دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله اکوفیزیولوژی گیاهی
سال پنجم، شماره دوازدهم، ۱۳۹۲

اثر تنش خشکی و سالیسیلیک اسید روی رنگدانه های فتوسنتزی و جذب عناصر غذایی ارقام زراعی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)

احسان نعمت اللهی[۱]، عبدالرضا جعفری[۲]، علیرضا باقری[۳]

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۲۲

چکیده

به منظور بررسی تحمل ارقام مختلف آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) نسبت به تنش خشکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و در محیط کشت گلدان طراحی شد. ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ آفتابگردان به عنوان فاکتور اصلی و سطوح مختلف تنش خشکی (شاهد، ۰/۳- ، ۰/۶- و۰/۹- مگاپاسکال) و محلول پاشی توسط سالیسیلیک اسید (صفر و ۱۰۰ میکرومولار) به عنوان فاکتور فرعی انتخاب گردیدند. نتایج حاصل از پژوهش حاکی از این است که با افزایش سطوح تنش خشکی، کاهش معنی داری در جذب عناصر غذایی ماکرو و همچنین رنگدانه های فتوسنتزی به وجود آمد. بیشترین میزان کاهش در صفات مذکور، در سطح ۰/۹- مگاپاسکال بود. با استناد به نتایج این پژوهش، رقم هایسون ۳۳ در مقایسه با یورفلور، به دلیل توانایی بالاتر در جذب عناصر غذایی و همچنین محتوای بیش تر رنگدانه های فتوسنتزی برگ، به عنوان رقم مقاوم تر آفتابگردان نسبت به شرایط تنش خشکی در مقایسه با رقم یوروفلور شناخته شد. محلول پاشی سالیسیلیک اسید با غلظت ۱۰۰ میکرومولار نیز از طریق افزایش معنی دار جذب عناصر غذایی ماکرو و رنگدانه های فتوسنتزی، سبب کاهش خسارت ناشی از تنش خشکی در هر دو رقم آفتابگردان گردید.

کلمات کلیدی: آفتابگردان، تنش خشکی، سالیسیلیک اسید، عناصر غذایی، رنگدانه های فتوسنتزی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاداسلامی واحد ارسنجان- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: agron.6630@yahoo.com
۲- استادیار دانشگاه آزاداسلامی واحد ارسنجان
۳- ساتادیار دانشگاه آزاداسلامی واحد اقلید

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

حدود ۹۰ درصد از مناطق خشک، در ۲۷ کشور جهان متمرکز یافته است که حدود ٦۰ درصد این میزان در کشورهای جهان سوم قرار دارد (قاسمپور و کیانیان،۱۳۸۰). کشور ایران از نظر میزان متوسط بارندگی سالیانه، از حدود ۲٤۰ میلی لیتر معادل یک سوم میانگین نزولات جوی جهانی برخوردار است (کوچکی،۱۳۷٦).

از دیدگاه یک فیزیولوژیست گیاهی، خشکی از منظر پاسخ گیاه به تنش در نظر گرفته می شود، یعنی زمانی خشکی ظهور کرده که اندام های مختلف گیاه تحت تأثیر آن قرار گرفته باشد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). امروزه آفتابگردان پس از سویا و کلزا و بادام زمینی، چهارمین گیاه روغنی یک ساله در جهان می-باشد (آلیاری و شکاری، ۱۳۷۹).

آفتابگردان گیاهی متحمل به کمبود آب و در عین حال، دارای نیاز آبی بالایی می باشد (کرم و همکاران،۲۰۰۷). توانایی آفتابگردان در تحمل دوره-های کوتاه تنش کمبود آب، با کاهش عملکرد در حد قابل قبول، یک خصوصیت ارزشمند برای این گیاه محسوب می گردد (استون و همکاران،۲۰۰۲).

کلروفیل ها از جمله عمده ترین ماکرومولکول‌ها هستند که در تنش های محیطی از جمله خشکی، شوری، نوری، حرارتی و فلزات سنگین، آسیب می-بینند. کلروفیل ها مهم ترین رنگدانه های جذب کننده نور در غشاهای تیلاکوئیدی نیز می باشد. علاوه بر کلروفیل ها، گیرنده های مکمّل نوری دیگری به نام کارتنوئیدها وجود دارد که پلی هیدروکربن های اشباع نشده‌ای می‌باشند که ۲ تا ٤ درصد وزن خشک کلروپلاست‌ها را تشکیل داده و قادر به جذب نور در طول موجی هستند که توسط کلروفیل ها جذب نمی-گردد (هارموت و بابانی، ۲۰۰۰).

گزارشاتی مبنی بر کاهش میزان رنگدانه های فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی و شوری در ارقام حساس وجود دارد که موید این مطلب است که در ارقام مقاوم به خشکی، محتوای رنگدانه های فتوسنتزی نسبت به ارقام حساس، بیش تر است (یوردانو و همکاران، ۲۰۰۳).

از آن جا که بخش عمده عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان از خاک تأمین گردیده و از طرف دیگر، تأمین رطوبت کافی در محیط کشت گیاه، شرایط جذب عناصر غذایی توسط ریشه را تسهیل می کند، بنابراین می توان گفت بین جذب مواد غذایی از خاک و میزان رطوبت خاک، رابطه وجود دارد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸)

سالیسیلیک اسید ترکیبی فنولی است که جزء فیتوهورمون ها به شمار می آید و دارای اثراتی بر متابولیسم و بیوسنتز و همچنین فعالیت‌های اکسیداتیو و فعالیت‌های بیولوژیکی نظیر رشد و نمو، فتوسنتز، تنفس، جذب و انتقال یون ها، تغییر فعالیت برخی آنزیم های مهم و ساختار کلروپلاست می باشد (بورسانی و همکاران، ۲۰۰۱)

هدف اصلی این پژوهش، مقایسه ی دو هیبرید زراعی مرسوم آفتابگردان با نام‌های یوروفلور و هایسون ۳۳ از نظر میزان مقاومت به سطوح مختلف تنش خشکی (تنش ملایم، متوسط و شدید) و نیز بررسی نقش هورمون سالیسلیک اسید و اثراتی که بر کاهش خسارات ناشی از تنش خشکی بر رنگدانه‌های فتوسنتزی و جذب عناصر غذایی ماکرو در دو رقم آفتابگردان دارد، می باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در شرایط آب و هوایی شهرستان شیراز و در محیط کشت گلدان و در فضای باز

Archive of SID

www.SID.ir

صورت پذیرفت. برای این منظور، گلدان هایی با گنجایش ۲۰ کیلوگرم خاک خشک و از جنس پلاستیک و با قطر دهانه و ارتفاع ٤٠ سانتی متر و زهکش مناسب انتخاب گردیدند.

به منظور اعمال سطوح مختلف تنش خشکی، از روش تعیین حد ظرفیت مزرعه استفاده شد؛ بدین صورت که سه عدد از گلدان های حاوی خاک خشک مزرعه انتخاب و وزن گردید. پس از آبیاری گلدان‌ها در حد اشباع و پس از گذشت مدت زمان ٤٨ ساعت جهت خروج آب ثقلی، وزن گلدان ها که برابر با حد ظرفیت مزرعه می باشد، اندازه گیری گردیدند. تفاوت این دو میزان وزن گلدان ها، به عنوان سطح شاهد در نظر گرفته شد. تیمارهای تنش نیز بر اساس پتانسیل آب در خاک و توسط منحنی رطوبتی خاک که رابطه میان پتانسیل آب، خاک و رطوبت را مشخص می کند (عبدالهیان نوقابی و برادران فیروزآبادی،۱۳۸۰)، به صورت ۰/۳-، ۰/٦- و ۰/۹- مگاپاسکال، تعیین گردیدند.

تعیین دور آبیاری نیز به این صورت بود که ابتدا با توجه به این که بافت خاک مورد استفاده به استناد نتایج حاصل از آزمایش بافت خاک به صورت رسی سیلتی بود (جدول ۱)، حدّ ظرفیت زراعی خاک و حدّ آب قابل جذب که به ترتیب برای خاک های رسی سیلتی برابر ٤٠ و ۲۰ درصد بود را از یکدیگر کسر کرده تا درصد آب قابل دسترس که برابر با ۲۰ درصد گردید، به دست آید. سپس میزان آب سهل الوصول خاک، از حاصل ضرب میزان آب قابل دسترس خاک در میزان حداکثر تخلیه مجاز در گیاه آفتابگردان محاسبه گردید که برابر با ۱۲ درصد شد. از آن جا که متوسط تبخیر روزانه در ماه های تیر، مرداد و شهریور سال ۱۳۹۰ در شهرستان شیراز، به ترتیب ۱۰/۲۱، ۹/۹٦ و ۷/٤۲ میلی متر در روز از سوی اداره‌ی هواشناسی استان اعلام گردید، بنابراین دور آبیاری، از تقسیم حاصل ضرب حداکثر تخلیه‌ی مجاز در عمق محیط کشت بر میزان تبخیر روزانه به دست آمد و به صورت دوره های پنج روزه در اوایل و اواسط فصل رشد و نیز شش روزه در اواخر فصل رشد، اعمال گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

مواد خنثی شونده (%)	کربن آلی (%)	درصد رس (%)	درصد سیلت (%)	درصد شن (%)	هدایت الکتریکی (ms/cm)	اسیدیته کل اشباع
٤۳/۳٦	۲/٦۱	۳٤/۰۰	۵۳/۵	۱۲/۵	۱/۰۰	۷/۷۷

تعداد ۱۰ عدد بذر سالم و یکنواخت از هر رقم آفتابگردان انتخاب گردید و با توجه به نقشه آزمایشی، در عمق ۳ سانتی متری خاک گلدان ها کشت شدند و آبیاری برای تمام گلدان ها، در حد ظرفیت مزرعه صورت گرفت. پس از آن که از استقرار کامل گیاهچه ها اطمینان حاصل شد، ۵ عدد از بهترین گیاهچه را حفظ و بقیه از گلدان ها خارج شد. با ورود ارقام آفتابگردان به مرحله ی چهار برگی، سطوح مختلف تنش خشکی با توجه به نقشه ی آزمایش اعمال گردیدند. همچنین در این مرحله، محلول پاشی هورمون سالسیلیک اسید نیز با غلظت ۱۰۰ میکرو مولار برای کرت های آزمایشی و با توجه به نقشه آزمایش صورت پذیرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

با استناد به نتایج حاصل از تجزیه خاک (جدول ۲) و عدم توصیه کودی توسط آزمایشگاه به دلیل کافی بودن عناصر غذایی خاک جهت کشت آفتابگردان، رژیم کودی خاصی اعمال نگردید.

جدول ۲- میزان عناصر غذایی موجود در خاک مورد استفاده

منگنز (ppm)	روی (ppm)	مس (ppm)	آهن (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	درصد نیتروژن (%)
۱٤/۱٦	۲/٤٤	۱/٦	۱۲/۳۲	۵۹۰/۰۰	۵٦/۰۰	۰/۲٦

مرحله دوم هورمون پاشی، پس از باز شدن کامل گل ها و با همان غلظت محلول پاشی قبلی، صورت پذیرفت. در ابتدای مرحله ی دانه بندی، اندازه گیری میزان جذب عناصر غذایی و محتوای رنگدانه های فتوسنتزی صورت پذیرفت.

به منظور اندازه گیری کلروفیل a و b، کاروتینوئید و کلروفیل کل، ابتدا ۱ گرم از بافت تازه برگ با ۱۵ میلی لیتر استن به خوبی خرد شده و از کاغذ صافی عبور داده شد. برای شستشوی بقایای روی کاغذ، از ۱۰ میلی لیتر استن استفاده شد و بعد از دو بار کوبیدن و عبور از کاغذ صافی، حجم مورد نظر با استفاده از استوانه مدرّج قرائت شد و پس از قرائت میزان جذب در طول موج های ٤۸۰، ۵۱۰، ٦٤۵ و ٦٦۳، میزان غلظت کلروفیل های a و b و کل و نیز کارتنوئیدها با توجه به فرمول های زیر به دست آمد:

$12.7\ A_{(663)} - 2.69\ A_{(645)} \times V/1000 \times W$ = کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تازه)

$22.9\ A_{(645)} - 4.69\ A_{(663)} \times V/1000 \times W$ = کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تازه)

$20.2\ A_{(645)} - 8.02\ A_{(663)} \times V/1000 \times W$ = کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تازه)

$7.6\ A_{(480)} - 14.9\ A_{(510)} \times V/1000 \times W$ = کارتنوئید ها (میلی گرم بر گرم وزن تازه)

در روابط فوق، A برابر با میزان جذب قرائت شده از نمونه ها در طول موج معین توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، V برابر حجم نهایی نمونه استخراج شده و W وزن تر نمونه برگ می باشد (آرنون، ۱۹٤۹).

اندازه گیری عنصر غذایی نیتروژن پس از هضم در لوله های مخصوص توسط دستگاه کجلدال، فسفر به روش کالریمتری (رنگ زرد مولیبدات وانادات) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر و پتاسیم به روش نشر شعله ای توسط دستگاه فلیم فتومتر صورت پذیرفت (امامی،۱۳۷۵) که به دلیل شهرت کافی این روش ها و موجود بودن در منابع متعدد، از توضیح بیش تر صرف نظر می گردد.

نتایج و بحث

نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس بررسی اثرات تنش خشکی روی درصد نیتروژن برگ در ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ آفتابگردان (جدول ۳) نشان داد که بین ارقام آفتابگردان، تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد و نیز سطوح مختلف تنش خشکی، تفاوت معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت. همچنین اثر محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید روی درصد نیتروژن برگ ارقام آفتابگردان در شرایط تنش خشکی، در سطح یک درصد معنی دار گردید.

نتایج حاصل از مقایسات میانگین به روش دانکن (نمودار۱) نشان داد که در هر دو رقم آفتابگردان، با افزایش سطوح تنش خشکی، درصد

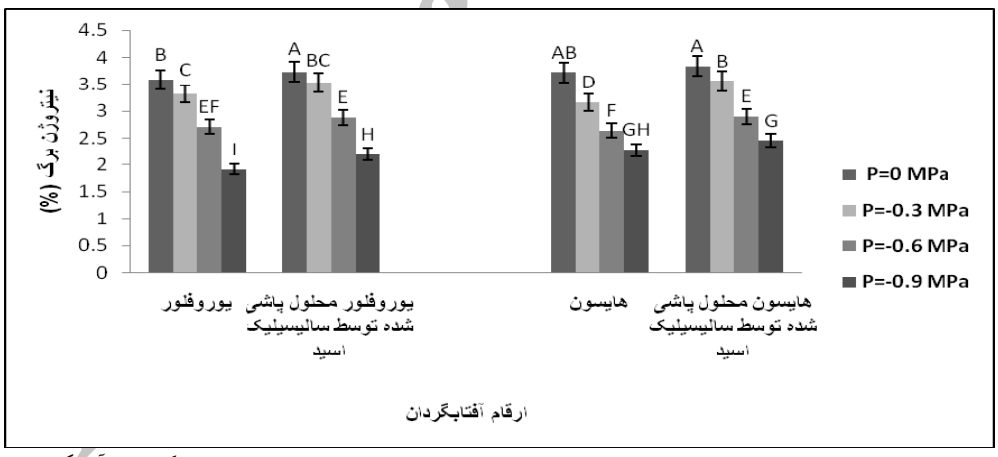
Archive of SID

www.SID.ir

نیتروژن برگ به طور معنی داری کاهش یافت، اما تفاوت ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ در تیمارهای شاهد و ۰/٦- مگاپاسکال معنی دار نبود. با مقایسه اثرات محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید روی دو رقم آفتابگردان، مشاهده گردید که در در رقم یوروفلور، تنها در تیمار ۰/۹- مگاپاسکال، افزایش معنی دار درصد نیتروژن مشاهده شد. در رقم هایسون ۳۳، درصد نیتروژن بیش تری نسبت به رقم یوروفلور در شرایط محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید مشاهده گردید.

اکرم و همکاران (۲۰۰۷) کاهش معنی دار سطح نیتروژن برگ آفتابگردان تحت شرایط تنش شوری را گزارش کردند. غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۷) کاهش ۲۲ درصدی میزان نیتروژن برگ آفتابگردان در اثر اعمال تیمار ۵۰ درصد خشکی را گزارش کردند. بلایمی و چاپمن (۱۹۸۰) کاهش عملکرد آفتابگردان را در شرایط تنش های محیطی به دلیل کاهش در میزان جذب نیتروژن توسط گیاهان گزارش کردند.

نیتروژن از اجزای مهم تشکیل دهنده دیواره سلول ها، پروتئین ها و کلروفیل ها بوده و نقشی اساسی در مراحل مختلف حیات گیاه ایفا می کند (رودی و همکاران،۱۳۸۲). سوتیروپولو و همکاران (۲۰۰٦) کاهش تجمع نیترات در گیاهان تحت تنش-های محیطی را کاهش متابولیسم نیتروژن در اثر کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و کاهش مصرف آب به دلیل کاهش جذب آب توسط گیاه دانسته اند. از نقش های مهم نیتروژن در گیاهان تحت تنش، مشارکت آن ها در تولید اسمولیت های سازگار مانند پرولین و بتائین می باشد (جونز،۱۹۸٤).



نمودار ۱- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول پاشی سالیسیلیک اسید روی درصد نیتروژن در برگ ارقام آفتابگردان

فسفر

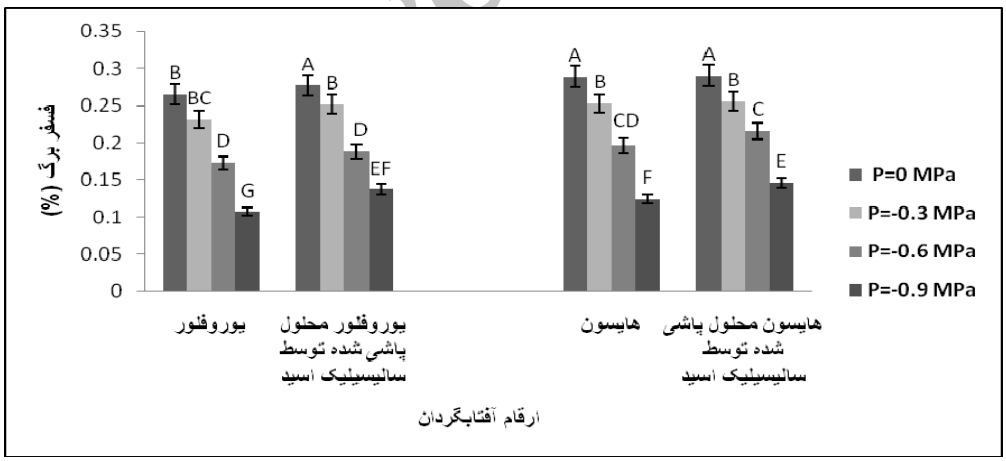
نتایج تجزیه واریانس بررسی اثرات تنش خشکی روی درصد فسفر برگ در ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ آفتابگردان (جدول ۳) نشان داد که بین اثر سطوح مختلف تنش خشکی، تفاوت معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت. همچنین اثر محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید روی درصد فسفر برگ ارقام آفتابگردان در شرایط تنش خشکی، و نیز اثر متقابل رقم در هورمون، در سطح ۵ درصد معنی دار بود.

نتایج حاصل از مقایسات میانگین به روش دانکن (نمودار ۲) نشان داد که در هر دو رقم

www.SID.ir

آفتابگردان، با افزایش سطوح تنش خشکی، درصد فسفر برگ به طور معنی داری کاهش یافت. تفاوت ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ در تیمارهای ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال، معنی دار نبود. با مقایسه اثرات محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید روی درصد فسفر برگ دو رقم آفتابگردان، مشاهده گردید که افزایش درصد فسفر برگ، تنها در تیمار ۰/۹- مگاپاسکال، معنی دار گردید. اکرم و همکاران (۲۰۰۷) و نیز محمّدین و همکاران (۲۰۰۶) از کاهش معنی دار میزان فسفر برگ آفتابگردان در شرایط تنش شوری خبر دادند.

فسفر نقش خود را بدین صورت ایفا می کند که ذخیره انرژی برای اکسیداسیون و ترکیباتی است به انرژی احتیاج داشته (به صورت آدنوزین دی فسفات) و در واقع می تواند انرژی لازم را برای متابولیسم فراهم کند. همچنین فسفر نقش موثری را در کربن گیری ایفا می کند (گوهری پور فرد،۱۳۸۹). کمبود جذب فسفر در شرایط تنش های محیطی می تواند منجر به اختلال در سنتز قندهای فسفاتی و نولکلئوتیدهای موجود در ساختمان مولکول های DNA و RNA شود. در شرایط محدودیت رطوبت خاک، جذب فسفر کاهش می یابد. البته خاک های مختلف به علت توانایی متفاوتی که از نظر تثبیت فسفر دارند، از این نظر متفاوت اند (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). هانر و کوچمان (۱۹۸۵) میزان جذب عنصر فسفر در آفتابگردان را پیچیده تر از زراعت های دیگر می‌دانند و معتقدند به دلیل توانایی همزیستی آفتابگردان با میکوریزای VAM، کارآیی جذب فسفر به طور قابل توجهی در محیط اطراف آفتابگردان بالاتر می رود. بوهم و توماس (۱۹۹۸) بیان کردند که توانایی گیاه برای مدارا کردن با تنش ملایم آب با تأمین میزان فسفر کافی، افزایش می یابد.



نمودار ۲- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول پاشی سالیسیلیک اسید روی درصد فسفر در برگ ارقام آفتابگردان

پتاسیم

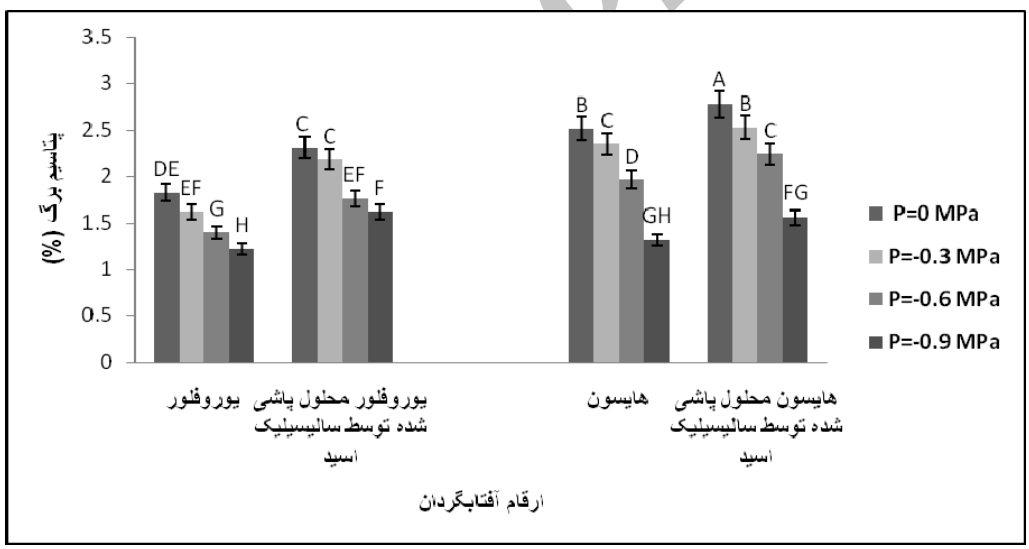
نتایج تجزیه واریانس بررسی اثرات تنش خشکی روی درصد پتاسیم برگ در ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ آفتابگردان (جدول ۳) نشان داد که بین ارقام آفتابگردان و نیز بین اثر سطوح مختلف تنش خشکی، تفاوت معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت. همچنین اثر متقابل ارقام در سطوح مختلف تنش خشکی، اثر محلول پاشی هورمون

www.SID.ir

سالیسیلیک اسید روی درصد پتاسیم برگ ارقام آفتابگردان در شرایط تنش خشکی و نیز اثر متقابل رقم در هورمون، در سطح یک درصد معنی دار گردیدند.

نتایج حاصل از مقایسات میانگین به روش دانکن (نمودار ۳) نشان داد که در هر دو رقم آفتابگردان، با افزایش سطوح تنش خشکی، درصد پتاسیم برگ به طور معنی داری کاهش یافت. البته تفاوت ارقام یوروفلور و هایسون۳۳ در سطح تنش ۰/۹- مگاپاسکال، معنی دار نبود. همچنین با مقایسه اثرات محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید روی دو رقم آفتابگردان، مشاهده گردید که در تمامی سطوح تنش خشکی به جز تیمار ۰/۹- مگاپاسکال در رقم هایسون۳۳، افزایش درصد پتاسیم برگ معنی دار بود.

پتاسیم نقش مهمی در تنظیم پتانسیل سلول های گیاهی دارد و همچنین فعال کننده بسیاری از آنزیم-های دخیل در فتوسنتز و تنفس می باشد (ویند و همکاران، ۲۰۰٤). پتاسیم نقش های متعدد دیگری را نیز در گیاهان بازی می کند که شامل شرکت در سنتز پروتئین، همکاری در انتقال آمینواسیدها، خنثی سازی اسیدهای آلی، تقسیم و رشد سلولی، مقاومت به بیماری و شرایط محیطی ناسازگار مثل خشکی و سرما می باشد (فرناندو و همکاران، ۱۹۹۷). همچنین پتاسیم با کنترل باز و بسته کردن روزنه ها، در تنظیم جذب و دفع CO_2 نقش دارد (زانگ و همکاران، ۱۹۹۹). علاوه بر این، فعالیت بسیاری از آنزیم هایی که از K^+ به عنوان کوفاکتور استفاده می کنند، کاهش می یابد (گیمنز و فررو،۱۹۸٦).



نمودار۳- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول پاشی سالیسیلیک اسید روی درصد پتاسیم در برگ ارقام آفتابگردان

رنگدانه های فتوسنتزی

نتایج تجزیه واریانس بررسی اثرات تنش خشکی روی میزان کلروفیل a در برگ ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ آفتابگردان (جدول ٤) نشان داد که اثرات ساده ارقام آفتابگردان، سطوح مختلف تنش خشکی و نیز اثر متقابل ارقام در سطوح مختلف تنش خشکی روی میزان کلروفیل a، در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر محلول پاشی هورمون

www.SID.ir

سالیسیلیک اسید روی میزان کلروفیل a در برگ ارقام آفتابگردان در شرایط تنش خشکی و نیز اثر متقابل سطوح تنش خشکی در هورمون، در سطح یک درصد معنی دار گردید.

نتایج حاصل از مقایسات میانگین به روش دانکن (نمودار٤) نشان داد که در هر دو رقم آفتابگردان، با افزایش سطوح تنش خشکی، میزان کلروفیل a در برگ به طور معنی داری کاهش یافت، هرچند که تفاوت ارقام یوروفلور و هایسون۳۳، در تیمارهای ۰/۳- و ۰/۹- مگاپاسکال معنی دار نبود. رقم هایسون ۳۳ محتوی کلروفیل a بیشتری در برگ خود نسبت به رقم یوروفلور در شرایط تنش خشکی بود. همچنین با مقایسه اثرات محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید در رقم هایسون۳۳، مشاهده گردید که در تمامی تیمارها، محتوای کلروفیل a در برگ افزایش معنی داری پیدا کرد.

نتایج تجزیه واریانس بررسی اثرات تنش خشکی روی میزان کلروفیل b در برگ ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ آفتابگردان (جدول ٤) نشان داد که اثرات ساده ارقام آفتابگردان، سطوح مختلف تنش خشکی و نیز اثر متقابل ارقام در سطوح مختلف تنش خشکی روی میزان کلروفیل b برگ، در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید روی میزان کلروفیل b در برگ ارقام آفتابگردان در شرایط تنش خشکی و نیز اثرات متقابل سطوح تنش خشکی در هورمون و ارقام در سطوح تنش خشکی در هورمون، در سطح یک درصد معنی دار گردیدند.

نتایج حاصل از مقایسات میانگین به روش دانکن (نمودار ٥) نشان داد که در هر دو رقم آفتابگردان، با افزایش سطوح تنش خشکی، محتوای کلروفیل b کاهش یافت که البته این روند کاهش در هر دو رقم، فقط در سطح تنش ۰/۳- مگا پاسکال نسبت به تیمار شاهد معنی دار نبود. رقم هایسون ۳۳ محتوی کلروفیل b بیشتری در برگ خود نسبت به رقم یوروفلور در شرایط تنش خشکی بود. همچنین با مقایسه اثرات محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید روی دو رقم آفتابگردان، مشاهده گردید که اثر محلول پاشی در هیچ یک از سطوح تنش خشکی روی دو رقم آفتابگردان، افزایش معنی داری نداشت (به جز تیمارهای ۰/٦- و ۰/۹-مگاپاسکال در رقم یوروفلور).

نتایج تجزیه واریانس بررسی اثرات تنش خشکی روی محتوای کلروفیل کل برگ در ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ آفتابگردان (جدول ٤) نشان داد که اثرات ساده ارقام آفتابگردان و سطوح مختلف تنش خشکی و نیز اثر متقابل ارقام در سطوح مختلف تنش خشکی روی محتوای کلروفیل کل برگ، در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید روی محتوای کلروفیل کل برگ ارقام آفتابگردان در شرایط تنش خشکی، در سطح ٥ درصد معنی دار بود. همچنین اثرات متقابل رقم در هورمون، سطوح تنش خشکی در هورمون و نیز متقابل ارقام در سطوح تنش خشکی در هورمون، همگی در سطح یک درصد معنی دار گردید.

نتایج حاصل از مقایسات میانگین (نمودار ٦) نشان داد که در هر دو رقم آفتابگردان، با افزایش سطوح تنش خشکی، محتوای کلروفیل کل برگ کاهش یافت، هرچند که تفاوت ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ در سطح تنش ۰/۹- مگاپاسکال معنی دار نبود. رقم هایسون ۳۳ دارای محتوای کلروفیل کل بیشتری در برگ خود نسبت به رقم یوروفلور در شرایط تنش خشکی بود. همچنین با مقایسه اثرات محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید روی دو رقم

Archive of SID

www.SID.ir

آفتابگردان، مشاهده گردید که در تمامی سطوح تنش خشکی رقم یوروفلور، به جز سطوح ۰/٦- و ۰/۹- مگاپاسکال، محتوای کلروفیل برگ افزایش معنی داری پیدا کرد؛ اما در رقم هایسون۳۳، میزان کلروفیل کل، فقط در تیمار ۰/٦- مگاپاسکال، افزایش معنی داری نسبت به رقم یوروفلور نشان نداد.

نتایج تجزیه واریانس بررسی اثرات تنش خشکی روی محتوای کاروتینوئیدها در برگ ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ آفتابگردان (جدول ٤) نشان داد که اثرات ساده ارقام آفتابگردان و سطوح مختلف تنش خشکی و نیز اثر متقابل ارقام در سطوح مختلف تنش خشکی روی محتوای کاروتینوییدها نیز در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید روی محتوای کاروتینوئیدها در ارقام آفتابگردان در شرایط تنش خشکی نیز در سطح یک درصد معنی دار بود.

نتایج حاصل از مقایسات میانگین (نمودار ۷) نشان داد که در هر دو رقم آفتابگردان، با افزایش سطوح تنش خشکی، محتوای کاروتینوییدها در برگ به طور معنی داری کاهش یافت. تفاوت محتوای کاروتینوئیدها در ارقام یوروفلور و هایسون ۳۳ فقط در تیمار شاهد معنی دار بود. همچنین با مقایسه اثرات محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید روی دو رقم آفتابگردان، مشاهده گردید که در رقم یوروفلور، تنها درسطح تنش ۰/٦- مگاپاسکال، محتوای کاروتینوئیدی برگ ها افزایش معنی داری پیدا کرد.

میزان کلروفیل در گیاهان یکی از فاکتورهای مهم در حفظ ظرفیت فتوسنتزی است (جیانگ و هانگ، ۲۰۰۱). بین میزان کلروفیل و عملکرد همبستگی مثبتی وجود دارد (سی و سه مرده، ۲۰۰۳). محمدین و همکاران (۲۰۰٦) ارقامی از آفتابگردان را که دارای میزان بیش تری کلروفیل بودند، به عنوان ارقام مقاوم تر به تنش های محیطی، شناسایی کردند.

یکی از مهم ترین دلایل کاهش کلروفیل، تخریب آن ها توسط گونه‌های اکسیژن فعال می‌باشد. کاهش فعالیت فتوسیستمII، کاهش فعالیت آنزیم روبیسکو و مهار سنتز ATP، باعث می شود که تشکیل گونه‌های اکسیژن آزاد در کلروپلاست‌ها افزایش یابد (لاولور و کورنیک، ۲۰۰۲).

یکی دیگر از عوامل کاهش کلروفیل ها، رقابت آنزیم گلوتامیل کیناز (آنزیم کاتالیزکننده پرولین) و آنزیم گلوتامات لیگاز (اولین آنزیم مسیر بیوسنتز کلروفیل) در شرایط تنش خشکی می باشد که باعث شده تا پیش ساز گلوتامات، بیش تر به مصرف پرولین برسد و در نتیجه بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه شود (رامک و همکاران، ۱۳۸٤).

در شرایط تنش خشکی، به علت کاهش آسیمیلاسیون کربن و افزایش گونه‌های فعال اکسیژن، گیاه دچار تنش اکیسداتیو می شود. نقش کاروتینوئیدها در دفاع آنتی اکسیدانی بسیار مهم است. گونه هایی که دارای کاروتینوئیدهای بالاتری می-باشند، در تنش اکسیداتیو ناشی از تنش آب، دفاع مؤثرتری خواهند داشت و تحمل بهتری را در برابر تنش خشکی نشان می دهند (فویر و همکاران، ۱۹۹۸).

کاروتینوئیدها قادرند که انرژی زیاد طول موج-های کوتاه را گرفته و اکسیژن منفرد را به اکسیژن سه تایی تبدیل کنند و با گرفتن رادیکال های اکسیژن تولید شده، نقش آنتی اکسیدانی خود را ایفا کنند (اینزه و مونتاگو،۲۰۰۰).

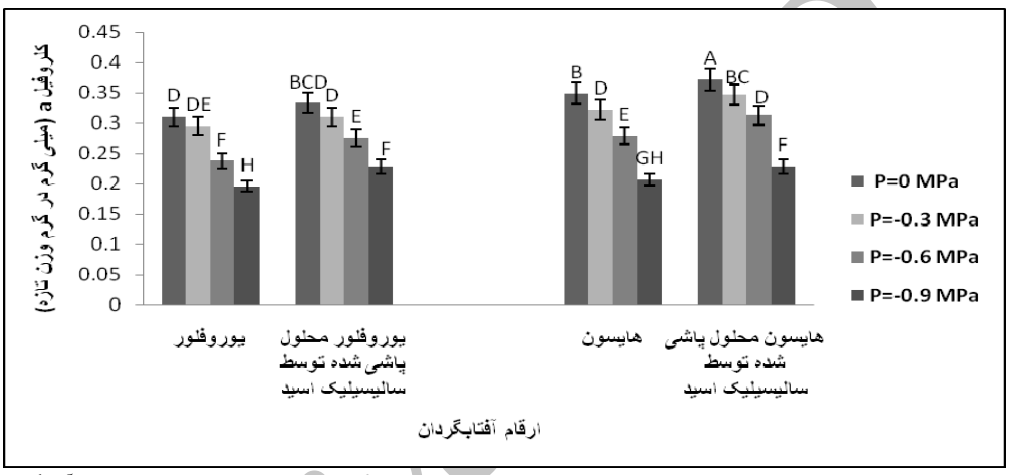
ال تایب (۲۰۰۵) از افزایش معنی دار محتوای کلروفیلی و کارتنوئیدی در شرایط محلول پاشی سالیسیلیک اسید گزارش کرده و نتیجه این امر را

Archive of SID

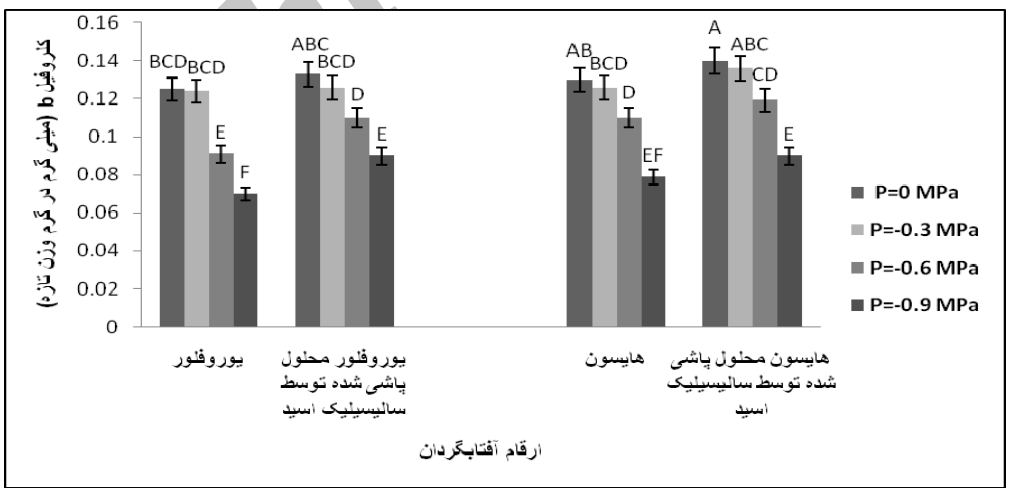
www.SID.ir

افزایش سرعت فتوسنتز دانسته است. می توان نتیجه گرفت که حفظ غلظت کلروفیل در شرایط دشوار محیطی، به ثبات فتوسنتز در این شرایط کمک کرده و سبب کاهش خسارت های وارده به گیاه در تنش های محیطی می گردد.

به طور کلی، توانایی سالیسیلیک اسید در محافظت از گیاهانی که در معرض تنش های محیطی قرار دارند را به دلیل آغازش مجموعه ای از پیام های متوالی انتقالی که منجر به بیان ژن های مسئول محافظت از گیاهان در برابر تنش‌های محیطی می-گردد، دانسته اند (دات و همکاران،۱۹۹۸).

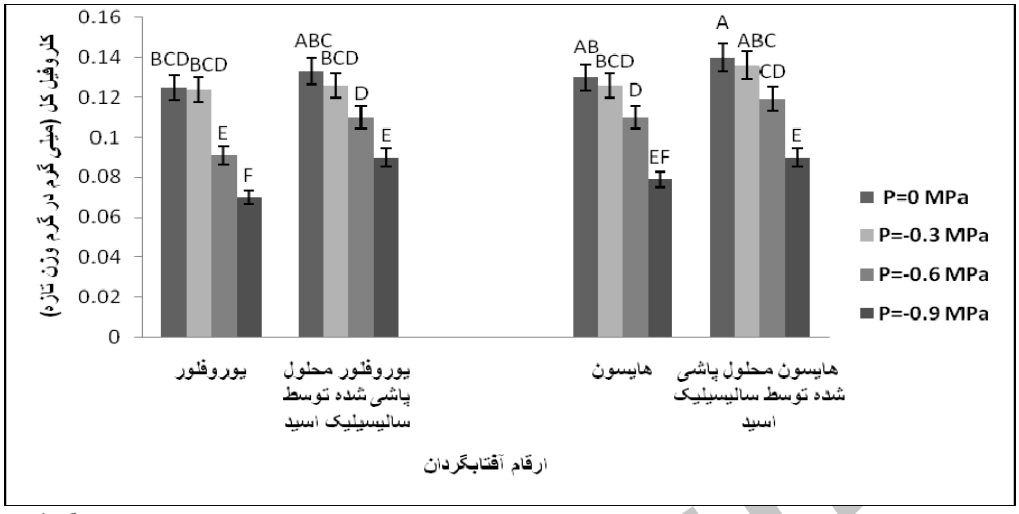


نمودار ٤- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول پاشی سالیسیلیک اسید روی محتوای کلروفیل a در برگ ارقام آفتابگردان

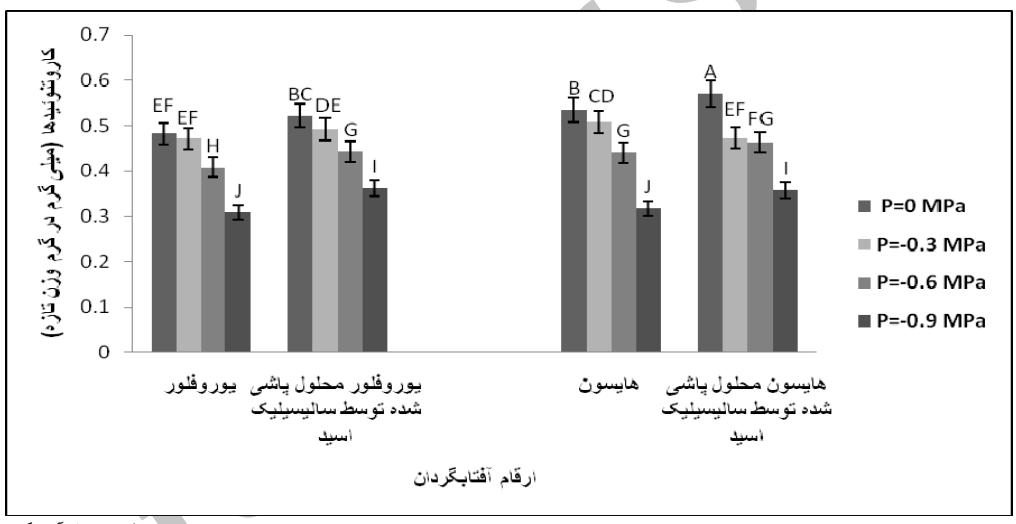


نمودار ٥- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول پاشی سالیسیلیک اسید روی محتوای کلروفیل b در برگ ارقام آفتابگردان

www.SID.ir



نمودار ٦- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول پاشی سالیسیلیک اسید روی محتوای کلروفیل کل در برگ ارقام آفتابگردان



نمودار ٧- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول پاشی سالیسیلیک اسید روی محتوای کاروتنوئید ها در برگ ارقام آفتابگردان

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سطوح متوسط و شدید تنش خشکی، سبب کاهش معنی دار محتوای رنگدانه های فتوسنتزی و میزان جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در هر دو رقم یوروفلور و هایسون ٣٣ آفتابگردان گردید. بیش ترین میزان کاهش در صفات مذکور، در سطح ٠/٩- مگاپاسکال بود. رقم هایسون ٣٣ در مقایسه با رقم یوروفلور، به دلیل دارا بودن محتوای بالاتری از رنگدانه های فتوسنتزی و عناصر غذایی برگ های این گیاه، از مقاومت بالاتری نسبت به خشکی برخوردار بود که این بالا بودن مقاومت، سبب بدست آوردن عملکرد نهایی بالاتر رقم هایسون ٣٣ در شرایط بروز تنش خشکی در طول دوره رشد نسبت به رقم یوروفلور می گردد. همچنین مشاهده شد که تنظیم کننده رشد سالیسیلیک اسید، سبب کاهش معنی دار

www.SID.ir

خسارت ناشی از سطوح مختلف تنش خشکی نسبت به تیمارهای شاهد در هر دو رقم یوروفلور و هایسون ۳۳ گردید.

سپاسگزاری

با توجه به این که این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده از دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان استخراج گردیده است، لذا مراتب سپاسگزاری خود را از این واحد دانشگاهی ابراز می-نمایم.

جدول ۳- درجه آزادی و میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و سالیسیلیک اسید روی جذب عناصر غذایی ارقام آفتابگردان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم
اثر ارقام	۱	۰/۰۸۹ *	۰/۰۰٤ **	۱/٤۰٤ **
اثر تنش خشکی	۱	۵/۷۰۰ **	۰/۰۵٤ **	۲/۰٦٤ **
اثر متقابل ارقام و تنش خشکی	۳	۰/۰٤۲ ns	۰/۰۰۰۱۵۲ ns	۰/۲۰۲ **
اثر هورمون سالیسیلک اسید	۱	۰/٤۸٤ **	۰/۰۰۲ *	۱/٦۳۹ **
اثر متقابل ارقام در هورمون	۱	۰/۰۰۰۰۷ ns	۰/۰۰۱ *	۰/۱۸۱ **
اثر متقابل تنش در هورمون	۳	۰/۰۲۷ ns	۰/۰۰۰۵٤ ns	۰/۰۳۱ ns
اثر متقابل ارقام در تنش در هورمون	۳	۰/۰٤۲ ns	۰/۰۰۰۰۱۳ ns	۰/۰٦۱ ns
خطای آزمایش	۳۲	۰/۰۱٦	۰/۰۰۰۲۳	۰/۰۲۸
ضریب تغییرات		٪ ٤/۱۹	٪ ۷/۲٦	٪۸/۵۱

** معنی داری در سطح ۱٪ ، * معنی داری در سطح ۵٪ ، ns عدم معنی داری

جدول ٤- درجه آزادی و میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و سالیسیلیک اسید روی رنگدانه های فتوسنتزی ارقام آفتابگردان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئیدها
اثر ارقام	۱	۰/۰۰۵ **	۰/۰۰۰۱ **	۰/۰۰٦ **	۰/۰۰۰۲٦ **
اثر تنش خشکی	۱	۰/۰۳۷ **	۰/۰۰۰٦ **	۰/۰۸ **	۰/۰۰۷ **
اثر متقابل ارقام و تنش خشکی	۳	۰/۰۰۱ **	۰/۰۰۰۱ **	۰/۰۰۱ **	۰/۰۰۰۲ **
اثر هورمون سالیسیلک اسید	۱	۰/۰۰۵ **	۰/۰۰۰۱ **	۰/۰۰۹ **	۰/۰۰۰۱٦ **
اثر متقابل ارقام در هورمون	۱	۰/۰۰۰۰۲۹ ns	۰/۰۰۰۰۲۲ ns	۰/۰۰۱ **	۰/۰۰۰۰۰٤ ns
اثر متقابل تنش در هورمون	۳	۰/۰۰۰۱۸۵ **	۰/۰۰۰۰٦٤ **	۰/۰۰۲ **	۰/۰۰۰۰۰٦ ns
اثر متقابل ارقام در تنش در هورمون	۳	**۰/۰۰۰۰٤۷۹ ns**	۰/۰۰۰۰٦ **	۰/۰۰۰۳ **	۰/۰۰۰۰۰۹ ns
خطای آزمایش	۳۲	۰/۰۰۰۰۱۸	۰/۰۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۲٤	۰/۰۰۰۰۰۷
ضریب تغییرات		٪ ۱/۳۳	٪ ۲/٦۱	٪ ۱/۱۱	٪ ۲/٦٦

** معنی داری در سطح ۱٪ ، * معنی داری در سطح ۵٪ ، ns عدم معنی داری

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

آلیاری، ه. و ف. شکاری. ۱۳۷۹. دانه های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی تبریز. ۱۸۲صفحه

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲. موسسه تحقیقات آب و خاک.

رامک، م. ، ر، خاوری نژاد، ح، حیدری شریف آباد، م، رفیعی و ک، خادمی. ۱۳۸٤. تاثیر تنش آب بر میزان ماده خشک و رنگیزه های فتوسنتزی در دو گونه اسپرس. فصلنامه پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. جلد ١٤ شماره ۲: ۹۱-۸۰

رودی، د.، س. رحمان پور و ف. جاویدفر. ۱۳۸۲. زراعت کلزا. انتشارات دفتر برنامه ریزی رسانه های ترویجی.

غلامحسینی، م.، ا. قلاوند و ا. جمشیدی. ۱۳۸۷. تاثیر رژیم های آبیاری و تیمارهای کودی بر عملکرد دانه و غلظت عناصر در برگ و دانه آفتابگردان. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۷۲: ۱۰۰-۹۱.

قاسمپور، ح. ر. و ج. کیانیان. ۱۳۸۰. تاثیر تنش خشکی روی پرولین آزاد، پروتئین کل، قند محلول و پروتئین پروفایل در گیاه علفی رستاخیزی (*Sporobolus elongates*) با توان تحمل خشکی زیاد. نشریه علوم دانشگاه تربیت مدرس. جلد ۱ شماره ۲ : ۱۱۸-۱۱۱.

کافی، م. ، ا.برزویی، م، صالحی، ع، کمندی، ع. معصومی و ج. نباتی. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان. انشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی، ع. ۱۳٦۷. جنبه هایی از مقاومت به خشکی در سورگوم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد ۲ شماره ۲: ۸۱-۷۷.

گوهری پور فرد، ف. ۱۳۸۹. تاثیر برخی از عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف بر عملکرد دانه و روغن کلزا (رقم طلایه). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان. ۱۰۰ صفحه.

عبدالهیان نوقابی، م. و م. برادران فیروزآبادی. ۱۳۸۰. معرفی روش ساده و سریع تعیین منحنی رطوبتی خاک. مجله چغندر قند. جلد ۱۷ شماره ۲: ٦٩-٦٦.

Akram, M. S., H. R. Athar and M, Ashraf. 2007. Improvig Growth and Yield Of sunflower (*Helianthus annuus* L.) by foliar application of potassium hydroxide (KOH) under salt stress. Pak. J. Bot. 39(3): 769-776.

Arnon, D. T. 1949. Copper enzymes in isolation chloroplast phenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiol. 24: 1-15.

Blamey, F. P. C and Chapman, J. 1980. Protein, oil and energy yield of sunflower as affected by N and F fertilization. Agron. J. 73: 57-62.

Boem, F. H and G. W. Thomas .1998. Plant nutrition affects wheat response to water deficit. Agron. J. 90: 166-171.

Borsani, O. , V. Valpuesta, and A. M. Botella. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings. Plant Physiol. 126: 1024–1030.

Dat, J. F., C. H.Foyer and I. M. Scott. 1998. Changes in salicylic acid and antioxidants during induced thermotolerance in mustard seedlings. Plant Physiol. 118: 1455-1461.

EL-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regul. 45:215-224.

Archive of SID

www.SID.ir

Fernando,M., J. Mehroke, and A. D. M. Glass. 1992. De novo synthesis of plasma membrane and tonoplast polypeptides of barley roots during short-term K deprivation. In search of the high-affinity K transport system. Plant Physiol. 100:1269–1276.

Gimmenz, C., and E. Freres. 1986. Genetic variability in sunflower cultivars under drought II. Growth and water relations. Aust. J. Agric. Res. 37: 583-597.

Harmut, K. L. and F. Babani. 2000. Detection of photosynthetic activity and water stress by imaging the red chlorophyll fluorescence. Plant Physiol. Biochem. 38: 889-895.

Hunter, M. N. and A. Kochman. 1985. Severe phosphorus deficiency in sunflower. Helia. 8: 57-62.

Inze, D. and M. V. Montagu. 2000. Oxidative stress in plants. T J International Ltd, Padstow, Cornawall. Great Britain.

Jiang, Y. and N. Huang. 2001. Drough and heat stress injury to two cool-season turf grasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidase. Crop Sci. 41: 436-442.

Jonse, O.R. 1984. Yield, water use efficiency and oil concentration. Agron. J. 76(2): 229-235.

Karam, F., R. Lahoud, R. Masaad, R. Kabalan, J. Breidi, C. Chalita and Y. Rouphael. 2007. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. Agric. Water Manage. 90: 213–223.

Khan, M. A., M. Afzaal and M. A. Nasir. 2003. Evaluation of furnace oil and neem based products to manage *Bemisia tabaci* and leaf curl virus on cotton. Pak. J. Bot., 35(5):983-986.

Lawlor, D.W. 2002. Limitation to photosynthesis water– stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. Annal. Bot. 89: 671 – 885.

Lawlor, D. W and G. Cornic. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants affected by N fertilization. Agron.J. 73-583-587.

Mohamedin, A. A. M., A. A. Kader and N. M. Badran. 2006. Response of sunflower to plants salt stress under different water table depths. J. Apl. Sci. Res. 2(12): 1175-1184.

Si-o-semardeh, A. 2003. Physiological of growth and yield of wheat cultivar related to drought resistance ATP synthesis. Ph.D. dissertation, University of Tehran, Iran.

Sotiropoulos, T. E., I. N. Therios., D. Almaliotis, I. Papadakis and K. N. Dimassi. 2006. Response of cherry rootstocks to boron and salinity. J. Exp. Bot. 29: 1691-1698

Stone, L. R., D. E. Goodrum, M. N. Jaafar and A. H. Khan. 2002. Rooting front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower. Agron. J. 93: 1105–1110.

Wind, W., M. Arend and J. Fromm. 2004. Potassium-dependent cambial growth in poplar. Plant Biol. 6:30–37.

Yordanov, I., V, Velikova and T. Tsonev. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance. Bulg. J. Plant Physiol. Special Issue. 7: 187-206.

Zhang, J., H.T. Nguyen and A.Blum. 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. J. Exp. Bot. 50: 291-302.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of drought stress and salicylic acid on photosynthesis pigments and macronutrients absorption in two sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars

E. Nematollahi[1], A. Jafari[2], A. Bagheri[3]
Receieved: 2012-8-2 Accepted: 2012-10-12

Abstract

To study the drought tolerance of different cultivars of sunflower (*Helianthus annuus* L.), an experiment was conducted in factorial experiment based on a completely randomized design with three replications. Two sunflower cultivars named Euroflour and Hysun 33 were used as the main factor and different levels of drought stress (FC, - 0.3, - 0.6 and - 0.9 MPa) and foliar application of salicylic acid (0 as control and 100 µM) as the sub factors. Results indicate that by increasing drought level, leaves macronutrients and photosynthesis pigments in both cultivars increased significantly. Maximum rate of decreasing in above parameters observed in –0.9 MPa level. Results show that Hysun33 cultivar is more drought resistance than Euoroflour. Foliar application of salicylic acid in 100 µM concentration has also significantly increased all parameters of both sunflower cultivars under drought stress.

Key words: Sunflower, drought stress, salicylic acid, macronutrients, photosynthetic pigments

1- Graduated Student, Islamic Azad University, Arsanjan Branch
2- Professor Assistant, Islamic Azad University, Arsanjan Branch
3- Professor Assiatant, Islamic Azad University, Eqlid Branch

Archive of SID

www.SID.ir