به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۹ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۶
صفحه‌های ۳۴۶-۳۳۵

اثر سدیم نیتروپروساید بر تحمل به خشکی چچم چندساله در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه دانهال

رضا محمدی[۱]، مسعود ارغوانی[۲]*، سید نجم‌الدین مرتضوی[۳] و میترا اعلایی[۳]

۱. دانش‌آموخته 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.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۱/۱۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۰۵

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی چمن چچم چندساله (*Lolium perenne* L.) در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه دانهال به تنش خشکی و کاربرد سدیم نیتروپروساید (رها کننده نیتریک اکساید) در سال ۱۳۹۴ در گروه علوم باغبانی دانشگاه زنجان انجام شد. بذور چمن به مدت شش ساعت در محلول‌های صفر (آب مقطر)، ۲۰۰، ۴۰۰، و ۶۰۰ مایکرومولار سدیم نیتروپروساید خیسانده شدند و جهت اعمال تنش خشکی، جوانه‌زنی و رشد اولیه دانهال در پتانسیل‌های اسمزی صفر (آب مقطر)، ۱-، ۴- و ۸- بار با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ انجام شد. به طور کلی با کاهش پتانسیل آب محیط، درصد جوانهزنی بذرها، طول شاخساره و ریشه و میزان کلروفیل و کاروتنوئید برگها کاهش و نشت یونی افزایش یافت. کاربرد ۴۰۰ و ۶۰۰ مایکرومولار سدیم نیتروپروساید در تمامی صفات اثرات منفی تنش خشکی را بهبود بخشید. البته، در مورد صفت نشت یونی در تمام سطوح پتانسیل آب، تیمار ۶۰۰ مایکرومولار تفاوت معنیداری با تیمار شاهد نداشت، ولی تیمار ۴۰۰ مایکرو مولار نشت یونی را کاهش داد. میزان پرولین برگ‌ها با کاهش پتانسیل آب افزایش یافت و گیاهان تیمار شده با سدیم نیتروپروساید پرولین بیشتری نسبت به گیاهان تیمار نشده داشتند. در مجموع در بین غلظتهای سدیم نیتروپروساید مورد مطالعه، بهترین نتیجه در گیاهان تیمار شده با ۴۰۰ مایکرومولار سدیم نیتروپروساید به‌دست آمد.

کلیدواژه‌ها: بذر، پلی‌اتیلن گلایکول، چمن، فیزیولوژیک، مورفولوژیک.

* نویسنده مسئول Email: arghavani@znu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

با افزایش جمعیت و گسترش شهرها نیاز به گسترش فضای سبز نیز افزایش می‌یابد و چمن‌ها به‌عنوان مهمترین گیاهان پوششی بخش عمده فضای سبز شهری را شامل می‌شوند و کمتر گیاهی را می‌توان یافت که جایگزین چمن شود. همچنین، کاربرد چمن در زمینهای ورزشی بر اهمیت مطالعه آن افزوده است. کمبود آب شیرین از مهمترین چالشهای طبیعی پیش روی بشر در قرن بیست و یکم در بسیاری از مناطق دنیا از جمله ایران است [۸]. با توجه به اینکه چمن‌ها دارای بیشترین نیاز آبی در بین گیاهان زینتی می‌باشند، بالا بردن تحمل چمنها به کم‌آبی می‌تواند در حفظ و گسترش فضای سبز اهمیت زیادی داشته باشد [۲۱]. چچم چند ساله[1] گیاهی دائمی از تیره گندمیان است که در گروه چمنهای فصل سرد قرار دارد و از مهمترین چمنهای کشت شده در اکثر مناطق معتدل جهان از جمله ایران محسوب می‌شود. به جز ویژگی‌های ژنتیکی، عوامل مدیریتی از جمله سربرداری، تغذیه و کاربرد تنظیم کنندههای رشد میتوانند در مقاومت به خشکی چمنها موثر باشند [۱۸].

سدیم نیتروپروساید[2] یک ترکیب رها کننده نیتریک اکساید است. نیتریک اکساید امروزه به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد شبیه سایر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی طبقه‌بندی می‌شود. واکنش گیاهان به تنش‌های زنده و غیرزنده از طریق مکانیسم‌های دفاعی پیچیده صورت می‌گیرد، ازجمله این مکانیسم‌ها مسیر نیتریک اکساید است، بسیاری از پاسخ‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی نیتریک اکساید، بر اساس توانایی آن در نگهداری تعادل اکسایش کاهش درون سلولی و تنظیم سمیت انواع فعال اکسیژن است [۲۹]. نیتریک اکساید با افزایش بهره‌وری فتوشیمیایی و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتیاکسیدانت سبب کاهش اثرات منفی تنش شوری در گیاه برنج شده است [۴۴]. همچنین، در مطالعه‌ای روی دو گونه چمن نشان داده شد که کاربرد سدیم نیتروپروساید سبب کاهش نشت یونی، حفظ محتوای نسبی آب برگ و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتیاکسیدانت در شرایط تنش خشکی گردید [۱۶]. نیتریک اکساید به‌عنوان یک مولکول به شدت فعال و واکنشدار مؤثر در شکست خواب می‌تواند با گروه بزرگی از مولکول‌های مختلف اثر متقابل داشته باشد [۲۵].

جوانهزنی بذر معمولاً بحرانی ترین عامل تعیین کننده موفقیت یا شکست استقرار گیاه است [۶]. مراحل تندش و رشد اولیه دانهال در بررسی مقاومت به خشکی گیاهان اهمیت ویژهای دارد. این موضوع در مورد چمن‌ها اهمیت بسیار بیشتری دارد، چون در چمن‌ها تندش و رشد اولیه دانهال مراحل حیاتی برای استقرار چمن محسوب می‌شوند زیرا پایین بودن درصد تندش بذر سبب کاهش جمعیت گیاهی چمن می شود که اگر با سرعت کم تندش نیز همراه باشد، بذور علفهای هرز اجازه تندش و رشد خواهند یافت و موجب کاهش کیفیت چمن می‌شود [۱۸].

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی پاسخهای مورفوفیزیولوژیکی چمن چچم چندساله در اثر کاربرد سدیم نیتروپروساید در مراحل تندش و رشد اولیه دانهال می باشد و اینکه آیا می‌توان با استفاده از این ماده تحمل به خشکی این چمن را افزایش داد.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی پاسخهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی چچم چندساله در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه دانهال به تنش خشکی و کاربرد سدیم نیتروپروساید در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه گیاه‌شناسی گروه علوم باغبانی دانشگاه زنجان به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح

1. *Lolium perenne* L.
2. Sodium nitroprusside, SNP

Archive of SID
www.SID.ir

کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. پیش از شروع آزمایش بذور چچم چند ساله رقم رومئو[1] با هیپوکلریت سدیم دو درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی و سپس با آب مقطر شسته شدند. به‌منظور اعمال تیمارهای سدیم نیتروپروساید، محلولهای صفر (آب مقطر)، ۲۰۰، ۴۰۰، و ۶۰۰ مایکرومولار از این ماده تهیه شد و بذرها به مدت شش ساعت در این محلول‌ها خیسانده شدند. جهت اعمال تنش خشکی پتانسیل‌های اسمزی صفر (آب مقطر)، ۱-، ۴- و ۸- بار با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ ایجاد شد [۳۶]. تعداد ۱۰۰ عدد بذر داخل پتریدیش‌های ۹ سانتی متری حاوی کاغذ صافی واتمن شماره یک قرار داده شد و به هر پتریدیش ۱۰ میلی لیتر از محلول‌های پلی‌اتیلن گلایکول تهیه شده اضافه گردید. طی آزمایش، به‌منظور جلوگیری از تغییر پتانسیل در اثر تبخیر آب، پتری‌دیش‌ها هر روز وزن شدند و کاهش وزن با اضافه کردن آب مقطر جبران شد [۲۳]. پتری‌دیش‌ها در دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲±۲۵ درجه سانتی‌گراد و نور ۱۰۰۰ لوکس لامپ فلورسنت و دوره تاریکی ۸ ساعت به مدت ۱۴ روز نگهداری شدند. طی آزمایش، درصد جوانه زنی محاسبه شد. خروج ریشه‌چه مبنای تندش محسوب گردید. همچنین سرعت جوانه‌زنی با استفاده از رابطه (۱) به‌دست آمد.

$$GR = \Sigma N_x T_x / N_t \qquad (۱)$$

در این رابطه، GR برابر میانگین تعداد روز تا جوانه‌زنی است. N_x، تعداد بذرهای جوانه زده در روز x، T_x، زمان شروع آزمایش تا روز x، و N_t، تعداد کل بذرهای جوانه زده است [۱۰].

در انتهای آزمایش (روز پانزدهم) در هر واحد آزمایشی طول شاخساره و ریشه ده گیاه به‌صورت تصادفی اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها در نظر گرفته شد. پایداری غشای سلولی با استفاده از اندازه‌گیری نشت یونی از بافت برگها ارزیابی شد. به‌منظور محاسبه نشت یونی نمونه‌های برگی با آب مقطر شسته شده و در ۲۰ میلی لیتر آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر قرارداده شدند. سپس، هدایت الکتریکی محلول اندازه‌گیری شد. پس از آن لوله‌های آزمایش حاوی نمونه به مدت ۲۰ دقیقه در آب جوش قرارداده شدند و پس از سرد شدن در دمای اتاق، مجدداً هدایت الکتریکی محلول اندازه‌گیری شد. میزان نشت یونی به‌صورت درصد، از تقسیم هدایت الکتریکی اولیه بر هدایت الکتریکی سلولهای مرده محاسبه شد [۴۵].

جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل وکاروتنوئید کل، عصاره‌گیری از برگها با استون ۸۰ درصد انجام شد. سپس نمونه‌ها در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند. میزان جذب روشناور در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر اسپکتروفتومتر[2] قرائت شد. میزان کلروفیل‌های a و b و نیز کاروتنوئید کل با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد. کلروفیل کل از مجموع میزان کلروفیل‌های a و b به دست آمد [۳۳].

$$\text{Chlorophyll a} = (11.75\ A_{662\ nm}) - (2.35\ A_{645\ nm}) \qquad (۱)$$

$$\text{Chlorophyll b} = (18.61\ A_{645\ nm}) - (3.96\ A_{662\ nm}) \qquad (۲)$$

$$\text{Carotenoids} = [(100(D_{470\ nm}) - (2.27\ \text{Chlorophyll a}) - (81.4\ \text{Chlorophyll b})]\ /227 \qquad (۳)$$

برای اندازه‌گیری میزان پرولین، نمونه‌های برگ تازه با استفاده از نیتروژن مایع خرد شده و با ۲ میلی لیتر سولفوسالیسیلیک اسید[3] ۳ درصد هموژن گردید. پس از ۲۰ دقیقه سانتریفوژ با شدت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه، ۰/۵ میلی لیتر از روشناور به همراه ۲ میلی لیتر اسید نین هیدرین[4] و

1. Romeo

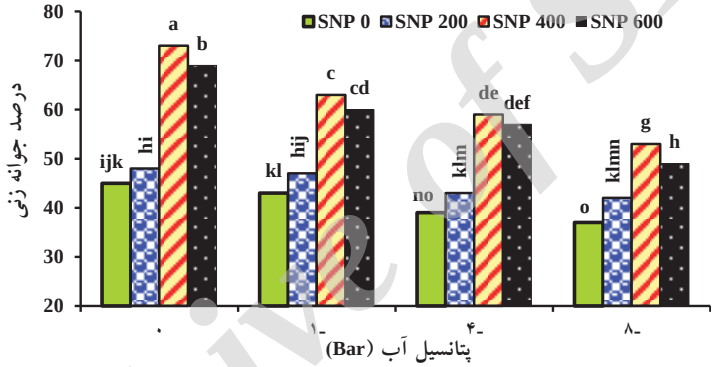
2. Spectrophotometer
3. Sulfosalicylic acid
4. Acid ninhydrin

Archive of SID
www.SID.ir

۲ میلی لیتر اسیداستیک به‌مدت یک ساعت داخل آب جوش قرار داده شد و واکنش در داخل یخ به پایان رسید. با اضافه کردن ۲ میلی لیتر تولوئن جذب مایع رنگی حاوی پرولین در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری و میزان پرولین با استفاده از منحنی های استاندارد پرولین محاسبه شد [۱۷]. آنالیز واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (9.1) و MSTATC انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵٪ استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

با کاهش پتانسیل آب، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. کاربرد ۴۰۰ و ۶۰۰ مایکرومولار سدیم نیتروپروساید در تمام سطوح پتانسیل آب سبب افزایش معنی‌دار و قابل توجه درصد جوانه‌زنی شد. غلظت ۴۰۰ مایکرومولار سدیم نیتروپروساید در پتانسیل‌های صفر و ۸- بار آب اثر بهتری نسبت به تیمار ۶۰۰ مایکرومولار داشت (شکل ۱). اثر تیمارهای مورد استفاده بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار نشد.



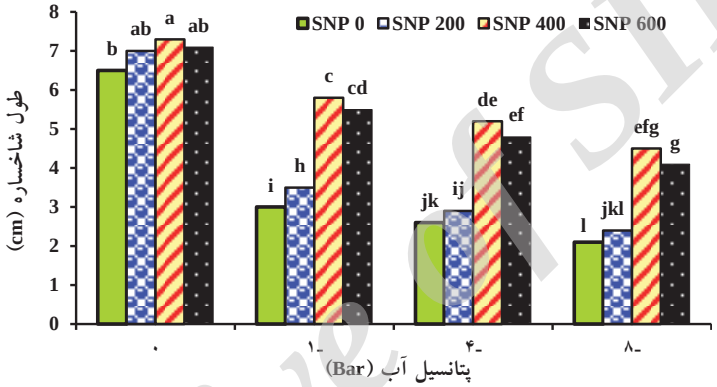
شکل ۱. برهمکنش پتانسیل آب و سدیم نیتروپروساید بر درصد جوانه‌زنی چچم چندساله.
میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند.

گیاهان در مرحله جوانه‌زنی و رشد بذرها حساسیت بیشتری به تنشهای محیطی از جمله شوری و خشکی دارند و کمبود آب در این مرحله بر حسب مدت و شدت تنش موجب عدم جوانه‌زنی و یا کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شود. کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در شرایط تنش خشکی می‌تواند ناشی از اثرات مستقیم تجزیه کندتر آندوسپرم لپه‌ها یا انتقال کندتر مواد تجزیه شده به گیاهچه باشد. کاهش پتانسیل آب ناشی از محلول پلی اتیلن گلایکول در گیاهان متعدد موجب کاهش پارامترهای جوانه‌زنی شده است [۱۵]. نیتریک اکساید به‌عنوان یک مولکول پیام رسان درون سلولی و برون سلولی شناخته شده است که در غلظتهای کم می‌تواند در تنظیم واکنشهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه مفید باشد [۳۸]، هر چند که در غلظتهای بالاتر می‌تواند اثر سمی داشته باشد [۳۰]. مشابه با یافته‌های آزمایش حاضر، اثر مثبت سدیم نیترو پروساید در افزایش جوانه‌زنی گیاه کاهو [۱۹] و آرابیدوپسیس [۳۲] نیز گزارش شده است. همچنین، در برخی از گونه‌های چمن کاربرد نیتریک اکساید سبب برطرف کردن رکود بذرها شده است [۴۲]. گزارش شده است که لایه آلورون در بذر محل تأثیر نیتریک اکساید است.

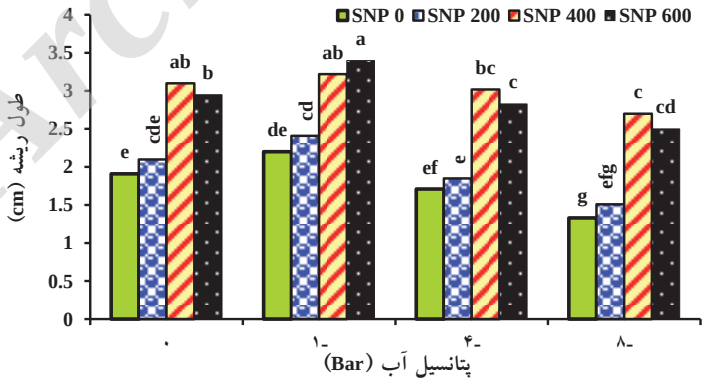
Archive of SID
www.SID.ir

در واقع نیتریک اکساید آنزیم‌های تجزیه کننده اسید ابسزیک را که سبب خفتگی بذر می‌شود را فعال می‌کند [۲۰]. در گندم کاربرد ۱۰۰ و ۵۰۰ مایکرومولار سدیم نیتروپروساید سبب افزایش جوانه‌زنی بذرها در شرایط تنش اسمزی ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول شد. و این اثر مثبت به‌دلیل اثر سدیم نیتروپروساید بر تنظیم تجریه ذخایر بذر بود. در واقع فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در بذور تیمار شده بیشتر بود و کاهش میزان نشاسته و افزایش قندهای محلول در اثر کاربرد سدیم نیتروپروساید مشاهده شد [۴۷].

نتایج این آزمایش نشان داد که با کاهش پتانسیل آب در محیط رشد بذرها، طول شاخساره کاهش یافت. کاربرد ۴۰۰ و ۶۰۰ مایکرومولار سدیم نیتروپروساید به‌طور معنی‌داری سبب افزایش طول شاخساره در شرایط تنش کم آبی شد. نتایج مشابهی در مورد طول ریشه به‌دست آمد با این تفاوت که به طور کلی کاهش پتانسیل آب تا حد ۱- بار رشد ریشه ها را کاهش نداد (شکل‌های ۲ و ۳).



شکل ۲. برهمکنش پتانسیل آب و سدیم نیتروپروساید بر طول شاخساره چچم چندساله.
میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند.

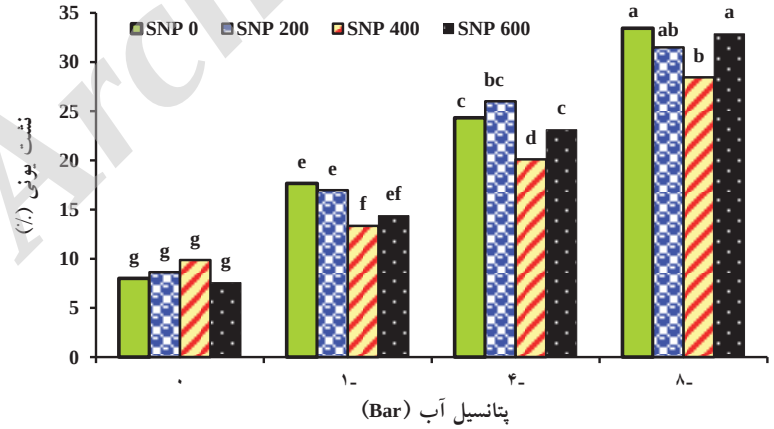


شکل ۳. برهمکنش پتانسیل آب و سدیم نیتروپروساید بر طول ریشه چچم چندساله.
میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Archive of SID
www.SID.ir

تنش خشکی می تواند بسیاری از جنبه های متابولیسم و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. کمبود آب با تأثیر بر آماس سلولی و باز و بسته شدن روزنه‌ها، می تواند فرآیند فتوسنتز، تنفس و تعرق را تحت تأثیر قرار داده و از طرف دیگر با تأثیر بر فرآیندهای آنزیمی که به طور مستقیم با پتانسیل آب کنترل می شوند، بر رشد گیاه اثر منفی بگذارد [۴۳]. کاهش طول ریشه و شاخساره در اثر تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول در گیاهان متعدد مشاهده شده است [۷، ۱۲، ۲۷، ۴۱]. همچنین، افزایش رشد ریشه و شاخساره در شرایط تنش خشکی در اثر کاربرد سدیم نیتروپروساید در چمنها و سایر گیاهان گزارش شده است [۲، ۱۶، ۲۶]. افزایش میزان رشد در اثر کاربرد سدیم نیتروپروساید در شرایط تنش ممکن است به دلیل اثر این ماده در افزایش میزان کلروفیل و در نتیجه فتوسنتز بیشتر باشد [۱۴ و ۳۵]. همچنین، گزارش شده است که سدیم نیتروپروساید سبب انگیزش تولید اکسین می شود که می‌تواند در افزایش طول ریشه و شاخساره اثر مستقیم داشته باشد [۳۹]. در شرایط تنش خشکی نیتریک اکساید به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان با بستن روزنه‌ها و کاهش تعرق و نیز افزایش توسعه ریشه‌های نابه‌جا، سبب افزایش محتوی آب سلول‌ها می‌شود و در افزایش طول ریشه و شاخساره تأثیر مثبت دارد [۴۶]. نقش سدیم نیتروپروساید بر طویل شدن ریشه و شاخساره ممکن است در ارتباط با اثر نیتریک اکساید بر فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده زایلوگلوکان‌ها باشد. زایلوگلوکان‌ها سبب اتصال سلولز و سایر پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی می‌شوند و تجزیه آن‌ها منجر به شل‌شدن دیواره شده و امکان افزایش حجم سلول و در نتیجه طویل شدن اندام را فراهم می‌سازد [۴۰].

در این پژوهش با کاهش پتانسیل آب نشت یونی سلول‌ها در شاخساره به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. کاربرد ۴۰۰ مایکرو مولار سدیم نیترو پروساید در هر سه سطح تنش خشکی سبب کاهش نشت یونی شد، ولی بین سایر سطوح سدیم نیترو پروساید و گیاهان تیمار نشده تفاوت معنی داری مشاهده نشد (شکل ۴).



شکل ۴- برهمکنش پتانسیل آب و سدیم نیتروپروساید بر نشت یونی برگ چچم چندساله.

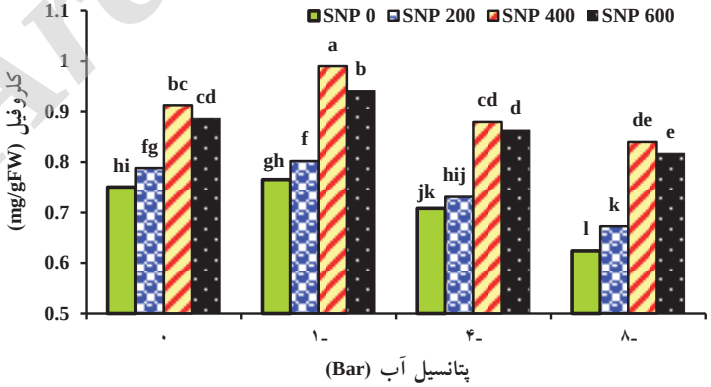
میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Archive of SID
www.SID.ir

در پژوهش‌های مرتبط با تنش‌های گیاهی، اندازه‌گیری نشت یونی به‌عنوان معیاری برای ارزیابی سلامت غشای سلولی انجام می‌شود. تنش خشکی با القای تنش اکسیداتیو و تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن، سبب پراکسیداسیون اسیدهای چرب غشاهای سلولی شده و نفوذپذیری غشاء و نشت یونی را افزایش می‌دهد. نتایج به‌دست آمده در این آزمایش که نشان‌دهنده افزایش نشت یونی در اثر تنش خشکی می‌باشد، مطابق با بسیاری از تحقیقات دیگر درمورد چمن‌ها و سایر محصولات است [۱۶ و ۲۴]. از طرف دیگر کاربرد سدیم نیتروپروساید می‌تواند با افزایش توان دفاع آنتی اکسیدانی گیاه خسارات ناشی از گونه‌های واکنش پذیر اکسیژن را کاهش دهد و بدین ترتیب پایداری غشاء افزایش و نشت یونی کاهش می یابد [۲۲ و ۳۵]. کاهش نشت یونی در چمن‌های اگروستیس و فستوکا در اثر کاربرد ۱۵۰ میلی مولار سدیم نیتروپروساید گزارش شده است [۱۶].

سدیم نیتروپروساید در تمام سطوح پتانسیل آب، کلروفیل شاخساره را افزایش داد. البته میزان کلروفیل گیاهان تیمار شده با محلول ۴۰۰ و ۶۰۰ مایکرو مولار سدیم نیترو پروساید، به طور قابل توجهی بیشتر از تیمار ۲۰۰ مایکرو مولار بود (شکل ۵). الگوی تقریباً مشابهی در رابطه با میزان کاروتنوئیدهای شاخساره مشاهده شد با این تفاوت که میزان کاروتنوئید در تیمار ۲۰۰ مایکرومولار سدیم نیتروپروساید تفاوت معنی‌داری با گیاهان تیمار نشده نداشت (شکل ۶).

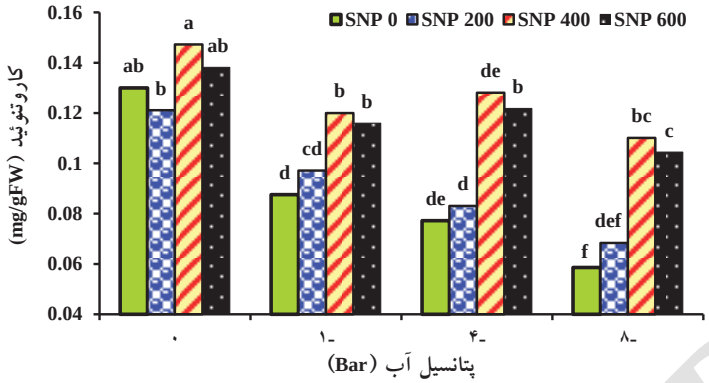
محتوای کلروفیل برگ عامل مهمی در تعیین ظرفیت فتوسنتزی و در نتیجه ارزیابی توان فیتوشیمیایی گیاه محسوب می‌شود. در پژوهش‌های متعدد میزان کلروفیل برگ در اثر تنش خشکی کاهش یافته است [۲، ۴، ۱۳ و ۳۵]. همچنین، کاهش میزان کاروتنوئیدها در شرایط تنش خشکی که در این پژوهش مشاهده شد، مطابق با برخی از آزمایش‌هایی است که در مورد گیاهان دیگر گزارش شده است [۵، ۳۴ و ۳۵]. هر چند که در برخی مطالعات محتوای کاروتنوئید کل برگ‌ها تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفته است [۹] و در برخی دیگر میزان کاروتنوئیدها در اثر تنش خشکی افزایش یافته است [۱]. کاهش میزان کلروفیل در اثر تنش خشکی می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز به دلیل کاهش محتوای آب سلول باشد [۳۷].



شکل ۵. برهمکنش پتانسیل آب و سدیم نیتروپروساید بر میزان کلروفیل برگ چچم چندساله.

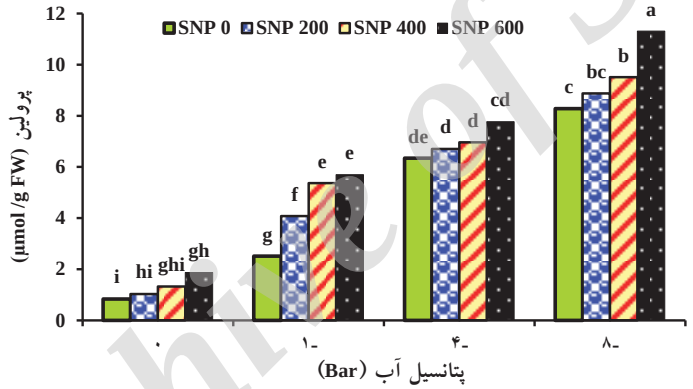
میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۶. برهمکنش پتانسیل آب و سدیم نیتروپروساید بر میزان کاروتنوئید برگ چچم چندساله.

میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند.



شکل ۷. برهمکنش پتانسیل آب و سدیم نیتروپروساید بر میزان پرولین برگ چچم چندساله.

میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند.

ثابت شده است که رنگدانه‌های کاروتنوئید علاوه بر نقشی که به عنوان دریافت کننده نور در فتوسنتز دارند، در دفاع آنتی اکسیدانی نیز شرکت می کنند. گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن به‌ویژه اکسیژن یگانه[1]، که در شرایط تنش خشکی در کلروپلاست تولید می شوند، با اکسید کردن کاروتنوئیدها سبب تولید مشتقاتی می شوند که با تغییر در بیان ژن‌ها تحمل گیاه را در برابر تنش‌ها بالا می‌برد [۲۸]. محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدهای برگ وابستگی زیادی به سلامت کلروپلاست‌ها دارد و عواملی که سبب آسیب به غشای کلروپلاست می‌شوند، سبب کاهش میزان این رنگدانه‌ها می‌شوند [۳۱]. با توجه به افزایش نشت یونی در اثر تنش خشکی در این آزمایش که نشان‌دهنده آسیب به غشای سلولی است می‌توان انتظار داشت که تنش خشکی اثر مخرب خود را بر روی غشای کلروپلاست‌ها نیز داشته است و سبب کاهش میزان

1. Singlet oxygen

Archive of SID
www.SID.ir

کلروفیل و کاروتنوئیدها گردیده است. در مقابل نیتریک اکساید با افزایش توان دفاعی گیاه در برابر تنش‌های اکسیداتیو، خسارت‌های ناشی از رادیکال‌های اکسیژن از جمله آسیب به غشای کلروپلاست و تیلاکوئیدها را کاهش می‌دهد [۲۲ و ۳۵]. گزارش شده است که تیمار ۱۰۰۰ مایکرومولار سدیم نیتروپروساید در گیاهان گندم، تجزیه کلروفیل و پروتئین‌ها را در شرایط تنش خشکی کاهش داد [۳۵]، که با یافته‌های این پژوهش هماهنگی دارد.

میزان پرولین شاخساره با کاهش پتانسیل آب افزایش یافت. به طورکلی گیاهان تیمار شده با سدیم نیترو پروساید پرولین بیشتری نسبت به گیاهان تیمار نشده داشتند. هرچند که در پتانسیل‌های صفر و ۴- بار، اختلاف بین سطوح سدیم نیترو پروساید معنی‌دار نبود (شکل ۷).

پرولین یکی از مهمترین اسمولیت‌ها در بسیاری از گیاهان است که در شرایط تنش تولید آن در گیاه افزایش می‌یابد. در پژوهش‌های متعدد در زمینه تحمل به تنش خشکی چمن‌ها، افزایش میزان پرولین برگ‌ها مشاهده شده است [۳ و ۱۱]. یکی از نقش‌های پرولین در شرایط تنش شوری حفاظت اسمزی است که آنزیم‌ها و ساختار سلولی را در برابر تنش اسمزی محافظت می‌نماید. همچنین، علاوه بر تنظیم اسمزی گیاهان در شرایط تنش، نقش‌های پیشنهادی دیگری برای پرولین از جمله حذف رادیکال‌های هیدروکسیل، حفظ پایداری غشاء و ساختار پروتئین‌ها، تأمین کربن و نیتروژن در شرایط تنش و تعدیل پتانسیل اکسیداسیون و احیاء در شرایط تنش گزارش شده است. مطابق با نتایج این آزمایش، تیمار بذرهای گوجه‌فرنگی با سدیم نیتروپروساید سبب افزایش میزان پرولین برگ‌ها شد [۳۰].

در مجموع، با توجه به نتایج به‌دست آمده در رابطه با برهمکنش تنش خشکی و سدیم نیترو پروساید بر صفات اندازه‌گیری شده می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد سدیم نیتروپروساید می‌تواند با افزایش درصد جوانه‌زنی، کاهش نشت یونی و افزایش میزان کلروفیل، پرولین و کاروتنوئیدها، تحمل چمن چچم چند ساله را به تنش خشکی بالا ببرد. در بین غلظت‌های سدیم نیترو پروساید مورد مطالعه، به نظر می‌رسد که تیمار ۲۰۰ مایکرو مولار اثر بخشی کافی را در افزایش تحمل به کم آبی را نداشت. همچنین، با توجه به بیشتر بودن میزان نشت یونی در تیمار ۶۰۰ مایکرو مولار، بهترین نتیجه با تیمار ۴۰۰ مایکرومولار سدیم نیتروپروساید به‌دست آمد.

منابع

۱. امام ی، کریم زاده سورشجانی ه، موری س و مقصودی ک (۱۳۹۲) واکنش بیوشیمیایی دو رقم گندم به تنش خشکی انتهایی و تنظیم کننده‌های اکسین و سیتوکینین. فرآیند و کارکرد گیاهی. ۲: ۷۴-۶۵.

۲. امیدی ف و سپهری ع (۱۳۹۳) تأثیر کاربرد نیتروپروساید سدیم بر سطح برگ، رشد و کارایی مصرف آب ارقام لوبیا قرمز (Phaseolus vulgaris L.) تحت تنش کم آبی. به زراعی کشاورزی. ۱۶(۴): ۸۸۵-۸۷۱.

۳. تاتاری م، فتوحی قزوینی ر، اعتمادی ن، احدی ع م و موسوی س ا (۱۳۹۲) بررسی برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی سه نوع چمن در شرایط تنش خشکی. پژوهش های تولید گیاهی. ۲۰(۱): ۸۷-۶۳.

۴. تاتاری م، فتوحی قزوینی ر، اعتمادی ن، احدی ع م و موسوی س ا (۱۳۹۲) مطالعه واکنش‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی چمن Poa pratensis L. رقم Barimpala تحت تنش خشکی. علوم باغبانی ایران. ۴۴(۳): ۳۴۰-۳۲۹.

۵. تقی پور ز، اصغری زکریا ر، زارع ن و شیخ زاده پ (۱۳۹۳) ارزیابی برخی صفات فیزیولوژیکی در

Archive of SID
www.SID.ir

جمعیتهـایی از Aegilops triuncialis تحـت تـنش خشکی. تحقیقات ژنتیک و اصـلاح گیاهـان مرتعـی و جنگلی ایران.۲۲: ۶۶-۵۵.

۶. حجازی ا (مترجم) (۱۳۷۳) تکنولوژی بذر. انتشـارات دانشگاه تهران. ۴۴۲ صفحه.

۷. حسنی آ (۱۳۸۴) اثـر تـنش آب ناشـی از پلـی اتـیلن گلیکول (PEG) بر روی فاکتورهای جوانه زنی ریحان (Ocimum basillicum) مجله گیاهان معطر و پزشکی ایران. ۲۱(۴): ۵۴۳-۵۳۵.

۸. حیـدری شـریف آبـاد ح (۱۳۷۹) گیـاه، خشـکی و خشکسـالی. انتشـارات موسسـه تحقیقـات جنگلهـا و مراتع، تهران، ۲۰۰ ص.

۹. خسروشاهی م ر، اثنی عشری م، ارشادی ا و ایمانی ع (۱۳۹۲) پاسخ های فیزیولوژیکی پـنج گونـه بـادام بـه تنش خشکی ناشی از پلـی اتـیلن گلایکـول. فنـآوری تولیدات گیاهی. ۱۳(۲): ۸۸-۷۳.

۱۰. خوشخوی م (متـرجم) (۱۳۷۸) ازدیـاد نباتـات. جلـد اول. انتشارات دانشگاه شیراز. ۴۲۸ صفحه.

۱۱. صادقی ا، اعتمادی ن، شمس م و نیازمنـد ف (۱۳۹۳) اثـر تـنش خشـکی بـر خصوصـیات مرفولوژیـک و فیزیولوژیـک چمـن بـومی علـف گنـدمی بیابـانی (Agropyron desertorum) و چمـانواش بلنـد (Festuca arundinaceae Schreb.). نشـریه علـوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۸: ۵۵۳-۵۴۴.

۱۲. صـحت منـد آ، آبسـیه س، خلـدبرین د ب (۱۳۹۳) بررسی اثرات بهبود بخش نیتریک اکسـاید در کـاهش صدمات تتش خشـکی ناشـی از پلـی اتـیلن گلیکـول ۶۰۰۰ بـر خصوصـیات جوانـه زنـی گیـاه زتیـان(Trachyspermum ammi L.). اولـین همـایش ملی گیاهان دارویی، طب سنتی و کشاورزی ارگانیک. ۱۳-۱.

۱۳. صدوق ف س، شریعتمداری ح، خوشگفتارمنش ا ح و مصدقی م (۱۳۹۳) تغذیه متناسـب گوجـه فرنگـی بـا پتاسیم و روی در شرایط تنش خشکی ایجاد شـده بـا پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در سیستم آبکشـت. علـوم و فنون کشت های گلخانه ای. ۱۸: ۸۰-۶۷.

۱۴. عـرب ص، بـرادران فیروزآبـادی م و اصـغری ح (۱۳۹۴) تأثیر محلول پاشی اسید آسکوربیک و سـدیم نیتروپروسـاید بـر رنگیـزه هـای فتوسـنتزی و برخـی صفات گلرنـگ بهـاره در شـرایط تـنش کـم آبیـاری. تولیدات گیاهی. ۳۸: ۱۰۳-۹۳.

۱۵. معصـومی ع، کـافی م و خزاعـی خ (۱۳۸۷) اثـرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکـول بر جوانه زنی ژنوتیپ های نخـود (Cicer arietinum L.). مجله پژوهشهای زراعی ایران، ۶(۲): ۴۶۲-۴۵۳.

۱۶. مـلا احمـد نالوسـی ا، حـاتم زاده ع، قاسـم نـژاد م و بیگلـویی م ح (۱۳۹۲) اثـر محلـول پاشـی سـدیم نیتروپروساید بر مقاومت به خشکی چمن اگروسـتیس و فستوکای بلند. مجله علوم و فنون باغبانی ایـران. ۱۴ (۴): ۴۲۷-۴۳۸.

17. Bates LS, Waldren RP and Teare ID (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.

18. Beard J (1970) Turfgrass: Science and culture. Prentice – Hall, Englewood. Cliffs, NJ, USA. 545 p.

19. Beligni MV and Lamattina L (2000) Nitric oxide stimulates seed germination and de-etiolation and inhibits hypocotyls elongation, three light inducible responses in plants. Planta. 210: 215-221.

Archive of SID
www.SID.ir

20. Bethke PC, Libourel IG, Reinohl V and Jones RL (2006) Sodium nitroprusside, cyanide, nitrite, and nitrate break Arabidopsis seed dormancy in a nitric oxide dependent manner. Planta. 223: 805-812.

21. Costello LR, Matheny NP and Clark JR (1993) Estimating water Requirements of landscape planting, the landscape coefficient method. The University of California Cooperative Extension Leaflet 21493.

22. Dong YJ, Wang ZL, Zhang JW, Liu1S, He ZL and He MR (2015) Interaction effects of nitric oxide and salicylic acid in alleviating salt stress of Gossypium hirsutum L. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 15 (3): 561-573.

23. Emmerich WE and Hardegree SP (1991) Seed germination in polyethylen glycol solution: Effect of filter paper exclusion and water vapor loss. Crop Science. 31:454-458.

24. Farooq M, Basra SAM, Wahid A and Rehman H (2009) Exogenously applied nitric oxide enhances the drought tolerance in fine grain aromatic rice (Oryza sativa L.). Journal of Agronomy and Crop Science. 195: 254-261.

25. Giba Z, Grubišić D and Konjević R (2007) Seeking the role of NO in breaking seed dormancy. In: Lamattina L and Polacco JC (Eds.), Nitric Oxide in Plant Growth, Development and Stress Physiology. Springer, Berlin. pp. 91-111.

26. Guo Y, Tian Z, Yan D, Zhang J and Qin P (2009) Effects of nitric oxide on salt stress tolerance in Kosteletzkya virginica. Life Science Journal. 6: 67-75.

27. Haq A, Rashmi V and Agnihotri RK (2010) Effect of osmotic stress (PEG) on germination and seedling survival of Lentil (Lens culinaris MEDIK). Research Journal of Agricultural Sciences. 1(3): 201-204.

28. Havaux M (2014) Carotenoid oxidation products as stress signals in plants. The Plant Journal. 79: 597-606.

29. Hayat S, Mori M, Pichtel J and Ahmad A (2010) Nitric oxide in plant physiology. Wiley-VCH, Verlag GmbH & Co., KGaA, Weinheim. 210 p.

30. Hayat S, Yadav S, Alyemeni MN and Ahmad A (2014) effect of sodium nitroprusside on the germination and antioxidant activities of tomato (Lycopersicon esculentum Mill). Bulgarian Journal of Agricultural Science. 20(1):140-144.

31. Krause GH and Weis E (1991) Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 42: 313-349.

32. Libourel IG, Bethke PC, De Michele R and Jones RL (2006) Nitric oxide gas stimulates germination of dormant Arabidopsis seeds: use of a flow-through apparatus for delivery of nitric oxide. Planta. 223: 813-820.

33. Lichtenthaler HK and Wellburn AR (1985) Determination of total carotenoids and chlorophylls A and B of leaf in different solvents. Biochemical Society Transactions. 11: 591-592.

34. Liu WJ, Yuan S, Zhang NH, Lei T, Duan HG, Liang HG and Lin HH (2006) Effect of water stress on photosystem II in two wheat cultivars. Biologia Plantarum. 50: 597-602.

35. Magdy AS, Hazem MM, Alia AM and Alshaima AI (2012) Effect of sodium nitroprusside, putrescine and glycine betaine on alleviation of drought stress in cotton plant. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 12(9): 1252-1265.

36. Michel BE and Kaufman MR (1973) The osmotic potential of polyetylene glycol 6000. Plant Physiology. 51: 914-916.

Archive of SID
www.SID.ir

37. Mihalovic N, Lazarevic M, Dzeletoric Z, Vuckoric M and Durde MV (1997) Chlorophyllas activity in wheat leaves during drought and its dependence on the nitrogen ion from applied. Plant Science. 129: 141-146.

38. Neile SJ, Desikan R and Hancock JT (2003) Nitric oxide signaling in plants. New Phytologist. 159: 11-35.

39. Pagnussat GC, Simontacchi M, Puntarulo S and Lamattina L (2002) Nitric oxide is required for root organogenesis. Plant Physiology. 129: 954-956.

40. Qu Y, Feng H, Wang Y, Zhang M, Cheng J, Wang X and An L (2006) Nitric oxide functions as a signal in ultraviolet-B induced inhibition of pea stems elongation. Plant Science. 170: 994-1000.

41. Radhouane L (2007) Response of Tunisian autochthonous pearl millet (Pennisetum glaucum (L.) R. Br.) to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG 6000). African Journal of Biotechnology. 6 (9): 1102-1105.

42. Sarath G, Bethke PC, Jones R, Baird LM, Hou G and Mitchell RB (2006) Nitric oxide accelerates seed germination in warm-season grasses. Planta. 223: 1154-1164.

43. Singh J and Patal A (1996) Water statues, gaseous exchange, proline accumulation and yield of wheat in response to water stress. Annahs of Biology (Ludhiana). 12: 77-81.

44. Uchida A, Jagendorf AT, Hibino T, Takabe T and Takabe T (2002) Effects of hydrogen peroxide and nitric oxide on both salt and heat stress tolerance in rice. Plant Science. 63:515-523.

45. Wang Z and Huang B (2004) Physiological Recovery of Kentucky bluegrass from simultaneous drought and heat stress. Crop science. 44: 1729-1736.

46. Yildiztugay E, Ozfidan-Konakci C and Kucukoduk M (2014) Exogenous nitric oxide (as sodium nitroprusside) ameliorates polyethylene glycol-induced osmotic stress in hydroponically grown maize roots. Journal of Plant Growth Regulation. 33: 683-696.

47. Zhang H, Shen WB and Xu LL (2003) Effects of nitric oxide on the germination of wheat seeds and its reactive oxygen species metabolisms under osmotic stress. Acta Botanica Sinica. 45: 901-905.

.

Archive of SID

www.SID.ir