Archive of SID

تغییرات میزان پرولین، قندهای محلول کل، کلروفیل (SPAD) و فلورسانس کلروفیل در ارقام گلرنگ پائیزه تحت تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و منگنز

محسن موحدی دهنوی[۱]، سید علی محمد مدرس ثانوی[۲]، علی سروش زاده[۳] و مختار جلالی[٤]

۱- دانشجوی دورهٔ دکترای زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۲- دانشیار دانشکدهٔ کشاورزی ، دانشگاه تربیت مدرس، ۳و٤- استادیار دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ وصول : ۱۳۸۲/۱۱/٦

چکیده

بمنظور بررسی اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و منگنز بر تجمع پرولین و قندهای محلول کل و میزان کلروفیل بر اساس واحد SPAD در گلرنگ، آزمایشی در سال های زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ در مزرعه‌ای واقع در ۱۷ کیلومتری غرب شهر اصفهان و به صورت اسپیلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی سطوح تنش خشکی در چهار سطح (S1= بدون قطع آبیاری، S2 = قطع آبیاری در مرحلهٔرویشی،S3 = قطع آبیاری در مرحلهٔ گلدهی و گرده افشانی وS4= قطع آبیاری در مرحلهٔ پر شدن دانه) و عامل فرعی شامل ترکیب دو عامل رقم و محلول‌پاشی بود. محلول‌پاشی در چهار سطح (F1 = بدون محلول‌پاشی، F2 = محلول‌پاشی آب خالص، F3 = محلول‌پاشی سولفات روی به میزان سه در هزار و F4= محلول‌پاشی سولفات منگنز به میزان سه در هزار) و عامل رقم در سه سطح(C1= زرقان ۲۷۹، C2 = ورامین ۲۹۵ و C3 = LRV 5151) و مجموعاً ۱٤٤ کرت انتخاب شد. میزان پرولین آزاد و قندهای محلول برگ، کلروفیل برگ (اسپاد) و فلورسانس کلروفیل در اواسط مرحلهٔ تنش S2 اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب افزایش پرولین، قندهای محلول برگ و اسپاد گردید، اما اثری بر عملکرد فتوشیمیائی فتوسیستم ۲(fv/fm) نداشت. میزان پرولین و قندهای محلول برگ تحت تأثیر اثر متقابل سه تیمار بکار رفته قرار گرفت. محلول‌پاشی منگنز و روی در شرایط بدون تنش تأثیری بر میزان پرولین و قندهای محلول در هیچکدام از ارقام نداشت. اما پرولین و قندهای محلول رقم C1 با محلول‌پاشی روی و منگنز در شرایط تنش افزایش یافت. تنش خشکی موجب افزایش اسپاد شد. و محلول‌پاشی روی و منگنز نیز اسپاد را طور معنی داری افزایش داد. به طور کلی رقم C1 با محلول‌پاشی روی و منگنز در شرایط تنش بیشترین میزان پرولین و قندهای محلول و همچنین اسپاد را تولید نمود. بنابراین با محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز در هنگام بروز تنش خشکی می‌توان تحمل گلرنگ را به تنش خشکی افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: اسپاد، پرولین، تنش خشکی، روی، فلورسانس کلروفیل، قندهای محلول کل، گلرنگ، محلول‌پاشی، منگنز

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زمانی که از دست دادن آب بصورت تعرق بر میزان آب جذب شده از خاک پیشی می‌گیرد، تنش آب رخ می‌دهد. تنش طولانی مدت بر تمام فرآیندهای متابولیک گیاه اثر می‌گذارد و در نتیجه اغلب موجب کاهش تولید گیاه می‌شود. بقاء گیاه در شرایط محیطی سخت مستلزم توانائی آن در مقاومت در برابر شرایط اسمزی شدید حاصل از خشکی می‌باشد. گیاهان دو مکانیسم عمده را برای مقابله با تنش خشکی در خود بوجود آورده‌اند: اجتناب و تحمل تنش آب. اجتناب بستگی به وجود سازگاری‌های خاص در معماری ریشه و ساقه و ریخت شناسی گیاه دارد (۷). اما تنظیم اسمزی بعنوان جزئی مهم از مکانیسم تحمل به تنش خشکی در گیاهان در نظر گرفته می‌شود (۳۲). به نظر بلوم (۱۱) تنظیم اسمزی عبارت از کاهش در پتانسیل شیرهٔ سلولی به‌علت افزایش مواد محلول داخل سلول، و نه از طریق کاهش مقدار آب سلول می‌باشد. گیاهان در شرایط محیطی متفاوت مواد محلول با وزن ملکولی کم، که بطور کلی مواد محلول سازگار نامیده می‌شوند، را تجمع می‌دهند و شامل اسیدهای آمینه، قندها و بتائین می‌باشد. علاوه بر این، برخی مواد محلول معدنی نیز بخش مهمی از مواد محلول اسمزی فعال داخل سلول را تشکیل می‌دهند (۸). مواد محلول سازگار با واکنش‌های عادی بیوشیمیائی سلول تداخل ندارند و به عنوان محافظان اسمزی در طی تنش اسمزی عمل می‌کنند. در بین مواد محلول سازگار شناخته شده احتمالاً پرولین گسترده‌ترین نوع آنها است و به نظر می‌رسد تجمع آن در فرآیند سازگاری به تنش خشکی در بسیاری از گلیکوفیتها دخالت دارد (۲۸، ۳۰). در گلرنگ ثابت شده است که با افزایش سن گیاه تجمع پرولین بیشتر شده و این افزایش با کاهش محتوای رطوبت نسبی گیاه و رطوبت خاک همبستگی دارد، به‌طوری که خشکی موجب افزایش معنی داری در میزان پرولین برگها می‌شود (۲۳). افزایش میزان پرولین در اثر تنش خشکی در نخود (۲٦)، سورگوم (۳۱)، کلزا (۲۰)، و گندم (۸) گزارش شده است. تجمع پرولین به گیاه کمک می‌کند که در دورهٔ کوتاهی بعد از اعمال تنش خشکی زنده بماند و گیاه بتواند بعد از رفع تنش رشد خود را بازیابی کند و بنابراین اثر مثبت بر عملکرد خواهد داشت. اما در تنش طولانی مدت اثرات مفید آن عمل نخواهند کرد و تجمع آن حتی اثر منفی بر عملکرد خواهد گذاشت، زیرا منابع فتوسنتزی گیاه را به سمت فرآیندهائی غیر از پر شدن دانه منحرف می‌گرداند (۲٦). کوزنتسوف و شفیاکوف (۲۱) با تأکید بر ضروری بودن پرولین در امر سازگاری گیاهان به تنش‌ها، اثرات بیولوژیک زیادی، مثل تنظیم اسمزی، اثرات حمایتی سلول، عمل آنتی اکسیدانت ، انتقال انرژی، ذخیرهٔ کربن و نیتروژن و چندین نقش دیگر، که برای پایداری سلول و انتقال از یک حالت به حالت سازگاری جدید لازم است، را برای پرولین برشمردند. قندهای محلول نیز از دیگر اسمولیتهای سازگار هستند که در

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط خشکی تجمع یافته و ممکن است بعنوان عامل اسمزی و یا محافظان اسمزی عمل نمایند (۱۸، ۱۲). در حالت اول افزایش قندها در اثر تنش با تنظیم اسمزی و نگهداری تورژسانس و در حالت دوم با پایدار کردن غشاءها و پروتئین‌ها در ارتباط می‌باشد. در گزارشات مختلف بر روی نخود (۲٦) ، یونجه (۱۹) و یونجه‌های یکساله (۲) به افزایش میزان قندهای محلول برگ در اثر اعمال تنش خشکی اشاره شده است.

جهت ارزیابی اثر تنش خشکی بر سیستم فتوسنتزی گیاه از پارامترهای کلیدی فلورسانس کلروفیل استفادهٔ زیادی شده است. فلورسانس کلروفیل یک علامت مفید است که جهت ارزیابی وضعیت فتوشیمی گیاه به کار می‌رود. این علامت غیر مخرب و اختیاری است و برای مقاصد آزمایشگاهی و مزرعه‌ای به‌کار می‌رود (١٤). در سیب زمینی نشان داده شده است که تنش خشکی عملکرد کوانتوم تبدیل انرژی فتوشیمیائی (fv/fm : نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس ماکزیمم) را کاهش می‌دهد. اما با بازگشت گیاه به حالت عادی، فتوسنتز خالص و fv/fm نیز به حالت اول باز گشت پیدا می‌کند (۱۰). در مورد گندم زمستانه تغییری در fv/fm در اثر تنش خشکی مشاهده نشده است (۲۷). گیل و همکاران (١٦) در گندم مشاهده کردند که با اعمال تنش خشکی در محیط گلدان تغییری در fv/fm برگهای سازگار شده به تاریکی ایجاد نمی‌شود و نشان می‌دهد که کارائی کوانتوم فتوسیستم ۲ در طی تنش کاهش نمی‌یابد.

میزان کلروفیل برگ را می‌توان بدون ایجاد تخریب در برگها، با استفاده از دستگاه SPAD اندازه گیری کرد. در آزمایش انجام شده بر روی گندم زمستانه ثابت شده که با بروز تنش خشکی میزان SPAD افزایش می‌یابد (۹).

با توجه به مطالب فوق هدف از این بررسی شناخت اثرات تنش خشکی در مرحلهٔ رویشی و محلول‌پاشی روی و منگنز و اثرات متقابل آنها با ارقام بر میزان تجمع پرولین و قندهای محلول کل و همچنین میزان کلروفیل(SPAD) و فلورسانس کلروفیل می باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه‌ای واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب غربی دانشگاه صنعتی اصفهان در دو سال زراعی ۱۳۸۱-۱۳۸۰ و ۱۳۸۲-۱۳۸۱ انجام شد. محل آزمایش دارای ارتفاع حدود ۱٦۳۰ متر از سطح دریا می‌باشد. متوسط بارش ۳۰ سالهٔ منطقه ۱٤۰ میلی‌متر و متوسط درجهٔ حرارت ۱٤/۵ درجه سانتی گراد است. منطقهٔ مورد آزمایش طبق اقلیم‌بندی کوین[1] دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد (۳). خاک محل آزمایش رسی لومی و از سری خاکهای خمینی‌شهر و از ردهٔ آریدیسولها[2] می‌باشد (٤). مشخصات شیمیائی خاک و آب محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

1-Koppen
2- Aridisols

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش به صورت اسپیلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. عامل اصلی شامل سطوح مختلف تنش خشکی در چهار سطح به شرح زیر بود: S1 : تیمار بدون قطع آبیاری، S2 : قطع آبیاری در مرحلهٔ رشد رویشی، S3 : قطع آبیاری در مرحلهٔ گلدهی و گرده افشانی و S4 : قطع آبیاری در مرحلهٔ پر شدن دانه. کرتهای فرعی شامل ترکیبی از سطوح محلول‌پاشی و رقم بود. محلول‌پاشی در چهار سطح (F 1 : بدون محلول‌پاشی، F2: محلول‌پاشی آب خالص، F3: محلول‌پاشی سولفات روی، F4: محلول‌پاشی سولفات منگنز) و رقم در سه سطح (C1: زرقان ۲۷۹، C2: ورامین ۲۹۵ و C3: LRV 5151) انتخاب شدند. محلول‌پاشی سولفات روی و منگنز به میزان ۳ در هزار و آب خالص در دو نوبت به فاصلهٔ دو هفته از هم انجام شد. جهت محلول‌پاشی از سمپاش بادی پشتی استفاده شد. میزان پاشش به اندازه‌ای انجام می‌گرفت که تمام برگها کاملاً خیس شده و قطرات محلول از برگها به طرف زمین ریزش پیدا می‌کرد. نوبت اول محلول‌پاشی با آغاز شروع فصل رشد بهاره در هفتهٔ اول فروردین ماه انجام گرفت (۲۲).

هر کرت شامل پنج ردیف کشت به طول پنج متر بود و فاصلهٔ بوته‌ها از هم پنج سانتی‌متر و تراکم نهائی ٤۰۰ هزار بوته در هکتار برای هر سه رقم در نظر گرفته شد. البته با کشت دو برابر در ابتدا و تنک بوته‌ها با شروع فصل رشد بهاره در اواخر زمستان تراکم نهائی تنظیم گردید. بین هر دو کرت فرعی یک ردیف نکاشت و بین هر دو کرت اصلی نیز دو ردیف نکاشت در نظر گرفته شد. جهت تعیین مراحل رشد (از نظر اعمال تیمارهای آبیاری) از روش پیشنهادی تاناکا و همکاران (۲۹) استفاده گردید. بر این اساس تنش S2 در مراحل Vn (مراحل با شمارش تعداد برگهای (n) حقیقی متصل به ساقهٔ اصلی که حداقل ۳/۸ سانتیمتر طول دارند تعیین می‌گردد)، R1 (جوانهٔانتهائی تشکیل یک طبق کوچک به قطرحدود ۰/۱ سانتیمتر همراه با دسته‌ای برگ در انتهای گیاه می‌دهد. این جوانهٔ اولبه است و جوانه های ثانویه از محور برگها تشکیل می‌شوند) و R2 (جوانهٔ اولیهٔ نا بالغ به حداکثر قطر خود می‌رسد و بالای آخرین برگ روی ساقهٔ اصلی بین ۰/۱ تا ۰/۳ سانتیمتر طویل می‌شود. شاخه‌های ثانویهٔ در مرحلهٔ R2 شروع به تشکیل شدن می‌کنند) اعمال گردید. تنش S3 در مرحلهٔ R3 (این مرحله شروع گرده افشانی است و می‌تواند به سه زیر مرحله برا ساس درصد گلهائی که در طبق گل داده‌اند، تقسیم شود. اگر ۲۵-۰ درصد طبق گل داده باشد، زیر مرحلهٔ R3.1 خواهد بود. زیر مرحلهٔ R3.2 هنگامی است که ۵۰-۲۵ درصد طبق گل داده است. وقتی بیش از ۵۰ درصد طبق گل داده است و گلچه‌های خارجی شروع به پژمرده شدن می‌کنند، زیر مرحلهٔ R3.3 خواهد بود) وR4 (گلدهی کامل شده است و تمام گلچه‌ها پژمرده شده‌اند. گلچه‌ها بطور مداوم از خارج به داخل طبق پژمرده می‌شوند) و بلاخره تنش S4 در مرحلهٔ R5 (بذرها شروع به پر شدن می‌کنند. بذور غیر بالغ از یک غشاء نازک که جنین را می‌پوشاند تا بذور کاملاً توسعه یافته که دارای پوستهٔ تیره هستند

www.SID.ir

Archive of SID

متغیر می‌باشد) و R6 (بذور بـه صـورت فـیزیولوژی بالغ هستند. وقتی پوسته رنگ مات خود را از دسـت داد به رنگ سفید یـا نـواری در می‌آیـد. بارکتـه‌های خارجی طبق شروع به قهوه‌ای شدن می‌کننـد، برخـی طبق‌ها علامت ترکهای شعاعی را هم نشان می‌دهنـد) اعمال شدند. شروع هر مرحله زمانی تعییـن می‌شـد، که ۵٪ بوته هـا در هـر کـرت علائـم رسـیدن بـه آن مرحله را بر اساس روش فوق نشان می‌دادند.

کشت بذر در هفتهٔ اول مـهر مـاه در هـر دو سال صورت گرفت و از علف‌کش ترفلان به میزان ۲ لیتر در هکتار به منظور کنترل علفـهای هـرز اسـتفاده شد. کلیهٔ عملیات داشت (وجین، کوددهی، آبیـاری و مبارزه با آفات و بیماریها) به فراخور نیاز انجام شـد. برای اندازه‌گیری پرولین و قندهای محلول نمونه‌های برگ در اواسط مرحلهٔ رویشی (انتهای S2) از آخرین بـرگ جـوان سـاقهٔ اصلـی، در قسـمتی از سـاقه کـه شاخه‌های جـانبی شـروع می‌شـوند، برداشـت و بـه سرعت داخل یخ قرار داده شد و سپس به فریـزر بـا دمای ۲٤- درجهٔ سانتی‌گراد تـا زمـان تجزیـه انتقـال یافت. در همین مرحله میزان فلورسانس کلروفیل بـا استفاده از دستگاه PSM (مدل بیومانیتورAB، ساخت سوئد) قرائت شد. البته در ابتدا حدود نیم سـاعت بـا استفاده از گیره‌های مخصوص دستگاه سازگـاری، بـه تاریکی بر روی برگ‌ها انجام گرفت. در هر کرت، دو برگ همسان بر روی دو بوته انتخـاب و فلورسـانس آن ثبت گردید. اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگـها بـا استفاده از دستگاه Minolta Readings SPAD-502 در همین مرحله از رشد گلرنگ انجام گرفت.

جدول ۱ مشخصات خاک و آب محل آزمایش

مشخصه	واحد (خاک)	مشخصه	واحد (آب)
EC	(dS/m) ٤/٥	EC	(dS/m)١/٤
*P*H	٧/٤	*P*H	٧/٤
SP	٪ ٤٥	Ca^{++}	(meq/lit) ٤/٤
TNV	٪ ٣٥	Mg^{++}	(meq/lit) ٢/٦
OC	٪٠ /٩	Na^{+}	(meq/lit) ٧/٦
N	٪ ٠/٠٩	SAR	(meq/lit) ٤/١
P(ava)	(ppm)٢٠	Cl^{-}	(meq/lit) ٨/٢
K(ava)	(ppm) ٢٩٠	Mn	(mg/kg) ٠/٦٦
Mn	(ppm)١/٩١٨	Zn	(mg/kg) ٠/١٣
Zn	(ppm)٠/٩٨٦		
بافت خاک	رسی لومی		

www.SID.ir

Archive of SID

جهت اندازه گیری میزان پرولین و قندهای محلول ابتدا لازم بود تا عصارهٔ الکلی از برگها تهیه شود. بدین منظور ابتدا ۰/۵ گرم از بافت برگ انتخاب و در هاون کاملاً له شد. سپس ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵٪ به آن اضافه و به لولهٔ آزمایش منتقل گردید و سپس به شدت تکان داده شد. قسمت روئی جدا و به لولهٔ دیگری منتقل و سپس دو مرتبه و هر بار ۵ میلی لیتر اتانول ۷۰٪ به بخش جامد باقی مانده اضافه و کاملاًشسته شد. سپس بخش مایع روئی به لولهٔ آزمایش منتقل گردید. در نهایت ۱۵ میلی‌لیتر از عصارهٔ بدست آمده با سانتریفیوژ ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و فاز مایع بالائی به دقت جدا و به یخچال ٤ درجهٔ سانتی‌گراد منتقل گردید (۲). برای اندازه گیری پرولین از روش پاکوئین و لچاژر (٢٤) استفاده شد. به‌طور خلاصه ۱ میلی‌لیتر از عصارهٔ الکلی انتخاب و به لولهٔ آزمایش درب دار منتقل و ۱۰ میلی‌لیتر آب دو بار مقطر به آن اضافه گردید. سپس ۵ میلی لیتر نین هیدرین به نمونه ها اضافه شد (برای تهیهٔ نین هیدرین به ازاء هر نمونه ۰/۱۲۵ گرم نین هیدرین را در ۲ میلی لیتر اسید فسفریک ٦ مولار و ۳ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال حل کرده و به مدت ١٦ ساعت با همزن مگنت دار به هم می‌زنیم تا کاملاً حل گردد). سپس ۵ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال به هر نمونه اضافه گردید و نمونه داخل حمام آب جوش یا بن ماری به مدت ٤٥ دقیقه قرار داده شد. سپس نمونه ها خارج و در دمای محیط خنک گردید. بعد از آن به هر نمونه ۱۰ میلی لیتر بنزن اضافه و به شدت تکان داده شد تا پرولین وارد فاز بنزن گردد. نمونه‌ها سپس به مدت نیم ساعت به حال سکون قرار داده شد و میزان جذب نور نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵ نانو متر با استفاده از اسپکتروفتومتر (UNICAM 8620 UV/VIS Spectrometer) قرائت گردید. منحنی کالیبراسیون با استفاده از استاندارد ال-پرولین[3] رسم و میزا ن پرولین آزاد نمونه‌ها بر اساس میکرومول بر گرم وزن تر برگ محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری قندهای محلول نیز از روش ایریگوئن و همکاران (۱۹) استفاده شد. به‌طور خلاصه ۰/۱ میلی‌لیتر از عصارهٔ الکلی انتخاب و ۳ میلی لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی گرم آنترون در ۱۰۰ میلی لیتر اسید سولفوریک۷۲٪ وزن/ وزن حل شد) به آن اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد. سپس میزان جذب نمونه ها در طول موج ٦٢٥ نانومتر با اسپکتروفتومتر (UNICAM 8620 UV/VIS Spectrometer) قرائت گردید. سپس منحنی کالیبراسیون با استفاده از استاندارد گلوکز رسم و میزان قندهای محلول نمونه‌ها بر اساس میلی‌گرم در هر گرم وزن تر برگ محاسبه گردید (۲).

جهت مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی در سطوح رقم و تنش خشکی به روش دانکن و ار روش ارائه شده در منبع یزدی صمدی و همکاران (۵) استفاده به عمل آمد. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه شد.

3-L-Proline

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

لازم به ذکر است که چون اندازه‌گیری‌های انجام شده در این مطالعه در مرحلهٔ رویشی(S2) صورت گرفته است، تنها به مقایسهٔ میانگین‌های دو سطح S1 و S2 اشاره شده و در ارائهٔ مقایسهٔ میانگین‌ها از جهت اختصار، دو سطح S3 و S4 ، که طبیعتاً از نظر کلیهٔ صفات با سطح S1 تفاوت معنی داری هم نداشتند، حذف شده‌اند.

پرولین

مقایسهٔ میانگین‌های اثر متقابل تنش×رقم×محلول‌پاشی×سال برای مقادیر پرولین نشان می‌دهد که در سال اول در تیمار بدون قطع آبیاری (S1) بین سطوح مختلف محلول‌پاشی در هر سه رقم مورد مطالعه تفاوت معنی داری مشاهده نمی‌شود (جدول ۲). اما در تیمار قطع آبیاری در مرحلهٔ رویشی (S2) در رقم زرقان ۲۷۹ (C1) محلول‌پاشی منگنز (F4) مقدار پرولین را بشدت افزایش داده است (حدود ۲/۵ برابر نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی (F1)) و بین سایر سطوح تفاوت معنی داری مشاهده نمی‌شود. در رقم ورامین ۲۹۵ (C2) نیز منگنز (F4) میزان پرولین را افزایش داده است (حدود ۲ برابر) و بعد از آن تیمار محلول‌پاشی روی (F3) قرار دارد که نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی موجب افزایش پرولین شده است (حدود ۱/۵ برابر). اما در رقم LRV5151 (C3) محلول‌پاشی روی(F3) نسبت به سایر سطوح موجب افزایش در پرولین شده است (حدود ٤/۳ برابر نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی (F1)) و بعد از آن هم تیمار F4 قرار دارد که البته با تیمار محلول‌پاشی آب خالص (F2) تفاوت معنی داری نشان نمی‌دهد.در سال دوم آزمایش در تیمار S1، مشابه سال اول، تفاوت معنی‌داری بین سطوح محلول‌پاشی در هیچکدام از ارقام به‌دست نیامد. اما به هنگام بروز تنش خشکی، در رقم C1 محلول‌پاشی روی موجب افزایش معنی‌داری در میزان پرولین شده است. اما در دو رقم دیگر وضعیت کاملاً متفاوت شده است. یعنی در رقم C2 تیمار F4 و در رقم C3 تیمار F3 موجب کاهش معنی داری در میزان پرولین شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، میزان پرولین در شرایط تنش به طور کلی در مجموع دو سال افزایش یافته است (شکل ۱). اما محلول‌پاشی در سال های مختلف و در ارقام مختلف متفاوت عمل کرده است. رقم زرقان که از نظر عملکرد در شرایط تنش نسبت به سایر ارقام برتری داشت (داده ها نشان داده نشده است) میران پرولین بیشتری هم در طی دوسال داشته است (شکل ۱) و محلول‌پاشی منگنز در سال اول و حتی در سال دوم میزان پرولین آن را در شرایط تنش افزایش داده است. اما در دو رقم C2 و C3 به ترتیب محلول پاشی منگنز و روی موجب کاهش میزان پرولین در شرایط تنش شده است. این دو رقم به طور کلی از نظر تجمع پرولین نسبت به C1 ضعیف‌تر عمل کرده‌اند. علیرغم این اثر متقابل شدید شکل ۱ نشان می‌دهد که محلول‌پاشی روی و منگنز میزان پرولین را نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی به طور معنی‌داری افزایش داده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

قندهای محلول کل

در این مطالعه اثر متقابل شدیدی بین تنش×رقم×محلول‌پاشی×سال از نظر تجمع قندهای محلول کل مشاهده شد. جدول ۲ نشان می‌دهد که در سال اول در سطح تنش S1 تفاوت معنی‌داری بین سطوح محلول‌پاشی در هیچکدام از ارقام مشاهده نمی‌شود. اما با بروز تنش تنها در رقم C2 وضعیت متفاوت شده است. یعنی محلول‌پاشی منگنز موجب کاهش معنی داری در میزان قندهای محلول کل شده است. در سال دوم نیز در تیمار بدون تنش، محلول‌پاشی منگنز میزان قندهای محلول را در رقم C2 کاهش داده است. در صورتیکه در دو رقم دیگر تفاوتی بین سطوح محلول‌پاشی مشاهده نمی‌شود. در تیمار S2 در رقم C1 محلول‌پاشی روی (۲/۱۵ برابر) و منگنز (۱/۵برابر) موجب افزایش معنی داری در میزان قندهای محلول کل شده است. در رقم C2 محلول‌پاشی روی و منگنز نتوانسته است میزان قندهای محلول را افزایش دهد. در رقمC3 روی میزان قندهای محلول را کاهش داده است، اما منگنز موجب افزایش قندهای محلول شده است. به طور کلی در مجموع دو سال آزمایش قندهای محلول تحت تأثیر تنش (S2) افزایش معنی داری نشان داده است (شکل ۱). اما محلول‌پاشی اثر معنی داری بر میزان قندهای محلول نداشته است. همچنین در بین ارقام رقم C1 بیشترین میزان قندهای محلول کل را دارا می‌باشد (شکل۱).

روی عنصری ضروری و کم مصرف است که در هر ٦ کلاس آنزیم موجود در گیاهان شرکت داشته و بنابراین می‌تواند در امر سنتز پروتئین‌ها و کربوهیدراتها، متابولیسم سلول، محافظت غشاء از رادیکال‌های آزاد اکسیژن و سایر فرآیندهای مرتبط با امر سازگاری گیاهان به تنش‌ها، نقش مهمی ایفا کند (۱۷). منگنز نیز در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و نیتروژن و بسیاری دیگر از فرآیندهای متابولیک گیاه نقش دارد (٦). در جدول ۳ خلاصه‌ای از اثرات پیچیدهٔ تنش و محلول‌پاشی بر تجمع پرولین و قندهای محلول در سه رقم مورد مطالعه تحت تنش خشکی S2 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، در رقم C1 هم پرولین و هم قندهای محلول تحت تأثیر تغییر اقلیم (بخصوص تغییر دما) در دو سال آزمایش قرار گرفته‌اند. در این رقم محلول‌پاشی روی، پرولین را در سال دوم و محلول‌پاشی منگنز آن را در سال اول نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی افزایش داده‌اند. اما قندهای محلول تنها در سال دوم در اثر محلول‌پاشی منگنز یا روی افزایش یافته است و در سال اول تحت تأثیر این دو عنصر قرار نگرفته است. C1 رقمی خار دار است و از نظر عملکرد نیز در این آزمایش نسبت به دو رقم دیگر برتری دارد (داده‌ها نشان داده نشده است). بنابراین C1 به هنگام بروز تنش خشکی به محلول‌پاشی روی یا منگنز واکنش مثبت نشان داده و با تجمع کربوهیدراتها و یا پرولین، بسته به شرایط اقلیمی، خود را از صدمات تنش محافظت می‌کند. در رقم C2 نیز اثر اقلیم بر تجمع پرولین کاملاً بارز است. در سال اول روی و منگنز تجمع پرولین را

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش داده‌اند، اما در سال دوم هیچکدام نتوانسته‌اند میزان پرولین را در C2 افزایش دهند. در مورد قندهای محلول نیز مشاهده می‌شود در هیچکدام از دو سال مورد مطالعه روی و منگنز نتوانسته‌اند میزان قندهای محلول را افزایش دهند.C2 رقمی بدون خار است و نسبت به دو رقم دیگر محصول کمتری تولید می‌کند و به تنش خشکی نیز حساستر می‌باشد. نتایج این بررسی نیر مشخص می‌کند که C2 نمی‌تواند از طریق تجمع پرولین و قندهای محلول با تنش مقابله کند. بنابراین یکی از دلایل عدم تحمل به تنش خشکی در C2 را می‌توان به این ترتیب توجیه نمود. در شکل ۱ هم ملاحظه می‌شود که رقم C2 نسبت به رقم C1 و حتی C3 ، هرچند معنی دار نمی‌باشد، میزان پرولین و قندهای محلول کمتری دارد. رقم C3 از نظر واکنش به محلول‌پاشی بین دو رقم دیگر قرار گرفته است. همانطور که از جدول ۳ مشخص است میزان پرولین تنها در سال اول در اثر عنصر روی یا منگنز افزایش یافته است. اما در سال دوم منگنز تأثیری نداشته است و روی نیز میزان پرولین را کاهش داده است. اما میزان قندهای محلول تنها در سال دوم و در اثر منگنز افزایش یافته است و در بقیهٔ تیمارها ثابت بوده است. رقم LRV5151 رقمی خار دار است که از نظر وضعیت رشدی و عملکرد نیز بعد از رقم C1 قرار دارد. بطور کلی می‌توان استنباط نمود که روی و منگنز بخصوص در ارقام مقاوم به خشکی در شرایط تنش نقش افزایش دهنده در امر تنظیم اسمزی (بواسطهٔ افزایش میزان پرولین و یا قندهای محلول) دارند. پرولین بطور کلی از دو مسیر عمده ساخته می‌شود: مسیر گلوتامات که آنزیم‌های آن در سیتوپلاسم قرار دارند، و مسیر اورنتین که آنزیم‌های آن در میتوکندری می باشند. مسیر گلوتامات در گیاهان عالی اهمیت بیشتری دارد و به نظر می‌رسد آنزیم‌های کلیدی این مسیر به محلول‌پاشی روی و منگنز واکنش مثبت نشان داده‌اند (۱۳). همانطور که قبلاً هم اشاره شد روی در هر شش کلاس آنزیم موجود در گیاهان شرکت دارد. جادالله (۱۵) نیز نشان داد که تیمار روی در بهبود وضعیت رشد سویا در شرایط تنش اسمزی نقش حیاتی دارد و ظاهراً در ابتدا بواسطهٔ ترکیبی از تنظیم اسمزی و افزایش طول ریشه‌ها که با جستجوی حجم بیشتری از خاک می‌پردازد، به این امرکمک می‌نماید. بنابراین می‌توان افزایش پرولین و قندهای محلول را در واکنش به محلول‌پاشی روی و منگنز در شرایط تنش رطوبت به نقش این عناصر به کمک در تنظیم اسمزی مربوط دانست. جالب توجه است که در هر دوسال آزمایش در شرایط بدون تنش تفاوتی بین سطوح محلول‌پاشی از نظر میزان پرولین و حتی قندهای محلول مشاهده نمی‌شود، اما با بروز تنش خشکی، روی و منگنز نقش حیاتی خود را در امر تولید پرولین و قندهای محلول ایفا نموده‌اند. اما نقش پرولین و اثرات مثبت آن به ساختار گیاه و طبیعت، شدت و دوام تنش وابسته است. همچنین بازده نهائی پرولین در امر تحمل به تنش به توانائی گیاه در القای سریع سیستم‌های تجمع پرولین در واکنش به تنش، توانائی گیاه در ساخت سریع پرولین به مقدار بالا در داخل سلول، و به حضور یک سیستم کارآمد جهت

www.SID.ir

Archive of SID

کنترل تجمع پرولین القا شده بوسیلهٔ تنش بستگی دارد (۲۱). بنابراین تغییرات میزان تجمع پرولین در اثر سال و بین ارقام مختلف طبیعی به نظر می‌رسد.

فلورسانس کلروفیل (fv/fm)

در این مطالعه عملکرد کوانتوم فتوسیستم ۲ (fv/fm) تنها تحت تأثیر اثر متقابل رقم×سال قرار گرفت و تنش یا محلول پاشی اثر معنی‌داری بر آن نداشت. رقم C2 در سال اول fv/fm کمتری نسبت به دو رقم دیگر داشته است (جدول ٤). در مورد گندم زمستانه نیز نتایج مشابهی به دست آمده است (۲۷)، و نشان می‌دهد که عملکرد کوانتوم گلرنگ تحت تنش خشکی قرار ندارد بلکه تنها رقم است که بر آن اثر دارد.

میزان کلروفیل (SPAD)

میزان کلروفیل بر اساس SPAD در سه مرحلهٔ و تنها در سال دوم آزمایش اندازه گیری شده است. مرحلهٔ اول (SPAD1) در اواسط مرحلهٔ رشد رویشی (تنش S2) اندازه گیری شده و همانطوری که مشاهده می‌شود تنش خشکی و محلول‌پاشی بر آن اثر معنی داری داشته‌اند. یعنی تنش خشکی و محلول پاشی روی و منگنز موجب افزایش میزان کلروفیل شده است (شکل۲). نتایج باراکلوف و کیت (۹) نیز نشان داد که تحت تنش خشکی میزان SPAD در گندم افزایش می‌یابد. با توجه به وجود رابطهٔ مثبت قوی بین میزان نیتروژن، کلروفیل و SPAD، افزایش میزان SPAD نشان از افزایش میزان کلروفیل در واحد سطح برگ می‌باشد (۹، ۱). افزایش S PAD در شرایط تنش احتمالا به‌علت کاهش سطح برگ و تجمع کلروفیل در سطح کمتر برگها می‌باشد. محلول‌پاشی روی و منگنز به طور کلی موجب افزایش SPAD شده است که می‌تواند به علت نقش این عناصر در متابولیسم نیتروژن و ساخت کلروفیل در گیاه باشد.

مرحلهٔ دوم (SPAD2)، در انتهای مرحلهٔ رویشی (تنش S2) اندازه گیری شده است. همانطور که از جدول ٤ مشخص می‌شود، در تیمار S1 تنها در رقم C1 محلول‌پاشی منگنز موجب افزایش میزان کلروفیل شده است و در بقیهٔ ارقام تفاوت معنی داری بین سطوح محلول‌پاشی مشاهده نمی‌شود. در تیمار تنش خشکی در مرحلهٔ رویشی در دو رقم C1 و C3 تفاوتی بین سطوح محلول‌پاشی مشاهده نمی‌شود. اما در رقم C2 روی موجب کاهش میزان کلروفیل شده است. به هر حال صرف نظر از اثرات متقابل مذکور، تنش به طور کلی در این مرحله نیز موجب افزایش میزان کلروفیل شده است (شکل۲). در این مرحله تنش خشکی بیشترین تأثیر خود را بر رشد گیاه و کلیه فرآیندهای متابولیک گذاشته است. بنابراین در شرایط تنش شدید محلول‌پاشی نتوانسته است میزان SPAD را افزایش دهد. اما در شرایط بدون تنش منگنز میزان SPAD را در رقم C1 افزایش داده است، که باز هم تأیید کنندهٔ اثر مثبت محلول‌پاشی بر این رقم مقاوم و دارای عملکرد بالا می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش × رقم × محلول‌پاشی به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪

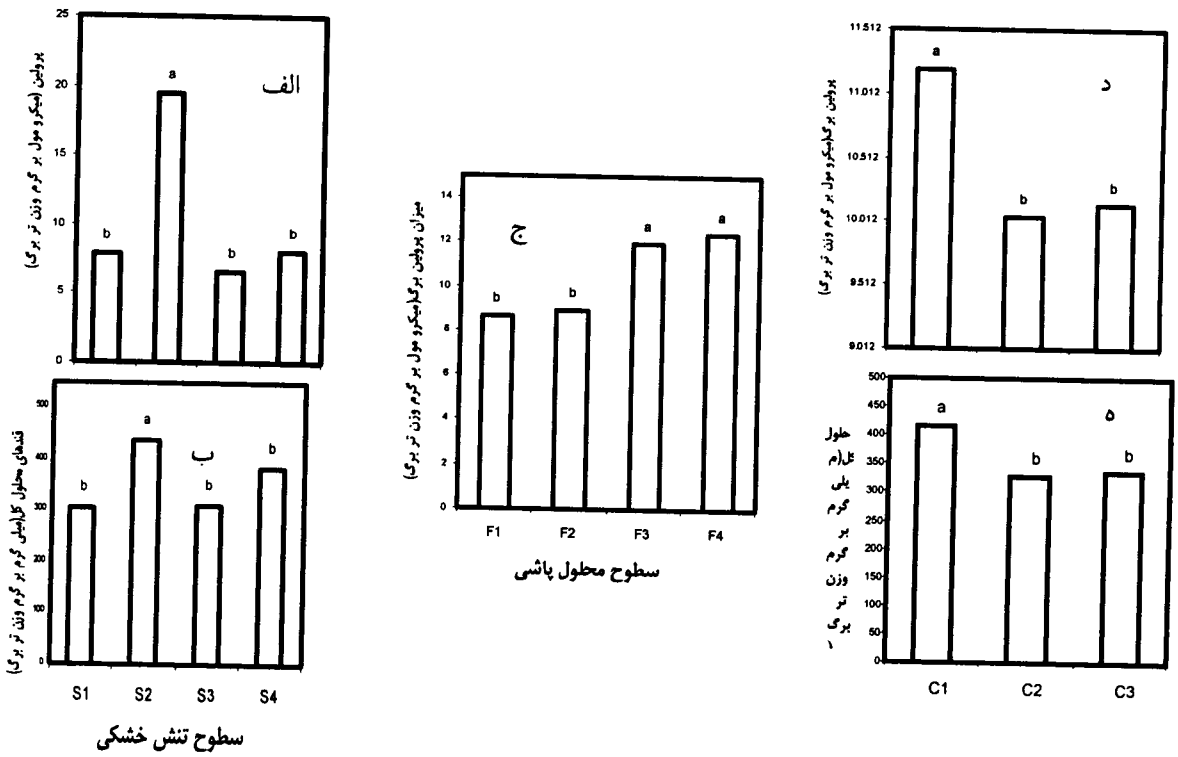
			تیمار های آزمایشی	پرولین (میکرو مول بر گرم وزن تر برگ)	قندهای کل (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ)
سال اول	بدون قطع آبیاری (S1)	رقم زرقان ۲۷۹ (C1)	بدون محلول‌پاشی (F1)	۵/۶۹ a	۱۹۶/۱۳ a
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۴/۹۵ a	۱۵۹/۱۳ a
			محلول‌پاشی روی (F3)	۶/۷۰ a	۱۳۸/۵۰ a
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۸/۱۹ a	۱۳۰/۵۳ a
		رقم ورامین ۲۹۵ (C2)	بدون محلول‌پاشی (F1)	۷/۰۱ a	۱۸۸/۱۶ a
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۷/۹۹ a	۱۷۰/۵۰ a
			محلول‌پاشی روی (F3)	۵/۸۰ a	۱۸۵/۳۰ a
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۹/۸۰ a	۲۴۳/۸۶ a
		رقم LRV515 (C3) 1	بدون محلول‌پاشی (F1)	۵/۱۸ a	۱۲۵/۹۶ a
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۳/۴۳ a	۹۸/۳۰ a
			محلول‌پاشی روی (F3)	۴/۷۸ a	۱۲۴/۹۶ a
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۴/۶۷ a	۱۰۳/۷۶ a
	قطع آبیاری در مرحله‌ٔ بند رویشی (S2)	رقم زرقان ۲۷۹ (C1)	بدون محلول‌پاشی (F1)	۱۴/۶۱ b	۱۳۹/۰۳ a
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۱۹/۴۹ b	۱۲۹/۳۰ a
			محلول‌پاشی روی (F3)	۱۴/۴۳ b	۱۰۶/۲۶ a
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۳۶/۱۷ a	۱۸۰/۹۰ a
		رقم ورامین ۲۹۵ (C2)	بدون محلول‌پاشی (F1)	۲۰/۰۵ c	۱۸۰/۱۰ ab
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۱۲/۲۲ c	۲۴۷/۴۰ ab
			محلول‌پاشی روی (F3)	۲۹/۴۱ b	۲۷۲/۷۰ a
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۴۲/۶۶ a	۱۳۲/۲۰ b
		رقم LRV515 (C3) 1	بدون محلول‌پاشی (F1)	۱۱/۲۱ c	۱۷۶/۱۶ a
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۲۸/۷۲ b	۱۲۰/۱۰ a
			محلول‌پاشی روی (F3)	۴۷/۹۴ a	۱۶۶/۰۰ a
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۳۱/۱۵ b	۱۵۷/۵۶ a
سال دوم	بدون قطع آبیاری (S1)	رقم زرقان ۲۷۹ (C1)	بدون محلول‌پاشی (F1)	۱۴/۲۳ a	۵۰۵/۳ a
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۱۲/۹۰ a	۵۰۰/۸۰ a
			محلول‌پاشی روی (F3)	۹/۲۰ a	۴۷۶/۲۰ a
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۹/۲۵ a	۳۸۹/۵۰ a
		رقم ورامین ۲۹۵ (C2)	بدون محلول‌پاشی (F1)	۸/۹۳ a	۳۷۲/۶۰ ab
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۶/۴۳ a	۴۴۷/۶۰ a
			محلول‌پاشی روی (F3)	۱۲/۲۱ a	۴۴۴/۷۰ a
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۷/۷۱ a	۲۹۲/۴۳ b
		رقم LRV515 (C3) 1	بدون محلول‌پاشی (F1)	۶/۶۶ a	۳۹۱/۵۰ a
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۵/۶۱ a	۴۱۶/۳۰ a
			محلول‌پاشی روی (F3)	۹/۶۲ a	۴۱۹/۳۰ a
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۷/۰۷ a	۴۳۷/۶۰ a
	قطع آبیاری در مرحله‌ٔ بند رویشی (S2)	رقم زرقان ۲۷۹ (C1)	بدون محلول‌پاشی (F1)	۱۰/۱۸ bc	۶۳۹/۶۰ c
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۸/۹۳ c	۵۴۵/۷۰ c
			محلول‌پاشی روی (F3)	۲۷/۳۱ a	۱۳۷۵/۱۶ a
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۱۵/۲۸ b	۹۹۷/۰۳ b
		رقم ورامین ۲۹۵ (C2)	بدون محلول‌پاشی (F1)	۱۵/۱۳ a	۴۵۸/۶۳ b
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۹/۳۱ b	۷۵۵/۸۰ a
			محلول‌پاشی روی (F3)	۱۴/۰۲ ab	۵۱۲/۳۲۶ b
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۸/۸۸ b	۳۷۹/۵۰ b
		رقم LRV515 (C3) 1	بدون محلول‌پاشی (F1)	۱۲/۷۰ a	۶۴۱/۰۰ b
			محلول‌پاشی آب خالص (F2)	۱۱/۶۳ ab	۸۴۳/۱۶ ab
			محلول‌پاشی روی (F3)	۷/۴۵ b	۵۳۲/۸۶ b
			محلول‌پاشی منگنز (F4)	۱۷/۱۷ a	۸۶۵/۲۳ a

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نمایش تاثیر محلول‌پاشی روی و منگنز نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی، بر میزان پرولین و قندهای محلول برگ در سه رقم مورد آزمایش در شرایط تنش S2

			پرولین		قندهای محلول	
			سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
تنش S2	رقم C1	روی	ثابت	افزایش	ثابت	افزایش
		منگنز	افزایش	ثابت	ثابت	افزایش
	رقم C2	روی	افزایش	ثابت	ثابت	ثابت
		منگنز	افزایش	کاهش	کاهش	ثابت
	رقم C3	روی	افزایش	کاهش	ثابت	ثابت
		منگنز	افزایش	ثابت	ثابت	افزایش



شکل۱- الف) اثر تنش خشکی بر میزان پرولین آزاد برگ؛ ب) اثر تنش خشکی بر میزان قندهای محلول کل؛ ج) اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی بر میزان پرولین آزاد برگ؛ د) تغییرات میزان پرولین در ارقام مورد آزمایش و ه) تغییرات میزان قندهای محلول کل در ارقام مورد آزمایش.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه میانگین های اثر متقابل سال× رقم به روش دانکن در سطح ۵٪

تیمار		fv/fm
سال اول	رقم زرقان ۲۷۹ (C1)	۰/٦٦٧٢٥٤ a
	رقم ورامین ۲۹۵ (C2)	۰/٦١١٥٩٤ b
	رقم LRV5151 (C3)	۰/٦٦١٩٧٩ a
سال دوم	رقم زرقان ۲۷۹ (C1)	۰/٨٠٠١٩٨ a
	رقم ورامین ۲۹۵ (C2)	۰/٨٠٥٤٦٩ a
	رقم LRV5151 (C3)	۰/٨٠٢٤٦٩ a

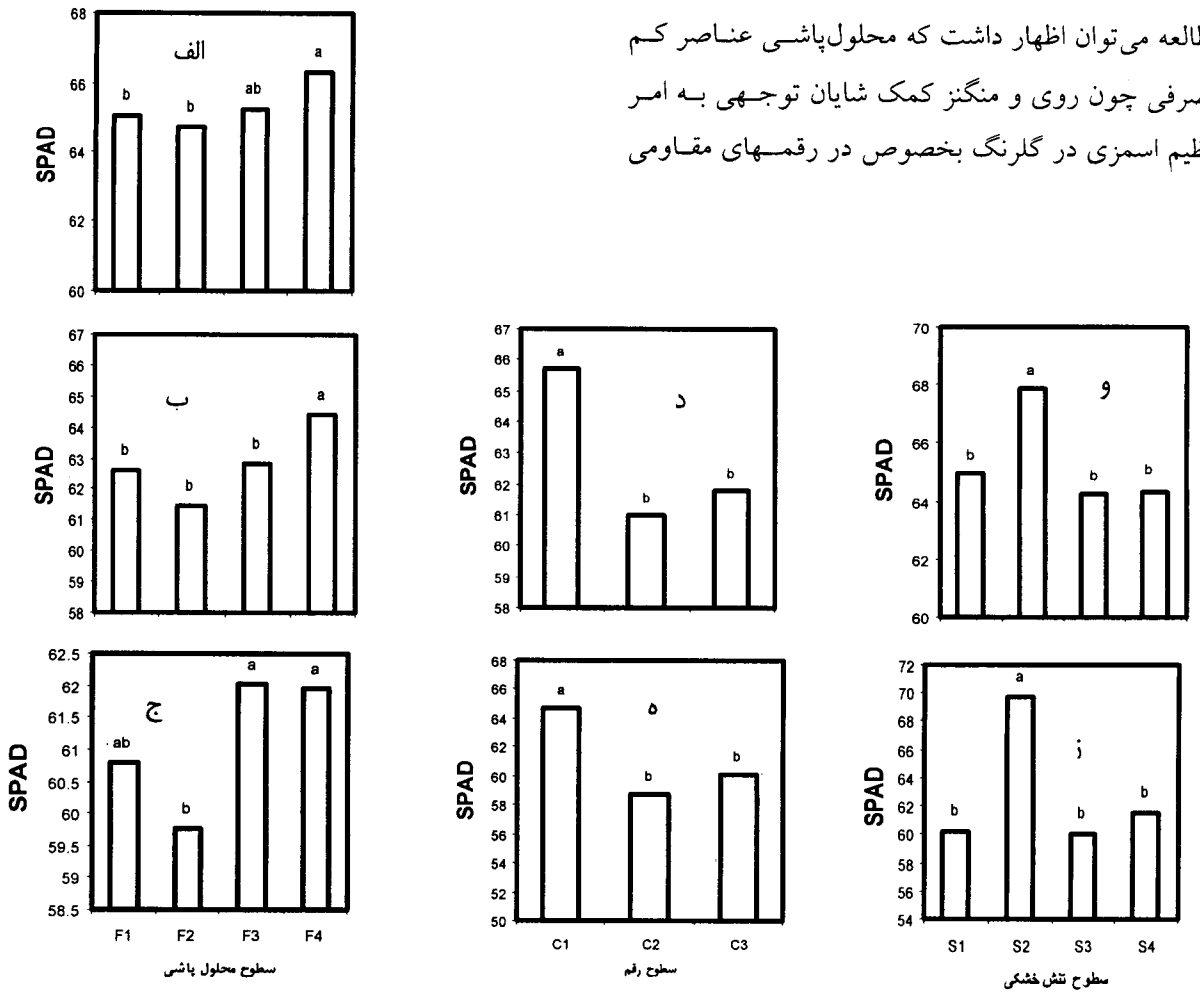
جدول ۵- مقایسه میانگین های اثر متقابل تنش × رقم × محلول‌پاشی به روش دانکن در سطح ۵٪

تیمار های آزمایشی			SPAD2
بدون قطع آبیاری (S1)	رقم زرقان (C1) ۲۷۹	بدون محلول‌پاشی(F1)	٦٠/٤ b
		محلول‌پاشی آب خالص(F2)	٦٠/٥ b
		محلول‌پاشی‌روی(F3)	٦٠/١ b
		محلول‌پاشی‌منگنز(F4)	٦٥/٥ a
	رقم ورامین ۲۹۵ (C2)	بدون محلول‌پاشی(F1)	٦١/٢ a
		محلول‌پاشی آب خالص(F2)	٥٩/٢ a
		محلول‌پاشی‌روی(F3)	٦٤/٣ a
		محلول‌پاشی‌منگنز(F4)	٦٤/٤ a
	رقم LRV5151 (C3)	بدون محلول‌پاشی(F1)	٥٧/٣ a
		محلول‌پاشی آب خالص(F2)	٥٤/٩ a
		محلول‌پاشی‌روی(F3)	٥٨/٠ a
		محلول‌پاشی‌منگنز(F4)	٥٦/٦ a
قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی(S2)	رقم زرقان (C1) ۲۷۹	بدون محلول‌پاشی(F1)	٦٩/٨ a
		محلول‌پاشی آب خالص(F2)	٧٢/٠ a
		محلول‌پاشی‌روی(F3)	٧٤/٧ a
		محلول‌پاشی‌منگنز(F4)	٧٤/٢ a
	رقم ورامین ۲۹۵ (C2)	بدون محلول‌پاشی(F1)	٦٧/٦ a
		محلول‌پاشی آب خالص(F2)	٦٦/٣ a
		محلول‌پاشی‌روی(F3)	٥٩/٦ b
		محلول‌پاشی‌منگنز(F4)	٦٩/٧ a
	رقم LRV5151 (C3)	بدون محلول‌پاشی(F1)	٧١/١ a
		محلول‌پاشی آب خالص(F2)	٦٩/٣ a
		محلول‌پاشی‌روی(F3)	٦٩/٥ a
		محلول‌پاشی‌منگنز(F4)	٧٢/٥ a

www.SID.ir

Archive of SID

مرحلهٔ سوم اندازه‌گیری کلروفیل، بلافاصله بعد از آبیاری تیمار S2 و رفع تنش، نشان می‌دهد که رقم و محلول‌پاشی اثر معنی داری بر میزان کلروفیل دارند. اما تنش خشکی اثری نداشته است و نشان می‌دهد که میزان کلروفیل با بازگشت تنش، به حالت عادی برگشت پیدا کرده است. در مرحلهٔ سوم نیز محلول‌پاشی روی و منگنز موجب افزایش کلروفیل شده است. هرچند که با تیمار بدون محلول‌پاشی تفاوت معنی داری ندارد (شکل ۲). اما در بین ارقام رقم C1 بیشترین میزان کلروفیل را نشان می‌دهد (شکل۲). به طور کلی با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان اظهار داشت که محلول‌پاشی عناصر کم مصرفی چون روی و منگنز کمک شایان توجهی به امر تنظیم اسمزی در گلرنگ بخصوص در رقمهای مقاومی چون زرقان ۲۷۹، می‌نماید. بنابراین در مقاومت به خشکی این رقمها سهم بسزائی دارد. بعلاوه شاخصهای دیگری چون میزان کلرفیل نیز تحت تأثیر محلول‌پاشی در شرایط تنش خشکی بهبود می‌یابد. بنابراین در اصلاح گیاهان زراعی و ارزیابی مقاومت به خشکی ارقام در محیطهای مختلف باید توجه خاصی به نقش این عناصر در ایجاد مقاومت به خشکی که از اقلیم نیز تأثیر می‌پذیرد بنمائیم.



شکل ۲- اثر تنش خشکی بر میزان کلروفیل(SPAD) در اواسط تنش S2 (الف)، اواخر تنش S2 (ب) و بعد از رفع تنش S2 (ج). تغییرات میزان کلروفیل در ارقام مختلف در اواخر تنش S2 (د) و بعد از رفع تنش S2 (ه). اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی بر میزان کلروفیل(SPAD) در اواسط تنش S2 (و) و اواخر تنش S2 (ز).

www.SID.ir

Archive of SID

تشکر وقدردانی

نویسندگان این مقاله از شرکت توسعهٔ کشت دانه‌های روغنی به جهت کمکهای مادی و فنـی کـه در امـر اجرای این تحقیق ارائه دادند، کمال تشکر و قدردانی را می نمایند.

منابع

۱- سپهری، ع. ۱۳۸۲. تأثر تنش رطوبت و نیتروژن بر تجمع و ذخیرهٔ کربوهیدراتها و پروتئین‌های محلول برگ ذرت. رسالهٔ دکتری در رشتهٔ زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۲- ترک نژاد، ا. ۱۳۷۸. بررسی پتانسیل‌های اکولوژیکی یونجه‌های یکساله ایران. رسالهٔ دکتری در رشتهٔ زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۳- کریمی، م. ۱۳٦٦. آب و هوای منطقهٔ مرکزی ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

٤- لکزیان، ا. ۱۳٦۸. چگونگی تحول، تکامل و بررسی خصوصیات کانی های رسی خاکهای سری خمینی شهر در لورک نجف آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵- یزدی صمدی، ب. ، رضائی، ع. م. و ولی زاده، م. ۱۳۷٦. طرحهای آماری در پژوهشهای کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران.

6. Agrawala, S. C. and Chaterjrr, C. 1996. Physiology and biochemistry of micronutrient elements. In: Advancement in micronutrient research (ed), Hemantaranjan, A. , Scientific Publishers.
7. Aspinal, D. and Paleg, L. 1981. Proline accumulation: Physiological aspects. Pages 215 228 in L. G. Paleg and D. Aspinal, eds. The physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Academic Press, Sidney.
8. Bajji, M. , Lutts, S. and Kient, J. M. 2001. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Defs.) cultivars performing differently in arid conditions. Plant Science, 160: 669-681.
9. Barraclough, P. B. and Kate, J. 2001. Effect of water stress on chlorophyll meter readings in wheat. Plant nutrition, 722-23.
10. Basu, P. S. , Ashoo, S. , Sukumaran, N. P. and Sharma, A. 1998. Changes in net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in potato leaves induced by water stress. Photosynthetica, 35: 13-19.
11. Blum, A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Plant Growth regulatores, 20: 135-148.
12. Bohnert, H. J. , Nelson, D. E. and Jensen, R. G. 1995. Adaptations to environmental stresses. Plant Cell, 7: 1099-1111.
13. Delaney, A. J. , Hu, C. A. A. , Kishor, K. P. B. and Verma, D. P. S. 1993. Cloning ornithine-aminotransferase cDNA from *Vigna anconitifolia* by trans-complementation in *Escherichia coli* and regulation of proline biosynthesis, Journal of biological chemistry, 268: 18673-18678.
14. Flexas, J. , Briantais, J. M. , Cerovic, Z. , Medrano, H. and Moya, I. 2000. Steady-state and maximum chlorophyll fluorescence response to water stress in grapevine leaves: a new remote sensing system. Remote Sensing of Environment, 73: 283-297.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Gadallah, N. A. A. 2000. Effects of indol -3-acetic acid and zinc on the growth, osmotic potential and soluble carbon and nitrogen components of soybean plants growing under water deficit. Journal of Arid Environments, 44: 451-567.
16. Gale, A. , Csiszar, J., Tari, I. and Erdei, L. 2002.Changes in water and chlorophyll fluorescence parameters under osmotic stress in wheat cultivars. Proceedings of the 7th Hungarian congress on plant physiology, S2-p05,pp 85-86.
17. Hemantaranjan, A. 1996. Physiology an biochemical significance of zinc in plants. (in) Advancement in Micronutrient Research, pp 151-178. Hemanteranjan, A. (ed). Scientific Publishers, Joudhpur, Rajasthan, India.
18. Ingram, J. and Bartels, D. 1996 The molecular basis of dehydration tolerance in plants. Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology, 47: 377-403.
19. Irigoyen J. J. , Emerich, D. W. and Sanchez-Diaz, M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarun, 84: 55-60.
20. Kundu, P. B. and Paul, N. K. 1997. Effect of water stress on chlorohpyll, proline and sugar accumulation in rape (*Brassica compestris* L.) . Bangladesh Journal of Botany, 26: 83-85.
21. Kuznetsov, VI. V. and Shevyakova, N. I. 1999. Proline under stress: Biological role, metabolism and regulation. Russian Journal of Plant Physiology, 46: 274-287.
22. Lewis, D. C. and McFarlane, J. D. 1986. Effect of foliar applied manganese on the growth of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) and the diagnosis of manganese deficiency by plant tissue and seed analysis. Australian Journal of Agricultural Research, 37: 567-572.
23. Ninganoor, B. T. , Parameshwarapa, K. G. and Chetti, M .B. 1995. Analysis of some physiologocal characters and their association with seed yield and drought tolerance in safflower genotypes. Karnataka Journal of Agricultural Science. 8: 1, 46-49.
24. Pquine, R. and Lechasseur. P. 1979. Observations sur une methode dosage la libre dans les de plantes. Canadian Journal of Botany, 57: 1851-1854.
25. Saccardy, K. , Pineau, B. , Roche, O. and Cornic, G. 1998. Photochemical efficiency of photosystem II and xantophyll cycle components in *Zea mays* leaves exposed to water stress and high light. Photosynthetic Research, 56: 57-66.
26. Sanchez, F. J. , Manzanares, M. , Andres, E. F. , Ternorio, J. L. , Ayerbe, L. and De Andres, E. F. 1998. Turgor maitenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field Crop Research, 59: 225-235.
27. Shangguan, Z. , Shao, M. and Dyckmans, J. 2000. Effects of nitrogen nutrition and water deficit on net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in winter whet. Journal of Plant Physiology, 156: 45-51.
28. Sudhakar, C. , Reddy, P. S. and Veeranjaneyulu, K. 1993. Effect of salt stress on enzymes of proline synthesis and oxidation in green gram (*Phaseolus aureus* Roxb) seedlings. Journal of Plant Physiology, 141: 621-623.
29. Tanaka, D. L. , Riveland, N. R. , Bergman, J. W. and Schneiter, A. A. 1997. Safflower plant development stages. IVth International Safflower Conference, Bari 2-7 June.
30. Yoshiba, Y. , Kiyosue, T. , Nakashima, K. , Kamayushi-Shino Zaki, K. and Shinizaki, K. 1997. Regulation of levels of proline as an osmolyte in plants under water stress. Plant and Cell Physiology, 38: 1095-1102.
31. Zaifnejad, M. , Clarck, R. B. and Sullivan, C. Y. 1997. Aliminum and water stress effects on growth and proline of sorghum. Journal of Plant Physiology, 150 : 338-244.
32. Zhang, J. , Nguyen, H. T. and Blum, A. 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. Journal of Experimental Botany, 50: 291-302.

www.SID.ir

Archive of SID

Changes in Proline, Total Soluble Sugars, SPAD and Chlorophyll Fluorescence in Winter Safflower Cultivars under Drought Stress and Foliar Application of Zinc and Manganese

M. Movahhedy Dehnavy [1], S.A.M. Modarres Sanavy [2], A. Sorushzadeh [3] and M. Jalali [3]

1- ph. D. Student, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University. 2- Associate professor, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University. 3,4- Assistant Professors, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University.

Received : 26/1/2004

ABSTRACT

Two experiments were conducted in 2001 2002 and 2002 2003 growing seasons in a field, 17 kilometers west of Isfahan. The Experimental design was split factorial in randomized complete block with three replications. Four drought stress (S1= full irrigation, S2= withholding irrigation in vegetative growth stage, S3= withholding irrigation in flowering stage, and S4= withholding irrigation in seed filling stage) were randomized to the main plot units while 12 treatments from combination levels of three cultivars (C1= Zarghan 279, C2= Varamin 295 and C3= LRV 5151) and four foliar applications (F1= no foliar application, F2=foliar application of water, F3 = foliar application of Zinc Sulfate (3000 ppm) and F4=foliar application of manganese sulfate (3000 ppm)) were randomized to the subplot units. Free proline, total soluble sugars (TSS), SPAD and chlorophyll fluorescence were measured in S2 drought stress. Results indicated that drought stress increased proline, TSS and SPAD, but has no effect on chlorophyll flourescence (fv/fm). In case of proline and TSS significant interactions were found amongbetween foliar application, drought stress and cultivars. At full irrigation, foilar application of manganese and zinc could not change proline and TSS in either cultivar. However proilne and TSS in C1 increased with zinc and manganese foliar application. Drought stress also increased SPAD and so did zinc and manganese foilar application. Generally C1 had maximum proline, TSS concentration, and SPAD in drought stress condition as well as with zinc and manganese foliar application. It was concluded that foliar application of micronutrients, such as Zn or Mn, under drought stress conditions, could increase drought tolerance in safflower.

Key words: Chlorophyll, Fluorescence, Drought stress, Foliar application, Mn, Proline, Safflower, SPDA, Total soluble sugars, Zn.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir