Archive of SID

مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۶ شماره ۱، بهار ۱۳۹۳

مجله پژوهش‌های به زراعی

ارزیابی اثر همزمان کم آبیاری و تنش قطع آب بر صفات فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴

آزاده مادح خاکسار[۱*]، احمد نادری[۲]، امیر آینه بند[۳]، شهرام لک[۱]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، گروه زراعت، اهواز، ایران
۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران
۳- دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، اهواز، ایران

تاریخ دریافت : ۹۲/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۱۹

چکیده

به منظور ارزیابی اثر همزمان کم آبیاری و تنش قطع آبیاری، بر صفات فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد ذرت دانه‌ای این تحقیق طی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان اجرا شد. عوامل تحقیق شامل تأمین نیاز آبی در سه سطح (تأمین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی کامل گیاه ذرت) و تیمار قطع آب در مراحل مختلف رشد در پنج سطح (بدون قطع آب در طول دوره رشد (شاهد) و یک‌بار قطع آب در مرحله هشت برگی، دوازده برگی، گرده‌افشانی و شیری) بودند. تیمارهای آزمایش از مرحله چهار تا پنج برگی گیاه تا ده روز پیش از رسیدگی فیزیولوژیکی اعمال شد. نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش شدت کم آبی، درصد لوله شدن برگ افزایش یافت ولی عملکرد دانه، محتوای نسبی آب برگ و غلظت کلروفیل های a و b کاهش یافتند. بیشترین درصد لوله‌ای شدن برگ با میانگین ۶۷ درصد، در تیمار تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه همزمان با عدم آبیاری در مرحله دوازده برگی مشاهده شد و کمترین مقدار آن با میانگین ۹ درصد به تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، بدون تنش قطع آب در طول دوره رشد اختصاص یافت. بیشترین غلظت کلروفیل a و b در تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و بدون تنش قطع آب در طول دوره رشد به ترتیب با میانگین ۳/۱ و ۱/۱ میلی‌گرم در هر گرم برگ به دست آمد. کمترین غلظت کلروفیل های a و b به تیمار تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه همزمان با عدم آبیاری در مرحله گلدهی به ترتیب با میانگین ۱/۷ و ۰/۵ میلی‌گرم در هر گرم برگ تعلق یافت. تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی، بدون تنش قطع آب مرحله‌ای با میانگین ۹۰ درصد بیشترین و تیمار تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی همزمان با عدم آبیاری در مرحله گلدهی با میانگین ۶۴ درصد کمترین محتوای نسبی آب برگ را داشتند. بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل و بدون تنش قطع آب، با میانگین ۷۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار آن در تیمار ۶۰ درصد آبیاری کامل و تنش قطع آب در مرحله گلدهی با میانگین ۴۹۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بر اساس نتایج این تحقیق و با توجه به حساسیت زیاد صفات فیزیولوژیکی بررسی شده نسبت به تنش کم آبی و رابطه این صفات با عملکرد دانه، لازم است از وقوع تنش آبی در مراحل حساس رشد گیاه جلوگیری نمود.

واژه های کلیدی : ذرت، کم‌آبیاری، تنش قطع آب، صفات فیزیولوژیکی

* نگارنده مسئول (amadehkhaksar@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کمبود آب و تنش ناشی از آن از جمله عوامل مهمی است که تولیدات کشاورزی را در ایران با محدودیت مواجه ساخته و بازده استفاده از مناطق خشک را کاهش می‌دهد. تنش کمبود آب از تنش‌های عمومی می‌باشد که اثرات بسیار نامطلوب بر رشد و تولید گیاهان زراعی می‌گذارد (Xiong *et al*., 2002). تنش خشکی باعث خسارت به غشاء و سیستم فتوسنتزی می‌شود. فتوسنتز، می‌تواند به وسیله تنش خشکی از دو طریق تحت تأثیر قرار بگیرد، اول بسته شدن روزنه‌ها و کاهش دی‌اکسیدکربن به درون سلول و دوم از طریق کاهش پتانسیل آب سلول روی ساختمان‌های پیچیده فتوسنتزی، همچنین تنش خشکی رشد ریشه‌ها و ساقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است، باعث کاهش سطح برگ گیاهان شود (Hopkins & Huner, 2004). برگ‌ها در ساز و کار اجتناب از خشکی ذرت نقش مهمی را بر عهده دارند. آرایش برگ، زاویه و درجه پیچش آن از سازوکارهای مهم کاهش خسارت کمبود آب و سازگاری با شرایط مذکور است. کمبود آب اشباع برگ، عامل پیچش برگ به ویژه در طول ظهر می باشد. لوله شدن برگ در پتانسیل حدود ۱/۵ مگاپاسکال رخ می‌دهد (Alluri, 1976) که پیامد حاصل از کاهش فشار تورژسانس سلول‌های بالیفرم[1] اطراف رگبرگ می‌باشد. پتانسیل آب برگ همبستگی منفی با پیچش برگ دارد، لذا حفظ پتانسیل آب برگ عامل مهمی در عملکرد گیاه است (Gomosta *et al*., 1981). احمدی و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند که تنش خشکی باعث تحریک پیری (زرد شدن برگ‌ها) و در نتیجه کاهش کلروفیل شد.

Sanchez-Rodrıguez *et al* (2010) بیان داشتند که محتوای نسبی آب برگ ممکن است تعادل بین آب تأمین شده برای برگ و سرعت تعرق را بهتر از سایر اجزای روابط آبی منعکس کند، لذا آن را شاخص مناسبی برای نشان دادن وضعیت آبی برگ دانسته‌اند.Zaidi *et al* (2008) گزارش نمودند که تنش خشکی میزان کلروفیل برگ را کاهش می‌دهد و با تأثیر منفی بر دوره‌های ابریشم دهی و گرده‌افشانی منجر به کاهش عملکرد گیاه می‌شود. بر اساس دستاوردهای Mansouri Far *et al* (2010) تنش قطع آب در مرحله هشت برگی و شیری شدن دانه به ترتیب و به طور میانگین محتوای کلروفیل برگ را بین ۱۰-۸ و ۱۸٪ کاهش داد.Mujeeb Ur Rahman *et al* (2004) بیان داشتند که بر اثر تنش آب، غلظت کلروفیل برگ کاهش یافت، اما میزان رشد به دلیل تغییر در طیف جذب نور توسط کلروفیل در طول موج‌های کوتاه‌تر، کاهش یافت که در اثر کاهش میزان کلروفیل به دلیل تنش آب، انتقال الکترون نقصان یافت و بر اثر ادامه تنش، این کاهش باعث افت شدید رشد گردید، در شرایط تنش کمبود آب، روزنه‌ها در گیاه بسته می‌شوند و متعاقب آن غلظت دی اکسید کربن در بافت مزوفیل کاهش می‌یابد و به دنبال این وضعیت واکنش‌های تاریکی فتوسنتز مختل شده و محصولات حاصل از واکنش های روشنائی که شامل ATP و NADPH است، مصرف نمی‌شود. در چنین شرایطی به دلیل عدم اکسید شدن مولکول NADPH، مصرف NADP+ جهت دریافت الکترون کاهش می‌یابد، بنابراین مولکول اکسیژن در مسیر زنجیره انتقال الکترون به عنوان پذیرنده جانشین

1- Buliform

www.SID.ir

Archive of SID

الکترون عمل می‌کند و منجر به شکل گیری رادیکال سوپر اکسید (O2-)، پر اکسید هیدروژن (H2O2) و رادیکال هیدروکسیل (OH-) می‌گردد (Turkan *et al*., 2005; Sairam & Saxena, 2000). فعالیت گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)[1] ممکن است سبب بروز صدماتی چون اکسید شدن لیپیدها، (تغییر ساختار غشاء و در نتیجه از هم پاشیدگی یکپارچگی آن)، تغییر ساختمان پروتئین‌ها و اکسید شدن گروه‌های سولفیدریل (SH-)، غیرفعال شدن آنزیم‌ها، بی‌رنگ شدن و یا از بین رفتن رنگدانه‌هایی مانند کلروفیل و سایر ترکیبات رنگیزه‌ای و همچنین حمله مداوم به مولکول‌های آلی مثل DNA و در نتیجه اختلال در رشته‌های DNA گردد (Habib *et al*., 2004 ;Mohanty, 2003 ;Mittler, 2002). از آنجا که در تحقیقات انجام شده عموماً اثر تنش قطع آب و کم‌آبیاری به صورت جداگانه بر میزان کلروفیل برگ، محتوای نسبی آب برگ و درصد لوله شدن برگ دیده شده است، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر همزمان تنش قطع آب و کم‌آبیاری بر صفات مذکور انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر همزمان کم آبیاری در طول دوره رشد و عدم آبیاری در برخی مراحل حساس رشد بر صفات فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط آب و هوایی اهواز، این تحقیق در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان اجرا شد. تحقیق، به صورت فاکتوریل در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق، تیمارهای تأمین نیاز آبی در سه سطح (تأمین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی کامل محاسبه شده گیاه ذرت) و تیمار قطع آب در مراحل مختلف رشد در پنج سطح (بدون قطع آب در طول دوره رشد (شاهد)، یک بار قطع آب در مرحله هشت برگی، دوازده برگی، گرده‌افشانی و شیری) بودند. تیمارهای آزمایش از مرحله چهار تا پنج برگی گیاه (مرحله استقرار گیاهچه) اعمال و تا ده روز پیش از رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه ادامه داشت. برای تعیین حجم آب مورد نیاز هر کرت آزمایشی، مساحت دقیق هر کرت مشخص و سپس بر اساس مطالعات انجام شده توسط صارمی و همکاران (۱۳۷۴) و کلانتر احمدی و همکاران (۱۳۸۵) در منطقه و توصیه بر آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در خوزستان، زمانی که تبخیر به حدود ۷۰ میلی‌متر از تشتک رسید، مقدار آن با توجه به ضریب تشتک اصلاح و تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شد. ضرائب گیاهی ماهانه، بر اساس ضرائب گیاهی دوره‌های اولیه، میانی و انتهایی رشد از جداول نشریه شماره ۵۶ سازمان خوار و بار جهانی و چهار مرحله رشد گیاهی با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه طرح و پس از اعمال ضرایب اصلاحی مربوط به باد و رطوبت و سایر پارامترهای مؤثر، محاسبه شد. پس از ضرب تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شده در ضریب گیاهی ذرت در مراحل مختلف، تبخیر و تعرق گیاه از روابط پیشنهادی Allen *et al* (1998) محاسبه شد:

(۱)

$$ET_O = ET_P \times K_P$$

ET_O = تبخیر و تعرق پتانسیل (میلیمتر) ET_P = تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (میلیمتر) K_P = ضریب اصلاح تشتک تبخیر

1- Reactive Oxygen Speices (ROS)

www.SID.ir

Archive of SID

(۲)

$$ET_C = ET_O \times K_C$$

ETc = تبخیر و تعرق گیاهی (میلیمتر)

ET_O = تبخیر و تعرق پتانسیل (میلیمتر)

K_C = ضریب گیاهی

(۳)

$$I_n = ET_C - P_e$$

I_n = حجم آب مورد نیاز (میلیمتر)

ET_C = تبخیر و تعرق گیاهی (میلیمتر)

P_e = باران مؤثر با احتمال ۸۰ درصد (میلیمتر)

پس از تعیین حجم آب مورد نیاز گیاه در هر مرتبه آبیاری، بر اساس تیمار آبیاری و راندمان ۹۰ درصد، آبیاری با استفاده از پمپ، کنتور و لوله، به صورت یکنواخت انجام شد.

در طی مراحل رشد، محتوای نسبی آب برگ جهت بررسی چگونگی واکنش گیاه به تنش کمبود آب اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی محتوای نسبی آب برگ در مرحله ابریشم‌دهی، آخرین برگ کامل سه بوته از هر تیمار شاهد و تحت تنش، قبل از آبیاری، در حدود ساعت دوازده ظهر جدا و به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه بلافاصله دیسک‌هایی از این برگ‌ها تهیه و توزین شدند و وزن تازه آنها (FW[1]) ثبت گردید. پس از آن دیسک‌ها به مدت ۲۴ ساعت درون ظروف حاوی آب مقطر در دمای چهار درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا به حالت اشباع کامل رسیدند. سپس رطوبت سطح دیسک‌های برگی به آرامی و بدون فشار توسط کاغذهای آزمایشگاهی نم‌گیری و دیسک‌ها مجدداً وزن شدند و وزن مذکور به عنوان وزن اشباع (SW[2]) ثبت گردید. دیسک‌ها جهت محاسبه وزن خشک (DW[3]) به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و با استفاده از رابطه زیر محتوای نسبی آب برگ (RWC) محاسبه گردید:

(۴)

$$RWC = [(FW - DW)/(SW - DW)] \times 100$$

FW = وزن تازه برگ (گرم)، DW = وزن خشک برگ (گرم)، SW = وزن اشباع برگ (گرم)

قبل از آبیاری، میانگین درصد لوله شدن برگ با استفاده از کولیس در مزرعه و رابطه پیشنهادی Saneoka & Agata (1996) محاسبه شد.

$$\text{لوله‌ای شدن برگ (درصد)} = \left[\frac{\text{بیشترین عرض پهنک برگ در حالت پیچ خوردگی}}{\text{بیشترین عرض پهنک همان برگ در شرایط طبیعی بدون پیچ خوردگی}} \right] \times ۱۰۰ \quad (۵)$$

1 - Fresh weight
2 - Saturated weight
3 - Dry weight

www.SID.ir

Archive of SID

برای اندازه‌گیری غلظت کلروفیل a و b، در طی رشد قبل از آبیاری از هر کرت شاهد و تحت تنش، هفت برگ جدا و طبق شرح کار Ma & Dwyer (1997)، از قسمت میانی برگ‌ها یک گرم نمونه تازه تهیه گردید. به منظور استخراج کلروفیل، هر نمونه تازه با استن ۸۰ درصد در هاون چینی ساییده شد. محلول به دست آمده چندین بار از کاغذ صافی عبور داده شد تا بقایای نمونه برگ کاملا بیرنگ شود. حجم محلول به دست آمده با استفاده از استن ۸۰ درصد به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانیده شد و سپس با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، اپتیکال دانسیته عصاره برگ در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ قرائت گردید. برای محاسبه غلظت کلروفیل a و b از روابط Arnon (1975) استفاده شد:

(۶)

$$Chla = [12.7(D663) - 2.59(D645)] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

میلی‌گرم کلروفیل a در هر گرم برگ

(۷)

$$Chlb = [22.9(D645) - 4.69(D663)] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

میلی‌گرم کلروفیل b در هر گرم برگ

D = اپتیکال دانسیته عصاره کلروفیل در طول موج معین

V = حجم نهایی عصاره کلروفیل در استن ۸۰ درصد

W= وزن تازه نمونه برگ بر حسب گرم

رسیدگی دانه‌ها در هر سال با ایجاد لایه سیاه در قاعده دانه‌ها مشخص گردید و برداشت نهایی به صورت دستی از سطحی معادل دو متر مربع از دو خط میانی کاشت انجام گرفت. در آزمایشگاه بلال‌ها برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد دانه جدا شدند. جهت تعیین درصد رطوبت دانه و محاسبه عملکرد دانه، نمونه‌های تصادفی از دانه‌های هر کرت برداشت و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و با توجه به وزن اولیه دانه‌ها، عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۴ درصد تصحیح شد. به منظور تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اجرای این تحقیق و محاسبات همبستگی از نرم‌افزار پیشرفته آماری SAS استفاده شد. مقایسات میانگین ها به روش LSD و رسم نمودارها به کمک نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تفاوت بین سال‌ها از نظر صفات مورد بررسی معنی دار بود (جدول ۱). در هر دو سال اجرای پژوهش، وقوع گرد و خاک شدید در استان خوزستان به خصوص در شهریور ماه و دهه اول مهرماه، همزمان با رشد رویشی و گلدهی ذرت، اثر تنش قطع آب در این مراحل را تشدید کرد و باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گیاه شد. به نظر می‌رسد، کاهش عملکرد گیاه بر اثر این پدیده دلایلی چون کاهش ساعات آفتابی در طول روز و نشستن گرد و خاک بر سطح برگ‌های گیاه، کاهش جذب نور و تبادلات گازی توسط برگ‌ها وکاهش فتوسنتز بود. همچنین خشکی ابریشم‌ها و اختلال در گرده‌افشانی منجر به عدم تلقیح مناسب گیاه شد. در مواقعی که گرد و خاک با بادهای شدید همزمان بود، ورس گیاهان نیز با کاهش در جذب و انتقال مواد منجر به کاهش عملکرد گیاه شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - خلاصه نتایج تجزیه واریانس دوساله صفات مورد بررسی بر اساس میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد لوله شدن برگ	غلظت کلروفیل a در برگ بلال	غلظت کلروفیل b در برگ بلال	محتوای نسبی آب برگ گیاه‌درمرحله ابریشم دهی	عملکرد دانه
سال	۱	۲۷/۳۳**	۰/۳۳**	۰/۰۵**	۴۰/۷۲۳**	۵۲۲۲۸۴/۷ *
کم آبیاری	۲	۴۰۷۶/۴۵**	۲/۲۹**	۰/۳۹**	۱۲۶۱/۶۶**	۷۹۲۴۷۹۴/۷ **
سال × کم‌آبیاری	۲	۰/۷۵^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۲/۷۷ ^{ns}	۶۹۵۵۱/۷ ^{ns}
تکرار درون سال	۴	۰/۹۷^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۷/۳۹ *	۱۴۸۳۸۶/۱ ^{ns}
تنش خشکی	۴	۳۲۴۴/۰۰۵**	۱/۵۳**	۰/۲۹**	۴۹۵/۲۴**	۶۸۳۷۳۵۷۳/۲**
تنش‌خشکی × کم‌آبیاری	۸	۴۸/۸**	۰/۰۹۹**	۰/۰۲۳ **	۲/۴۷ ^{ns}	۳۳۳۰۶۷۹/۱**
سال × تنش‌خشکی	۴	۰/۲۸^{ns}	۰/۱۰۹**	۰/۰۳۳**	۰/۹۶ ^{ns}	۱۲۰۵۸۸۲/۵**
سال×تنش‌خشکی×کم‌آبیاری	۸	۰/۳۴^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۱/۷۹ ^{ns}	۲۲۴۱۱۹/۳ ^{ns}
خطا	۵۶	۰/۵۷۸	۰/۵	۰/۰۰۵	۲/۰۶	۱۳۸۹۸۶/۸
ضریب تغییرات (درصد)		۲	۵	۱۱	۲	۱۳

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطوح یک و پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی دار می باشد.

درصد لوله شدن برگ

اثر متقابل کم‌آبیاری و تنش قطع آب در مراحل مختلف رشد گیاه بر درصد لوله شدن برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تأثیر همزمان دو تیمار بر درصد لوله‌ای شدن برگ در دو تیمار تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه و عدم آبیاری در مرحله دوازده برگی و تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه و عدم آبیاری در مرحله هشت‌برگی، به ترتیب با ۶۷ و ۶۵ درصد اتفاق افتاد و کمترین درصد لوله‌ای شدن برگ به تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، بدون تنش مرحله‌ای در طول دوره رشد با میانگین ۸/۸ درصد تعلق گرفت (جدول ۳). تأثیر تنش کم آبی و قطع آب بر گیاه ذرت، نشان از اهمیت برگ ذرت به عنوان اولین منبع در تولیدات فتوسنتزی گیاه و در نتیجه تأثیر قوی و مثبت آن بر رشد و عملکرد ذرت دارد. در این تحقیق، مراحل رشد رویشی نسبت به تنش قطع آب از نظر صفت لوله‌ای شدن برگ حساس‌تر بودند، احتمالاً این مسأله به دلیل عدم توسعه کامل سیستم ریشه‌ای ذرت تا زمان وقوع تنش در مراحل رویشی، در واکنش گیاه برای مقابله با شرایط کم‌آبی می باشد. به طور کلی با افزایش شدت کم‌آبیاری، اثر تنش قطع آب مرحله‌ای بر درصد لوله‌ای شدن برگ افزایش یافت (جدول۳). این اثر در مراحل رشد رویشی که برگ‌های گیاه جوان‌تر و دارای محتوای نسبی آب بالاتری هستند، بیشتر بود و در مراحل گرده‌افشانی و شیری به دلیل پیر شدن برگ‌ها و کاهش محتوای نسبی آب برگ، تنش قطع آب اثر کمتری بر درصد لوله شدن برگ‌ها داشت. این یافته با نتایج علوی فاضل (۱۳۸۹) و لک (۱۳۸۵) مطابقت داشت. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار عملکرد دانه با درصد لوله‌ای شدن برگ (جدول۴) و کاهش عملکرد مشاهده شده در تیمارهای تحت تنش نسبت به تیمار شاهد، به نظر می‌رسد لوله‌ای شدن برگ‌ها در تیمارهای کم آبیاری و تنش قطع‌آب به صورت یک مکانیسم حفاظتی عمل کرده و با کاهش سطح فتوسنتزکننده و در نتیجه میزان فتوسنتز، عرضه مواد پرورده به بلال را کاهش داده و تأثیر منفی بر رشد بلال داشته است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ - مقایسه میانگین‌های دو ساله صفات مورد مطالعه در اثر تیمارها

تیمار	لوله شدن برگ (درصد)	غلظت کلروفیل a در برگ بلال (میلی‌گرم در هر گرم برگ)	غلظت کلروفیل b در برگ بلال (میلی‌گرم در هر گرم برگ)	محتوای نسبی آب برگ گیاه در مرحله ابریشم دهی (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم‌درهکتار)
تنش خشکی *					
بدون تنش مرحله‌ای	۱۹/۳۴	۲/۵۷۸	۰/۸۶۳	۸۴/۴۷	۵۴۰۰
تنش در مرحله ۸ برگی	۵۰/۴۶	۱/۹۵۸	۰/۵۹۷	۷۴/۲۶	۲۵۱۰
تنش در مرحله ۱۲برگی	۵۱/۶۶	۱/۹۱۴	۰/۵۹۰	۷۳/۶۷	۱۷۹۰
تنش در مرحله گرده افشانی	۴۵/۹۶	۱/۸۷۸	۰/۵۴۷	۷۱/۱۴	۱۱۶۰
تنش در مرحله شیری	۳۶/۰۴	۲/۱۹	۰/۷۰۶	۷۳/۰۸	۳۰۹۰
LSD5%	۰/۴۹۲	۰/۳۰۵	۰/۱۶۸	۰/۹۱	۱۰۲۰
کم‌آبیاری **					
تامین ۱۰۰ درصد نیازآبی گیاه	۳۰/۶۱	۲/۳۹۷	۰/۷۷۵	۸۱/۴۱	۳۷۷۰
تامین ۸۰ درصد نیازآبی گیاه	۳۸	۲/۰۶۵	۰/۶۶۲	۷۶/۰۶	۳۰۳۰
تامین ۶۰ درصد نیازآبی گیاه	۵۳/۴۶	۱/۸۴۹	۰/۵۴۶	۶۸/۵	۱۵۶۰
LSD5%	۰/۹۶	۰/۰۵۸	۰/۰۹۹	۱/۸۵	۲۹۰

* میانگین هر یک از تیمارهای تنش خشکی از میانگین هر سطح تنش خشکی در تیمارهای کم آبیاری به دست آمده است.

** میانگین هر یک از تیمارهای کم آبیاری از میانگین هر سطح کم آبیاری در تیمارهای تنش خشکی به دست آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ – مقایسه میانگین های دو ساله اثر متقابل عوامل آزمایشی بر صفات مورد بررسی

تیمار (کم آبیاری و تنش خشکی)		لوله شدن برگ (درصد)	غلظت کلروفیلaدر برگ بلال (میلی‌گرم در هرگرم برگ)	غلظت کلروفیلb در برگ بلال (میلی‌گرم در هر گرم برگ)	محتوای نسبی آب برگ گیاه در مرحله ابریشم دهی (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم‌درهکتار)
کم آبیاری	تنش خشکی					
	بدون تنش مرحله‌ای *	۸/۷۸	۳/۱۰۳	۱/۰۹۲	۸۹/۸۹	۷۵۰۰
	تنش در مرحله ۸ برگی	۳۸/۹۵	۲/۱۵۵	۰/۶۸۰	۷۹/۹۱	۳۲۰۰
تأمین ۱۰۰ درصد نیازآبی گیاه	تنش در مرحله ۱۲برگی	۳۹/۱۸	۲/۱۰۱	۰/۶۴۸	۷۹/۶۵	۲۳۰۰
	تنش در مرحله گرده افشانی	۳۶/۵۸	۲/۰۸۲	۰/۶۲۶	۷۷/۷۶	۱۶۰۰
	تنش در مرحله شیری	۲۹/۵۸	۲/۵۴۷	۰/۸۲۸	۷۹/۸۳	۴۱۵۰
	بدون تنش مرحله‌ای *	۱۴/۷۵	۲/۴۵۸	۰/۸۳۸	۸۵/۰۲	۵۸۷۰
	تنش در مرحله ۸ برگی	۴۷/۴۷	۱/۹۶۵	۰/۶۰۳	۷۵/۲۲	۲۸۵۰
تأمین ۸۰ درصد نیازآبی گیاه	تنش در مرحله ۱۲برگی	۴۹/۱۲	۱/۹۲۵	۰/۶۱۰	۷۵/۰۵	۲۰۳۰
	تنش در مرحله گرده افشانی	۴۴/۴۸	۱/۸۶۱	۰/۵۵۱	۷۱/۶	۱۳۴۰
	تنش در مرحله شیری	۳۴/۲۰	۲/۱۱۷	۰/۷۰۵	۷۳/۴۲	۳۰۹۰
	بدون تنش مرحله‌ای *	۳۴/۵۰	۲/۱۷۵	۰/۶۵۸	۷۸/۵	۲۸۳۰
	تنش در مرحله ۸ برگی	۶۴/۹۷	۱/۷۵۳	۰/۵۰۸	۶۷/۶۵	۱۴۶۰
تأمین ۶۰ درصد نیازآبی گیاه	تنش در مرحله ۱۲برگی	۶۶/۶۸	۱/۷۱۷	۰/۵۱۳	۶۶/۳۱	۱۰۳۰
	تنش در مرحله گرده افشانی	۵۶/۸۲	۱/۶۹۲	۰/۴۶۳	۶۴/۰۶	۴۹۰
	تنش در مرحله شیری	۴۴/۳۳	۱/۹۰۷	۰/۵۸۵	۶۶	۲۰۲۰
LSD5%		۰/۸۶	۰/۱۳۴	۰/۰۹۷	۱/۶۶	۵۲۰

* منظور از بدون تنش مرحله ای در هر سطح کم آبیاری، این است که عدم آبیاری (تنش خشکی) در مراحل مختلف رشد در سطح مذکور انجام نشده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ - ضریب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی

	غلظت کلروفیلa در برگ بلال	غلظت کلروفیل b در برگ بلال	درصد لوله شدن برگ	محتوای نسبی آب برگ گیاه در مرحله ابریشم دهی
غلظت کلروفیل b در برگ بلال	۰/۹۲**			
درصد لوله شدن برگ	-۰/۸۷ **	-۰/۸۱ **		
محتوای نسبی آب برگ گیاه در مرحله ابریشم دهی	۰/۸۵ **	۰/۷۸**	-۰/۸۶ **	
عملکرد دانه	۰/۸۴ **	۰/۷۹ **	-۰/۸۶ **	۰/۸۱ **

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطوح یک و پنج درصد ، ns اختلاف معنی دار نیست.

بر اساس نتایج تحقیق، لوله‌ای شدن برگ با غلظت کلروفیل a و b نیز همبستگی منفی و معنی‌دار داشت (جدول۴)، زیرا در زمان لوله‌ای شدن برگ‌ها، سطح فتوسنتز کننده و در نتیجه توان فتوسنتزی گیاه کاهش یافت. علوی‌فاضل (۱۳۸۹) نیز به نتایج مشابهی دست یافت و دلیل آن را اثر درصد لوله‌ای شدن برگ بر سنتز کلروفیل a ، b و کاهش پتانسیل فتوسنتزی برگ عنوان نمود.

غلظت کلروفیل a

همچنین اثر کم‌آبیاری در طول دوره و تنش قطع آب مرحله‌ای و اثر متقابل کم آبیاری و عدم آبیاری در برخی مراحل رشد، بر غلظت کلروفیل a معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین غلظت کلروفیل a در تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیازآبی گیاه، بدون تنش مرحله‌ای در طول دوره رشد، با میانگین ۳/۱ میلی‌گرم در هر گرم برگ به دست آمد و کمترین غلظت کلروفیل a به تیمار تأمین ۶۰ درصد نیازآبی گیاه و تنش قطع آب در مرحله گلدهی با میانگین ۱/۷ میلی‌گرم در هر گرم برگ اختصاص یافت (جدول ۳). اثر وقوع همزمان تنش قطع آب و کم‌آبیاری، بر غلظت کلروفیل **a**، با افزایش شدت کم‌آبیاری، بیشتر شد. در تیمار آبیاری کامل و همچنین همزمان با تیمارهای کم آبیاری، تیمارهای یک‌بار عدم آبیاری در مراحل رویشی، با تیمار تنش قطع آب در مرحله گلدهی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). کاهش کلروفیل در شرایط تنش خشکی شدید را می‌توان به کندی سرعت سنتز و یا تجزیه سریع کلروفیل منتسب نمود. Piekielek & Fox (1992) دلیل کاهش محتوای کلروفیل در هنگام بروز تنش خشکی را کاهش کارآیی استفاده از کربن و افزایش تولید اتانول و لاکتات گزارش نمودند. منصوری فر و همکاران (۱۳۸۹) به نقل از آلبرت و تورنبر با بررسی اثرات تنش کم‌آبی بر محتوی و ترتیب کلروفیل‌های مزوفیلی و غلاف آوندی برگ‌های ذرت اظهار داشتند که بر اثر تنش کم آبی، میزان کلروفیل برگ کاهش می‌یابد و این کاهش کلروفیل به خاطر نقصان در لاملای کلروفیل می‌باشد، تنش خشکی در مراحل مختلف رشد باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی و بازسازی روبیسکو می‌شود و در نهایت با عدم فعالیت کلروپلاست بر اثر عدم تأمین آب کافی، پیری برگ‌ها اتفاق می‌افتد و سطح برگ کاهش می‌یابد. لک (۱۳۸۵) کاهش سنتزکلروفیل را با کاهش محتوای رطوبت نسبی آب برگ بر اثر تنش کم آبیاری در ارتباط دانست.

در تمام تیمارهای کم‌آبیاری، عدم آبیاری در مرحله شیری شدن همواره کمترین اختلاف (بین ۱۲ تا ۱۷ درصد) را با تیمار بدون تنش

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله‌ای در طول دوره رشد داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد، شرایط آب و هوایی در زمان شیری شدن دانه، اثر تنش قطع آب را تا حدودی کاهش داده است. در این تحقیق تنش رطوبتی، منجر به کاهش غلظت کلروفیل a و به تبع آن کاهش سبزینگی گیاه، افت جذب نور و در نتیجه کاهش عملکرد شد. این نتیجه با دستاوردهای منصوری‌فر و همکاران (۱۳۸۹) مطابقت داشت. علوی فاضل (۱۳۸۹) بیان داشت، تنش قطع آب با محدودسازی ظرفیت فتوسنتزی گیاه و کاهش تجمع ماده خشک، کلروپلاست‌ها را تحت تأثیر قرار داده و با پیری زودرس برگ‌ها، غلظت کلروفیل a را کاهش داد. از دستاوردهای این تحقیق چنین برداشت می‌شود که در عدم آبیاری در مراحل هشت و دوازده برگی، آبیاری مجدد باعث بهبود فتوسنتز خالص برگ و آغاز مجدد رشد و تجمع ماده خشک شد که می‌تواند حاکی از این باشد که اجزای دستگاه فتوسنتزی به ویژه کلروفیل a هنوز آسیب جبران ناپذیری ندیده است. در تیمار عدم آبیاری در مرحله گلدهی به دلیل پیر شدن برگ‌ها و عدم جبران کاهش فتوسنتز، به دلیل آسیب دستگاه فتوسنتزی، کاهش غلظت کلروفیل a مشاهده شد، همچنین به نظر می‌رسد، کاهش محتوی نسبی آب برگ، از جمله عوامل مؤثر در تخریب و کاهش کلروفیل a باشد. در این تحقیق نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار بین محتوی نسبی آب برگ با غلظت کلروفیل a مشاهده شد (جدول۴).

غلظت کلروفیل b

اثر کم‌آبیاری در طول دوره و تنش قطع آب مرحله‌ای و اثر متقابل کم آبیاری و عدم آبیاری در برخی مراحل رشد بر غلظت کلروفیل b نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین غلظت کلروفیل b به تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیازآبی گیاه، بدون تنش مرحله‌ای در طول دوره رشد، با میانگین ۱/۰۱ میلی‌گرم در هر گرم برگ و کمترین غلظت کلروفیل b با ۵۳ درصد کاهش، به تیمار تأمین ۶۰ درصد نیازآبی گیاه و تنش قطع آب در مرحله گلدهی با میانگین ۰/۴۶ میلی‌گرم در هر گرم برگ اختصاص یافت (جدول ۳). احتمالاً پیری برگ‌ها و عدم توانایی در رشد مجدد مناسب پس از آبیاری، عامل تشدید کننده اثر تنش قطع آب در مرحله گلدهی بر کاهش غلظت کلروفیل b می باشد. در بررسی اثر همزمان تنش قطع آب و کم‌آبیاری، کاهش غلظت کلروفیل b نسبت به تیمار بدون تنش مرحله‌ای در هر تیمار کم‌آبیاری، در مقایسه با غلظت کلروفیل a بیشتر بود. این یافته با دستاوردهای ساکی‌نژاد (۱۳۸۲) مطابقت داشت. این محقق گزارش نمود حساسیت کلروفیل b در شرایط تنش خشکی بیشتر بوده و سنتز کلروفیل b زودتر از کلروفیل a متوقف می‌شود. همبستگی مثبت و معنی‌دار غلظت کلروفیل a و b، بیانگر روند تغییرات مشابه غلظت این دو صفت مورد بررسی است (جدول ۴). در تمام تیمارهای کم‌آبیاری، یک‌بار تنش قطع آب، منجر به کاهش غلظت کلروفیل b شد. علوی فاضل (۱۳۸۹) کاهش محتوی نسبی آب برگ را از جمله عوامل مؤثر در تخریب و کاهش کلروفیل b گزارش نمود. یافته‌های کلامیان و همکاران (۱۳۸۵) نیز نشان داد که اعمال تنش کم آبی در هر دو مرحله رویشی و زایشی ذرت منجر به کاهش معنی‌دار محتوی کلروفیل نسبت به تیمار شاهد می‌گردد. در تحقیقات سایر محققین نیز اختلال در سنتز کلروفیل a و b در شرایط تنش خشکی ارائه شده است (طباطبایی،۱۳۹۰; علوی

www.SID.ir

Archive of SID

فاضل، ۱۳۸۹; لک، ۱۳۸۵; مجدم،۱۳۸۵; ساکی‌نژاد، ۱۳۸۲ و Mansouri Far *et al*., 2010). رفیعی و همکاران (۱۳۸۲) گزارش دادند که تنش خشکی موجب کاهش مقدار کلروفیل در سلول‌های مزوفیلی و غلاف آوندی برگ‌های ذرت گردید. بر اساس دستاوردهای این تحقیق، نسبت غلظت کلروفیل a به کلروفیل b، در شرایط تنش قطع آب و کم‌آبیاری افزایش یافت، به طوری‌که این نسبت از ۲/۸ در تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیازآبی گیاه، بدون تنش مرحله‌ای در طول دوره رشد به ۳/۶ در تیمار تأمین ۶۰ درصد نیازآبی گیاه و عدم آبیاری در مرحله گلدهی افزایش یافت (جدول ۳). این مسئله می‌تواند، بیانگر حساس‌تر بودن کلروفیل b نسبت به شرایط تنش کمبود آب باشد. صالحی و همکاران (۱۳۸۳) و ساکی نژاد (۱۳۸۲) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. طبق گزارش‌ها کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی به علت تجزیه آن است (Schutzz & Fangmeier, 2001). همچنین کاهش غلظت کلروفیل را در شرایط تنش خشکی به اثر فعالیت آنزیم کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و درنهایت تجزیه کلروفیل نسبت داده‌اند (Ashraf *et al*., 1994). از آنجا که کلروفیل‌ها ملکول‌های ضروری هستند که مسئول دریافت انرژی خورشیدی در سیستم‌های فتوسنتزی می‌باشند و غلظت آنها به عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته شده است، لذا کاهش آنها در شرایط تنش کم آبی می‌تواند به عنوان یک عامل محدودکننده غیرروزنه‌ای به حساب آید (Tanaka & Tanaka ,2006) و با کاهش توان فتوسنتزی گیاه منجر به کاهش عملکرد اقتصادی گیاه شود.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد، تفاوت بین سال‌ها از نظر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۱). همچنین اثر کم آبیاری در طول دوره و قطع آب در برخی مراحل رشد و اثر متقابل تیمارها بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول۱). بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل بدون قطع آب در مراحل رشد، با میانگین ۷۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در تیمار ۶۰ درصد آبیاری کامل با تنش خشکی در مرحله گلدهی با میانگین ۴۹۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). تنش قطع آب، هم مرحله رویشی و هم مرحله زایشی را تحت تأثیر قرار داد، به طوری‌که این کاهش در تیمار آبیاری کامل همزمان با یک‌بار عدم آبیاری در تیمارهای هشت برگی، دوازده برگی، گرده‌افشانی و شیری شدن دانه به ترتیب و به طور میانگین ۵۷، ۶۹، ۷۸ و ۴۵ درصد بود (جدول۳). به نظر می‌رسد، تنش کمبود آب در مرحله رویشی از طریق کاهش سطح برگ و فتوسنتز در واحد سطح برگ و در مرحله زایشی به واسطه عدم تلقیح دانه‌ها، کاهش دوره پرشدن دانه‌ها، کوچک شدن دانه‌ها و کاهش وزن دانه‌ها عملکرد دانه را کاهش داد. رشیدی (۱۳۸۴) گزارش نمود تنش خشکی در مرحله رشد رویشی حداقل اثر را بر عملکرد دانه داشته و بیشترین کاهش عملکرد دانه بر اثر اعمال تنش در مرحله رشد زایشی بود.

Alavi fazel *et al* (2013) و Mousavi *et al* (2013) نیز گزارش دادند که بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل و کمترین عملکرد در تیمار قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی به دست آمد. Eck (1986) گزارش داد که تنش کمبود آب در مرحله رویشی و زایشی تعداد دانه و در مرحله

www.SID.ir

Archive of SID

پرشدن دانه، وزن دانه را کاهش داد و باعث کاهش عملکرد دانه گردید، کمبود آب زمینه کاهش شاخص سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ را فراهم آورده و با کاهش عرضه مواد پرورده و تأثیر منفی آن بر تولید دانه در بلال باعث کاهش عملکرد دانه شد. لک (۱۳۸۵) و ساکی‌نژاد (۱۳۸۲) تغییر در اجزای عملکرد و کاهش عملکرد دانه در شرایط کم‌آبی را ناشی از کاهش فتوسنتز و عرضه مواد فتوسنتزی بر اثر کاهش سطح برگ، کاهش محتوای نسبی آب برگ، بسته‌شدن روزنه‌ها و لوله‌ای شدن برگ دانستند.

محتوای نسبی آب برگ

اثر کم‌آبیاری در طول دوره و تنش قطع آب مرحله‌ای بر محتوای نسبی آب برگ معنی‌دار بود، اما اثر متقابل کم‌آبیاری و تنش قطع آب بر صفت مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول ۱). در بین تیمارهای کم‌آبیاری، بیشترین محتوای نسبی آب برگ با میانگین ۸۱/۴ درصد به تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیازآبی گیاه اختصاص یافت و با افزایش کم‌آبیاری، محتوای نسبی آب برگ کاهش یافت، به طوری‌که در تیمار تأمین ۶۰ درصد نیازآبی گیاه مقدار آن به حدود ۶۸/۵ درصد رسید. در بین تیمارهای تنش قطع آب مرحله‌ای، بیشترین مقدار محتوای نسبی آب برگ به تیمار بدون تنش در طول دوره رشد با میانگین ۸۴/۵ درصد و کمترین مقدار آن به تیمار عدم آبیاری در مرحله گلدهی با میانگین ۷۱/۱ درصد اختصاص یافت (جدول ۲). در تیمارهای تنش قطع آب در مراحل هشت و دوازده برگی، در زمان وقوع تنش به دلیل داشتن برگ‌های جوان‌تر نسبت به سایر تیمارهای تحت تنش، برگ‌ها بیشتر لوله‌ای شدند، بنابراین سطح برگ کاهش یافت و به این ترتیب محتوای نسبی آب برگ در سطح بالاتری حفظ شد. به نظر می‌رسد عامل کاهش محتوای نسبی آب برگ تحت تأثیر کم آبیاری، عدم دسترسی گیاه به حجم آب کافی برای تنظیمات اسمزی در محدوده توسعه ریشه باشد. این نتایج با دستاوردهای علوی فاضل (۱۳۸۹)، لک (۱۳۸۵)، جلیلیان (۱۳۸۹)، خزاعی و همکاران (۱۳۸۴) و Mansouri Far *et al* (2010) تطابق داشت. علوی فاضل (۱۳۸۹) گزارش داد که عدم آبیاری در مرحله گلدهی با تأثیر بر اندازه سلول، کاهش فضای بین سلولی و افزایش ضخامت لایه پارانشیمی برگ که بخشی حاصل پیرشدن برگ‌ها در مرحله گلدهی است، باعث کاهش شدید محتوای نسبی آب برگ و در نتیجه فعالیت فتوسنتزی و عملکرد گیاه در تیمار تنش در مرحله گلدهی می‌گردد. در این تحقیق، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و محتوای نسبی آب برگ مشاهده شد (جدول ۴).

محتوای نسبی آب برگ شاخصی از وضعیت آب گیاه است (خزاعی و همکاران، ۱۳۸۴). محتوای آب نسبی بالاتر برگ ممکن است از طریق قابلیت تنظیم اسمزی و با توانایی ریشه در جذب آب حاصل شود (Blum *et al*., 1981). از آنجا که محتوای نسبی آب برگ، رطوبت گیاه در شرایط واقعی نسبت به شرایط آماس کامل را بیان می‌کند، بنابراین با افزایش شدت تنش خشکی و یا کم آبیاری، گیاه از شرایط آماس کامل فاصله گرفته و محتوای نسبی آب برگ کاهش می‌یابد. بنابراین به نظر می‌رسد تنش کمبود آب، با تأثیر بر آماس سلولی و در نتیجه باز و بسته شدن روزنه‌ها، فرآیندهای فتوسنتز، تنفس و تعرق را کنترل کرده و با تأثیر بر فرآیندهای آنزیمی که به‌طور مستقیم

www.SID.ir

Archive of SID

تحت کنترل پتانسیل آب هستند، بر رشد گیاه اثر منفی گذاشت.

نتیجه‌گیری

به طور خلاصه صفات مورد بررسی در این تحقیق با تأثیر بر عملکرد اقتصادی گیاه، منجر به صدمات جبران ناپذیر به محصول خواهند شد. بنابراین انتظار می‌رود با جلوگیری و یا به حداقل رساندن تأثیرات تنش، در راستای افزایش عملکرد گیاه گام برداشت. بر اساس نتایج این تحقیق، لوله‌ای شدن برگ‌ها، با کاهش عرضه مواد پرورده به بلال، تأثیر منفی بر رشد بلال و در نتیجه عملکرد داشت. از آنجا که این تغییر فیزیولوژیکی سریع یک مکانیسم حفاظتی برای اجتناب از تنش خشکی در گیاه است و تمام تیمارهای مورد بررسی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر صفت مذکور داشتند، باید راهکارهای به زراعی برای به حداقل رساندن آن را به کار برد. همچنین به نظر می‌رسد به دلیل کاهش محتوای نسبی آب برگ در شرایط کمبود آب، عدم توسعه سلول و در نتیجه سطح برگ اتفاق افتد که با تأثیر بر آماس سلولی و در نتیجه باز و بسته شدن روزنه‌ها، فرآیندهای فتوسنتز، تنفس و تعرق را کنترل کرده و با تأثیر بر فرآیندهای آنزیمی که به‌طور مستقیم تحت کنترل پتانسیل آب هستند، بر رشد گیاه اثر منفی می‌گذارد، بنابراین باید از قرار گرفتن گیاه در معرض تنش قطع آب به ویژه در مراحل حساس رشد اجتناب کرد. در این تحقیق همبستگی مثبت و معنی‌دار بین محتوای نسبی آب برگ و غلظت کلروفیل مشاهده شد. با توجه به اهمیت کلروفیل در فتوسنتز گیاه، در خصوص جلوگیری از کاهش غلظت کلروفیل، می‌توان راهکارهای زراعی را در جهت افزایش و یا به حداقل رساندن اثر تنش به کار برد. برای نمونه از آنجا که نیتروژن عامل مهمی در رشد و نمو و ساخته شدن کلروفیل می‌باشد، احتمالا با مصرف نیتروژن کامل می‌توان تا حدی از خسارت‌های ناشی از تنش کم‌آبی کاست. همچنین با توجه به حساسیت زیاد صفات فیزیولوژیکی نسبت به تنش آبی و رابطه این صفات با عملکرد دانه، لازم است از وقوع تنش آبی در مراحل حساس رشد گیاه جلوگیری نمود.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی و سازمان آب و برق خوزستان به خاطر حمایت‌های مادی و معنویشان تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

احمدی، ع. و ع. سی و سه مرده. ۱۳۸۳. اثر تنش خشکی بر کربوهیدرات‌های محلول، کلروفیل و پرولین در چهار رقم گندم سازگار با شرایط متفاوت اقلیمی ایران، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، شماره ۳: ۷۶۳-۷۵۳.

جلیلیان، ع.، ر. قبادی، و ا. فرنیا. ۱۳۸۹. بررسی واکنش برخی از ویژگی های دستگاه فتوسنتزی و محتوای نسبی آب برگ ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴ به مقادیر مختلف کود نیتروژن در رژیم های متفاوت آبیاری، پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، دانشکده کشاورزی

خزاعی، ح.، ع. محمدآبادی، و ا. برزویی. ۱۳۸۴ . بررسی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک انواع ارزن در رژیم های مختلف آبیاری، مجله پژوهش های زراعی ایران، جلد ۳، شماره ۱: ۴۴-۳۵.

www.SID.ir

Archive of SID

رشیدی، ش. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت TC647 در شرایط آب و هوایی خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ۱۵۱ص.

ساکی‌نژاد، ط. ۱۳۸۲. مطالعه اثر تنش آب بر روند جذب عناصر ازت، فسفر، پتاسیم و سدیم در دوره‌های مختلف رشد، با توجه به خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ذرت در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان نامه دوره دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز، ۲۸۸ ص.

صارمی، م. و س. ع. سیادت. ۱۳۷۴. اثر تنش ناشی از فواصل آبیاریها روی عملکرد و اجزای عملکرد و خصوصیات مرفولوژیکی ذرت رقم ۷۰۴ تحت شرایط آب و هوایی اهواز. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان.

صالحی، م.، ع. کوچکی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۳. میزان نیتروژن و کلروفیل برگ به عنوان شاخصی از تنش خشکی در گندم، مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۱، شماره ۲: ۲۰۴-۱۹۹.

طباطبائی، ع.، ا. مهرانی، و س. م. نقیب القرا. ۱۳۹۰. بررسی فواصل آبیاری در هیبریدهای ذرت بمنظور کاهش آب مصرفی و بیشترین عملکرد، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

علوی فاضل، م. ۱۳۸۹. تأثیر عدم آبیاری در برخی مراحل رشد بر صفات آگروفیزیولوژیکی وابسته به عملکرد ذرت دانه‌ای هیبرید SC-704 در الگوها و تراکم‌های مختلف کاشت در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان نامه دوره دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ۵۹۹ ص.

کلامیان، س.، ع. م. مدرس ثانوی، و خ. محمدی. ۱۳۸۵. تغییرات متابولیت‌های سازگار و خصوصیات کلروفیل در هیبریدهای پربرگ و تجاری ذرت در شرایط کمبود آب در مراحل مختلف رشد، همایش منطقه ای بهینه سازی کمیت و کیفیت محصولات دیم، دانشگاه آزاد اسلامی کرمانشاه.

کلانتر احمدی، ا.، س. ع. سیادت، م. برزگری، و ق. فتحی. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر تنش رطوبتی بر خصوصیات مرفولوژیک‌وعملکرد دانه هیبریدهای تجاری ذرت درشرایط اقلیمی دزفول، مجله علمی کشاورزی، جلد۲۹، شماره ۱ : ۳۱-۴۲.

لک، ش. ۱۳۸۵. اثرات تنش کمبود آب بر خصوصیات اگروفیزیولوژیکی و عملکرد ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته در شرایط آب و هوایی خوزستان. پایان نامه دوره دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ۳۳۰ ص.

مجدم، م. ۱۳۸۵. اثرات تنش کمبود آب و مدیریت مصرف نیتروژن بر خصوصیات اگروفیزیولوژیکی و عملکرد دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط آب و هوایی خوزستان. پایان نامه دوره دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ۲۲۲ ص.

منصوری‌فر، س.، ع. م. مدرس ثانوی، و خ. محمدی. ۱۳۸۹. تأثیر تنش کم آبی و نیتروژن بر عملکرد دانه و متابولیت‌های سازگاری دو رقم ذرت هیبرید میان‌رس، مجله دانش آب و خاک، جلد ۲۰/۱.شماره ۲. ص ۴۵-۲۹.

www.SID.ir

Archive of SID

Alavi Fazel M, Sh. Lack, M. Sheykhi Nasab. 2013. The Effect of Irrigation-off at some Growth Stages on Remobilization of Dry Matter and Yield of Corn Hybrids. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(20): 2372-2378.

Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes, M. Smit. 1998. Crop Evapotranspiration Irrig. Drain. Paper 56, FAO, Rome.

Alluri, K., B. S. Vergara. 1976. Leaf angle and drought resistance in upland rice. SABRAO J. 8: 41-4.

Arnon, D. I. 1975. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoxidase in Baba vulgaris L. Plant Physiol. 45 : 1-15.

Ashraf, M. Y., A. R. Azim, A. H. Khan, S. A. Ala .1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.). Acta Physiologia Plantarum. 16: 185-191.

Blum, A., G. Gozlan, J. Mayer. 1981. The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. crop Science. 21: 495-499.

Eck, H. V. 1986. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. Agronomy Journal.76: 421-428.

Gomosta, A. R., F. A. Begum, M. Z. Hoque. 1981. Leaf rolling and unrolling behavior in relation to soil moisture tension and climate factors. Int. Rice Res. Newsl. 6(3): 25-26.

Habibi, D., M. Mashdi Akbar Boojar, A. Mahmoudi, M. R. Ardakani, D. **Taleghani.** 2004. Antioxidative enzyme in sunflower subjected to drought stress. 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia, 26 September-1Octobr pp: 1-4.

Hopkins, W. G., N. P. Huner. 2004. Introduction to plant physiology (3 rd ed). John Wiely & Sons, Inc. New york. 560 p.

Ma, B. L. and L. M. Dwyer. 1997. Determination of nitrogen status in maize senescing leaves. J. Plant Nutr. 20(1): 1-8

Mansouri Far, C., S. A. M. Modarres Sanavy, S. F. Saberali. 2010. Maize yield response to deficit irrigation during low-sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions. Agricultural Water Management. 97: 12–22.

Mittler, R. 2002. Oxidative stress,antioxidant and stress tolerance. Ann. Rev. Plant Science. 7:405-415.

Mohanty, N. 2003. Photosynthetic characteristics and enzymatic antioxidant capacity of flag leaf and the grain yield in two cultivars of *Triticum aestivum* (L.) exposed to warmer growth conditions. J. Plant Physiol. 160: 71-74.

Mujeeb, U., r. Rahman, G. u. l. Sheereen, A. Ishfaq. 2004. Effects of Water stress on Growth and Photosynthetic Pigments of Corn (*Zea mays* L.) Cultivars. INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE & BIOLOGY 1560–8530/2004/06–4–652–655.

Piekielek, W. P., R. H. Fox. 1992. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. Agronomy Journal. 84: 59-65.

Sairam, R. K., D. C. Saxena. 2000. Oxidative stress and antioxidant in wheat genotypes : possible mechanism of water stress tolerance. J. Agronomy and Crop Sci, 184: 55-61.

Sanchez-Rodrıguez, E., M. Rubio-Wilhelmi, L. M. Cervilla, B. Blasco, J. J. Rios, M. A. Rosales, L. Romero, J. M. Ruiz. 2010. Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. Plant Science. 178:30–40.

www.SID.ir

Archive of SID

Turkan, I., M. Bor, M.Ozdemir, M. Koca. 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought - tolerant P. acutifolius Gray and drought-sensitive P. vulgaris L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Sci. 168:223-231.

Xiong, L., M. Schumaker, J. K. Zhu. 2002. Cell signaling during cold, drought, and salt stress. The plant Cell. 14: 165- 183.

Zaidi, P., H. Mamata Yadav, D. K. Singh, and R. P. Singh. 2008. Relationship Between Drought and Excess Moisture Tolerance in Tropical Maize (*Zea mays* L.). Australian Journal of Crop Science. 1(3):78-96 .

Saneoka, H. S., W. Agata. 1996. Cultivar differences in dry matter production and leaf water relations in water- stressed maize. Grassland Sci. 41 (4) : 294-301.

Schutzz, M., A. Fangmeier. 2001. rowgh and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. CV. Minaret) to elevated CO2 and water limitation. Environmental Pollution. 114: 187- 194.

Tanaka, A., R.Tanaka. 2006. Chlorophyll metabolism. Plant Biology. 9: 248-255.

Tagheian aghdam A, S. R. Hashemi, A. Khashei, and A. Shahidi. 2014. Effects of Various Irrigation Treatments on Qualitative and Quantitative Characteristics of Sweet Corn. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 8 (9): 1165-1173.

www.SID.ir