Wahed *et al*.
3- Salem *et al*.
4- Hanna *et al*.
5- El Gabas

6- Koyro
7- Sharma *et al*.

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد شاخه فرعی

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس صفت تعداد شاخه فرعی در بوته تحت تأثیر هیچ یک از تیمارها قرار نگرفت (جدول ۲).

عملکرد دانه

تجزیه واریانس نشان داد که از بین منابع تغییر تنها محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲). استفاده از سطح سوم سدیم نیتروپروساید (۱۰۰ میکرومولار) موجب افزایش معنی‌دار عملکرد گردید به‌طوری که عملکرد به‌دست آمده در این سطح از سدیم نیتروپروساید ۴۲۰ کیلوگرم در هکتار معادل ۱۳/۲ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود (جدول ۲). بهبود در رشد و عملکرد در اثر کاربرد سدیم نیتروپروساید می‌تواند ناشی از حفظ محتوای رطوبیت نسبی برگ و کاهش گونه‌های فعال اکسیژن به ویژه پراکسید هیدروژن (تیان و لی[1]، ۲۰۰۶) و بهبود سیستم آنزیمی گیاه (شئوکاند و همکاران، ۲۰۱۰) باشد. به عقیده کافی و رستمی[2] (۲۰۰۸) کمبود آب و بروز تنش خشکی در محیط رشد گلرنگ موجب کاهش اندازه گیاه، تغییر رنگ برگ‌ها، کم شدن دوام سطح برگ‌ها و کاهش عملکرد می‌شود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، مصرف سدیم نیتروپروساید در وضعیت تنش با بهبود اثر تنش کم‌آبی و تأثیر مثبت بر اجزای عملکرد (وزن هزار دانه، تعداد دانه درطبق و تعداد طبق در بوته)، در نهایت سبب حفظ عملکرد دانه گردید. بهبود در رشد و عملکرد می‌تواند ناشی از حفظ محتوای رطوبت نسبی برگ و کاهش محتوای پراکسید هیدروژن تولید شده و بهبود سیستم آنزیمی گیاه در اثر کاربرد سدیم نیتروپروساید باشد (شئوکاند و همکاران، ۲۰۱۰).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق سدیم نیتروپروساید سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گردید. می‌توان نتیجه گرفت که سدیم نیتروپروساید تاحد زیادی آثار مضر حاصل از تنش کمبود آب را در گیاه گلرنگ کاهش داد و سبب بهبود رشد گیاه در شرایط تنش گردید. لذا در محدوده نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان محلول‌پاشی این ماده را روی گیاهان گلرنگ تنش دیده به عنوان عاملی برای کاهش شدت تنش و به دنبال آن افزایش عملکرد پیشنهاد نمود.

منابع

1. Abbas-Zade, B., Sharifi Ashour-Abadi, A., Lebaschi, M.H., Naderi Haji-Bagher Kandi, M., and Maghdami, F. 2007. Effect of drought stress on proline, soluble sugars, chlorophyll and relative water content of Carthamus tinctorius L. Journal Res Aroma Plants Iran, 23(4): 504-513.
2. Abdel Wahed, M.S.A., Amin, A.A., and El Rashad, S.M. 2006. Physiological effect of some bioregulators on vegetative growth, yield and chemical constituents of yellow maize plants. World Journal Agric Sci 2(2): 149-155.
3. Alinaghizadeh, M. 2009. Effect of sowing date on growth, yield and yield components of different spring safflower (Carthamus tinctorius L.) cultivars as

1- Tian and Li
2- Kafi & Rostami

www.SID.ir

Archive of SID

double crop in Yasouj. M.Sc. Thesis in Agronomy, Faculty of Agriculture Yasouj University, 90 P.

4. Amin, A.A., Rashad, E.M., and Gharib, A.E. 2008. Changes in morphological, physiological and reproductive characters of Wheat plants as affected by foliar application with Salicylic acid and Ascorbic acid. Aust. Journal of Basic, and Appli Sci, 2(2): 252-261.

5. Ben Hamed, K., Castagna, A., Salem, E., Ranieri, A., and Abdelly, C. 2007. Sea fennel (Crithmum maritimum L.) under salinity conditions: a comparison of leaf and root antioxidant responses. Plant Growth Regulation, 53: 185-194.

6. Benedetti, C.E., and Arrud, P. 2002. Altering the expression of the chlorophylls gene ATHCOR1 in transgenic Arabidopsis caused changes in the chlorophyll-to-chlorophyllide ratio. Plant Physiol, 128: 1255-1263.

7. Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different developmental stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research, 89: 1-16.

8. Conklin, P.L., and Barth, C. 2004. Ascorbic acid, a familiar small molecule intertwined in the response of plants to ozone, pathogens, and the onset of senescence. Plant and Cell and Environ, 27: 959-971.

9. Del Rio, L.A., Corpas, F.J., and Barroso, J.B. 2004. Nitric oxide and nitric oxide synthase activity in plants. Phytochem, 65: 783-792.

10. 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. Not Sci Biol, 2(3): 45-50.

11. El Gabas, N.M.M. 2006. Physiological studies on the effect of ascorbic acid and micronutrients on sunflower plants grown under salinity stress. Sci A1-Azar Univ.

12. Estill, K., Delaney, R.H., Smith, W.K., and Ditterline, R.L. 1991. Water relation and productivity of alp alpha leaf chlorophyll variants. Crop Sci, 31: 1229-1233.

13. Hamidi, S. 2000. Evaluation of late corn hybrids under drought stress conditions in the grain filling stage, using in-dictators of drought tolerance and path analysis. MS thesis, Faculty of Agriculture, Mazandaran University, 155 P.

14. Hanna, F.R., Abdo, F.A. and Anton, N.A. 2001. Response of wheat plant to foliar application with ascorbic acid copper and boron. Journal Agric Sci Mansoura Univ, 26(10): 5971-5983.

15. Kafi, M., and Mahdavi damghani, A. 2002. Mechanisms of environmental stress resistance in plants. Frowsy University of Mashhad Publication, 468 P.

16. Kafi, M., and Rostami, M. 2008. Effect of drought stress in reproductive growth stage on yield and components yield and oil content three safflower cultivars in irrigation with salty water conditions, Iran. Agron. Res, 5(1): 121-131.

17. Khaje poor, M. 2007. Industrial Plant. Publications of Esfahan University of

www.SID.ir

Archive of SID

Technology, 580 P.

18. Koyro, H.W. 2006. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of potential cash crop halophyte Plantago coronopus (L.). Environ Exp Bot, 56: 136-149.

19. Magdy, A.S., Hazem, M.M., Alia, A.M., and Alshaima, A.I. 2012. Effect of sodium nitroprusside, putrescine and glycine betaine on alleviation of drought stress in cotton plant. American Eurasian. Journal Agric Environ Sci, 12(9): 1252-1265.

20. Nayyar, H., and Gupta, D. 2006. Differential sensitivity of C_3 and C_4 plants to water deficit stress. Association with oxidative stress and antioxidants. Environ and Exp Bot, 58: 106-113.

21. Neill, S., Barros, R., Bright, J., Desikan, R., Hancock, J., Harrisan, J., Morris, P., Ribeiro, D., and Wilson, I. 2008. Nitric oxide, stomatal closure, and abiotic stress. Journal Exp Bot, 59: 165-176.

22. Prochazka, S., Machaackova, I., Kreekule, J., and Sebanek, J. 1998. Plant physiology. Academia Praha, 484 P.

23. Saini, H.S., and Wetgate, M.E. 2000. Reproductive development in grain crops during drought. Adv In Agron, 68: 59-96.

24. Sajedi, N., and Ardekani, A. 2008. Effect of nitrogen fertilizer, iron on the physiological indices forage maize in central provinces. Iranian Studies J of Agron, 6(1): 99-110.

25. Salem, H.M., Abdel Rahman, S., and Mohamed, S.I. 2000. Response of sugar beet plants to boron and ascorbic acid under field conditions. Journal Fac Educ Ain Shams Univ, 48:1-20.

26. Sharma, R. K., and M. Agrawel. 2006. Single and combined effects of cadmium and zinc on carrots: uptake and bioaccumulation. Journal of Plant Nutrition. 31: 19-34.

27. Sheokand, S., Bhankar, V., and Sawhney, V. 2010. Ameliorative effect of exogenous nitric oxide on oxidative metabolism in NACl treated chickpea plants. Brazilian Society of Plant Physiology, 22: 81-90.

28. Sheokand, S., Kumari, A., and Sawhney, V. 2008. Effect of nitric oxide and putrescence on ant oxidative responses under NaCl stress in chickpea plants. Physiol and Molecular Biol of Plants, 14(4): 355-362.

29. Shigeoka, S., Ishikawa, T., Tami, M., and Miagawa, Y. 2002. Regulation and function of ascorbic peroxidase isoenzymes. J of Exp Bot, 53(372): 1305-1319.

30. Siddique, M.R.B., Hamid, A., and Islam, M.S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Bot Bull Acad. Sin, 41: 35-39.

31. Smirnoff, N. 2005. Ascorbate, tocopherol and carotenoids: metabolism, pathway engineering and function. in: N. Smirnoff (ed.). Antioxidants and reactive oxygen species in plants. Blackwell Publishing Ltd, Oxford. UK, 53-86.

www.SID.ir

Archive of SID

32. Tian, X.R., and Lei, Y.B. 2007. Physiological Responses of wheat Seedling to Drought and UV-B Radiation. Effect of exogenous Sodium Nitroprusside Application. Russian Journal of Plant Physiology, 54: 763-769.

www.SID.ir