مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰

مجله پژوهش‌های به زراعی

بررسی تغییرات تبادلات گازی، فتوسنتز و عملکرد دانه‌ی ارقام مختلف آفتابگردان در شرایط تنش خشکی

مهدی مهرپویان *

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد میانه، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نبات، میانه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۷/۲۱

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش کم آبی بر فتوسنتز، تبادلات گازی و عملکرد چهار رقم آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان اجرا شد. سطوح تنش کم آبی شامل: تأمین آب کامل به عنوان شاهد، تنش کم آبی در مرحله تشکیل طبق، تنش کم آبی در مرحله گلدهی و تنش کم آبی در مرحله پر شدن دانه در کرت های اصلی و چهار رقم هیبرید آفتابگردان مستر، لاکومکا، یوروفلور و آذرگل در کرت های فرعی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر کمبود آب بر عملکرد دانه معنی دار بود و تنش خشکی باعث کاهش عملکرد در سه مرحله تنش نسبت به شاهد در هر چهار رقم شد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم آذرگل از آبیاری مطلوب به دست آمد. تنش در مرحله تشکیل طبق بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد داشت و باعث کاهش شدید عملکرد شد، به طوری که در ارقام مستر، لاکومکا، آذرگل و یوروفلور به ترتیب کاهش۶۲، ۵۲، ۶۵ و ۶۳ درصدی عملکرد دانه را موجب شد. همچنین سطوح تنش تأثیر معنی داری بر صفات فیزیولوژیک داشتند، به طوری که تنش کم آبیاری در مرحله تشکیل طبق در ارقام مستر، لاکومکا، آذرگل و یوروفلور به ترتیب کاهش ۲۶، ۲۷، ۲۰ و ۳۰ درصد، در مرحله گلدهی کاهش۴۲، ۲۴، ۲۲و ۳۹ درصدی و در مرحله پرشدن دانه کاهش ۳۴، ۲۲، ۱۶، ۲۵ درصدی را در سرعت فتوسنتز موجب شد. تنش ایجاد شده در هر سه مرحله باعث کاهش هدایت روزنه ای در ارقام شد و موجب افزایش CO_2 زیر روزنه ای در شرایط تنش گردید و در مجموع رقم آذرگل از نظر ویژگی های عملکردی و فتوسنتزی نسبت به سایر ارقام برتر بود.

واژه های کلیدی: کم آبیاری، آفتابگردان، هدایت روزنه ای، سرعت فتوسنتز، تبادلات گازی

* نگارنده مسئول (**mehrpoyan@iau.miyaneh.ir**)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تنش خشکی یکی ازمهمترین ورایجترین تنشهای محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته وبازده استفاده ازمناطق نیمه خشک ودیم را کاهش داده است (Kordavani, 1997). اثر تنش کم‌آبی بر عملکرد دانه عمدتاً به این بستگی دارد که چه مقدار از کل ماده خشک تولیدی به عنوان ماده مفید قابل برگشت، تخصیص داده شود (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۹). کاهش سرعت گسترش برگ، عامل تعیین کنندهٔ کاهش سطح برگ گیاه در شرایط کمبود آب می‌باشد (امام و ثقه الاسلامی، ۱۳۸۴). عملکردگیاهان زراعی تحت تأثیر شرایط محیطی، ساختا ژنتیکی و اثر متقابل آنها است و اگرچه کلیه تنش‌های زنده وغیرزنده از عوامل مهم کاهش تولید محسوب می‌شوند، اماتنش کمبود آب از عوامل اصلی محدودکننده تولید آفتابگردان در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌آید (Chimenti & Hall, 2002). اعمال تنش خشکی و قطع آبیاری در مراحل رشدی تشکیل طبق،گلدهی ودانه دهی عملکرد دانه در آفتابگردان را کاهش می‌دهد (Goksoy *et al*., 2004). کل آب مصرفی آفتابگردان در طول رویش۴۵۰ میلیمتراست، البته این مقدار بر حسب شرایط آب و هوایی منطقه فرق می کند (Pankovic *et al*., 1999). اعمال محدودیت در آبیاری سبب کاهش شاخص سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان می‌گردد (جعفر زاده کنارسری و پوستینی، ۱۳۷۷). برخی از محققین مطالعات مهار فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی را در اثر عوامل روزنه‌ای و برخی دیگر در اثر عوامل غیر روزنه‌ای می‌دانند، به‌طوری که این تحقیقات در شرایط مختلف، با گونه های مختلف و شدت‌های مختلف تنش انجام شده است. در نتیجه پاسخ‌های متفاوتی می‌تواند به هر ترکیبی از این عوامل نسبت داده شود. بنابراین نیاز به بررسی‌های بیشتر به منظور ترسیم بیشترمکانیسم‌های اساسی پاسخ به تنش خشکی است (Ghannoum *et al*., 1997). عملکرد و وزن هزار دانه در اثر تنش کم‌آبی کاهش پیدا کرد (Daneshiyan *et al*., 2005). مظاهری لقب و همکاران (۱۳۸۰) اظهار داشتند، آبیاری در مرحله گلدهی بر باروری گلچه‌ها و افزایش تعداد دانه‌ها اثر داشت، در حالی‌که در مرحله دانه‌بندی، آبیاری بر افزایش اندوخته‌های غذایی و پرشدن دانه ها و در نتیجه افزایش وزن آنها در طبق تأثیرگذاشت.

همبستگی مثبت سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای با عملکرد دانه گزارش شده است، به‌طوری‌که با افزایش هدایت روزنه‌ای میزان دی‌اکسید کربن ورودی برای استفاده در فتوسنتز، بیشتر می شود Pearce *et al* (2006). برخی گزارشات عدم تغییر در غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای را در گونه‌های C_3 و C_4، تحت شرایط تنش خشکی گزارش نکرده‌اند (Poor Mohammad Kian *et al*., 2007). سرعت فتوسنتز و فعالیت‌های متابولیکی گیاه با گذر زمان رو به کاهش می‌گذارد. تنش کم آبی در طول پرشدن دانه، میزان فتوسنتز خالص را کاهش داد و پیری برگ‌ها را تسریع می نماید (Ripley *et al*., 2007). عوامل محدود کننده روزنه‌ای، با بسته شدن روزنه‌ها در تنش خشکی غلظت دی‌اکسید کربن داخل برگ و انتقال آن به کلروپلاست را کاهش می‌دهند و فتوسنتز را محدود می نمایند (Carmo-Silva *et al*., 2008). بررسی توانایی ارقام مورد کشت در منطقه، در مقابله با تنش خشکی و بررسی صفات عملکردی و فیزیولوژیکی که ماهیت سازگارکنندگی به شرایط تنش خشکی را دارد از اهداف این تحقیق است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات استان زنجان به صورت اسپلیت پلات در پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار

Archive of SID

www.SID.ir

انجام شد که در آن آبیاری به عنوان عامل اصلی و ارقام و هیبریدهای جدید آفتابگردان شامل مستر، لاکومکا، و هیبریدهای یوروفلور و آذرگل در نظر گرفته شدند که دارای ۹۹٪ درصد خلوص و ۹۸ ٪ قوه نامیه بودند. در این آزمایش هر کرت فرعی دارای ۴ خط کاشت به فواصل۶۰ سانتی متر و به طول۵ متر با مساحت ۱۲ متر مربع در نظر گرفته شد. بلافاصله پس از کاشت آبیاری اولیه تا استقرار بوته ها هر ۴ تا ۷ روز یکبار و پس از آن تا پایان فصل براساس معیاری به نام پتانسیل آبی سپیده دم تنش در سه مرحله تشکیل طبق، گلدهی و پر شدن دانه اعمال شد. قطع آبیاری برای تمامی کرت‌ها به صورت منظم انجام شد و سپس تیمار های تنش در هر مرحله اعمال شد. به این ترتیب که گیاهان تحت تنش در صورتی آبیاری شدند که علائم پژمردگی را در سپیده دم نشان می‌دادند. تیمار شاهد نیز بر حسب روال معمول آبیاری شد. برای اندازه‌گیری کلیه صفات آزمایشی، دو خط کناری هر کرت و از هر کرت، از نیم متر اول و نیم متر آخر برای حذف اثرات حاشیه‌ای چشم پوشی شد و از دیگر قسمت های کرت نمونه برداری با رعایت شرط تصادفی بودن انجام گرفت. در این تحقیق صفات مورد اندازه‌گیری شامل، تبادلات گازی، عملکرد و اجزای عملکرد بود. به منظوراندازه گیری میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ، میزان تعرق و غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای از دستگاه تحلیل‌گر گازمادون قرمز (IRGA, model: LCA4, ADC Biosientific Ltd. Hoddeston, UK) یا گاز آنالایزر استفاده شد. برآورد تبادلات گازی در مرحله تشکیل طبق، گلدهی و پر شدن دانه صورت گرفت. برای اندازهگیری عملکرد دانه هر کرت، از سه خط وسط کرت با رعایت اصول نمونه برداری مساحتی معادل یک متر مربع به صورت کف بر برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند و عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه) و همچنین عملکرد بیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. مقادیر بدست آمده برای انجام محاسبات آماری به کیلوگرم در هکتار تبدیل شدند. تجزیه واریانس صفات و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال اشتباه ۵ درصد و با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام پذیرفت. ضرایب همبستگی بین کلیه صفات مورد اندازه-گیری به همراه سطح معنی‌دار شدن آنها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۵ برآورد شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اختلاف معنی‌داری بین سطوح تنش، ارقام و اثر متقابل سطح تنش و رقم وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین ها (جدول ۲) در سطح احتمال ۰/۰۵ با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری را بین ارقام در شرایط آبیاری مطلوب نشان داد، در این شرایط بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم آذرگل بود، و بین سه رقم دیگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تنش در مرحله تشکیل طبق باعث کاهش معنی‌دار عملکرد نسبت به شاهد شد و رقم آذرگل کاهش عملکرد بیشتری نسبت به سه رقم دیگر داشت. بین ارقام لاکومکا، یوروفلور و مستر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تنش در مرحله گلدهی نیز باعث کاهش عملکرد در هر چهار رقم شد اما نسبت به تنش در مرحله تشکیل طبق کاهش کمتری در عملکرد مشاهده شد. در این مرحله رقم آذرگل اختلاف معنی داری با رقم مستر و لاکومکا نشان داد ولی با یوروفلور اختلاف معنی داری نداشت. تنش در مرحله پرشدن دانه نیز باعث کاهش عملکرد در هر چهار رقم شد، اما نسبت به دو تنش دیگر کاهش کمتری در عملکرد مشاهده شد. در این مرحله دو رقم لاکومکا

Archive of SID

www.SID.ir

و یوروفلور بالاترین عملکرد را دارا بودند ولی اختلاف عملکرد معنی داری را با ارقام آذرگل و مستر نشان دادند. تنش در مرحله تشکیل طبق بیشترین تأثیر را بر روی کاهش عملکرد داشت و در ارقام آذرگل، یوروفلور، مستر و لاکومکا به ترتیب موجب ۶۵، ۶۳، ۶۲ و ۵۲ درصد کاهش عملکرد دانه شد. درشرایط بروز تنش در مرحله گلدهی در ارقام مورد مطالعه به ترتیب ۳۲، ۱۸، ۳۱ و۵۲ درصد و تنش در مرحله پرشدن دانه نیز در ارقام مذکور به ترتیب ۴۳، ۶،۳۰ و ۱۵ درصد کاهش عملکرد دانه مشاهده شد. واریته‌های سازگار به تنش کم‌آبی آفتابگردان با داشتن صفاتی از قبیل ماده خشک زیاد در مرحله رسیدگی، رشد فیزیولوژیک سریع همراه با دوره نمو زایشی طولانی و ساقه‌ای قطور در زمان گرده‌افشانی که در مرحله پرشدن دانه تأمین کربوهیدرات کافی را مطمئن می‌سازد، متمایز هستند (Elizondo, J. 1991). پایداری عملکردتحت شرایط تنش خشکی با افزایش در بیوماس اندام هوایی پس از رفع تنش و افزایش در شاخص برداشت مرتبط می‌باشد. این کاهش عملکرد به دلیل کاهش وزن هزاردانه، کاهش قطر طبق و کاهش تعداد دانه در طبق بوده است که کاهش قطر طبق و تعداد دانه در طبق تأثیر بیشتری از کاهش وزن هزار دانه داشتند و اعمال تنش در مرحله غنچه دهی و گلدهی باعث کاهش شدید عملکرد نسبت به مراحل دیگر می شود که این امر با نتیجه حاصل از این آزمایش مطابقت دارد (جعفرزاده کنارسری و پوستینی، ۱۳۷۷). قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه نیز تأثیر منفی زیادی بر عملکرد داشته که به علت کاهش وزن هزار دانه و کاهش تعداد دانه در طبق می باشد که در این مرحله اثر کاهش وزن هزار دانه بر روی عملکرد مؤثرتر از اثر کاهش تعداد دانه در طبق بوده است. با قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد آفتابگردان، اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند، در حالی که عملکرد کاهش می یابد. دراین زمینه با بررسی اثر آبیاری در سه مرحله رشدی تشکیل طبق، گلدهی و دانه دهی آفتابگردان چنین نتیجه گرفته شدکه بیشترین عملکرد دانه زمانی به دست می آید که آبیاری درهرسه مرحله رشد انجام گیرد (Goksoy *et al*., 2004). اعمال تنش خشکی در گیاه آفتابگردان سبب کاهش وزن هزاردانه و عملکرددانه می گردد (Kamel & Khiyavi, 2002).

سرعت فتوسنتز

نتایج تجزیه واریانس تأثیر معنی‌دار را در مرحله تشکیل طبق در ارقام مورد مطالعه نشان داد (جدول ۱). همچنین مقایسه میانگین ها نشانگر آن بود که رقم آذرگل در شرایط آبیاری مطلوب بیشترین میزان فتوسنتز را داراست، در عین حال همین رقم کمترین میزان کاهش فتوسنتز را در شرایط تنش نشان داد. میزان کاهش فتوسنتز در ارقام مستر، لاکومکا، آذرگل و یوروفلور به ترتیب ۲۷، ۲۸، ۲۰ و ۳۰ درصد، در تنش مرحله گلدهی ۴۲، ۲۴، ۲۱ و ۳۹ درصد و در مرحله پرشدن دانه نیز ۳۴، ۲۲، ۱۶ و ۲۵ درصد را نشان داد (جدول ۳ و ۴). با توجه به پایین بودن درصد کاهش سرعت فتوسنتز رقم آذرگل نسبت به سه رقم دیگر در شرایط اعمال تنش کم آبی این رقم، مقاوم به شمار می آید. سرعت فتوسنتز در مرحله تشکیل طبق با میزان عملکرد دانه در واحد سطح دارای همبستگی مثبت و معنیداری(**۰/۸۱) می‌باشد (جدول۵). در مرحله گلدهی (**۰/۶۳) و در مرحله پر شدن دانه(**۰/۵۷) نیز این همبستگی وجود دارد (جدول۶ و ۷). با افزایش سن گیاه و تکامل دوران زندگی سرعت فتوسنتز و فعالیت‌های متابولیکی گیاه رو به کاهش می‌گذارد. تنش کم آبی در طول پرشدن دانه میزان فتوسنتز خالص را کاهش داد و پیری برگ‌ها را تسریع می نماید (Ripley *et al*., 2007).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزاء عملکردارقام مورد آزمایش در سطوح مختلف تنش خشکی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه
تکرار	۲	۶۰۴۱۳/۱۷۱ ns	۶۷۵۸۶۱۵۷/۳۲۹ ns	۲۵۴۵/۳۱۳ ns	۱/ ۳۸۱ ns
سطوح تنش	۳	۱۹۲۲۳۱۲۴/۹۲ **	۴۶۳۲۸۹۶۳۷/۳۶۱ **	۲۵۲۷۶۱/۷۲۲ **	۴۵۲/۵۶۶ **
خطای a	۶	۱۹۱۹۷۹۷/۸۵۹	۴۰۱۰۸۰۵۲/۶۶۶	۲۹۷۳/۱۱۸	۴/۳۶۳
رقم	۳	۱۹۰۷۳۷۲/۲۵۶ **	۷۴۶۰۳۴۸۰/۶۹۲ **	۱۱۸۴۹/۳۸۹ **	۶۰۱/۰۸۲ **
سطوح تنش × رقم	۹	۹۲۳۲۹۷/۵۶۷ *	۶۶۸۴۱۹۲/۲۳۲ **	۹۶۸/۱۱۱ *	۹/۰۴۵ *
خطای b	۲۴	۲۹۵۲۱۵/۹۱۷	۱۹۸۷۹۶۵/۷۸۷	۴۱۲/۱۳۹	۳/۷۸۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۴/۹۷	۹/۲۳	۲/۸۰	۲/۷۴

ns ، و * ** : به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی ، دار اختلاف معنی دار در سطح احتمال اشتباه ۵٪ و ۱٪

جدول۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح تنش و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد

تیمار	ارقام	عملکرددانه (کیلوگرم/هکتار)	عملکردبیولوژیکی (کیلوگرم/هکتار)	تعداددانه در طبق	وزن هزاردانه (گرم)
شاهد	مستر	۴۴۷۸/۰۱ bc	۱۹۵۹۰/۰۱ c	۸۴۸/۰ b	۷۵/۳۳ c
	لاکومکا	۵۱۵۸/۱ b	۲۲۷۷۰/۱ b	۸۷۰/۰ b	۸۶/۲۳ a
	آذرگل	۶۲۱۹/۰۱ a	۲۸۹۷۰/۰۱ a	۹۳۰/۳ a	۸۲/۰۷ b
	یوروفلور	۴۵۶۱/۰۸ bc	۲۲۵۳۰/۰۸ b	۹۱۱/۷ a	۷۱/۷۷ de
تنش مرحله تشکیل طبق	مستر	۱۷۱۷/۰۴ f	۷۲۴۴/۰۷ i	۵۲۷/۷ h	۵۹/۴۰ gh
	لاکومکا	۲۵۲۴/۰۴ ef	۸۴۶۸/۰۴ hi	۵۰۰/۳ h	۷۴/۹۷ cd
	آذرگل	۲۱۷۶/۰۲ ef	۹۸۴۳/۰۲ gh	۵۷۴/۰ g	۶۳/۳۷ f
	یوروفلور	۱۶۸۷/۰۵ f	۷۸۸۱/۰۵ hi	۵۸۱/۷ g	۵۸/۴۰ h
تنش مرحله گلدهی	مستر	۳۱۲۶/۰۳ de	۱۱۶۰۰/۰۳ fg	۶۸۳/۳ e	۶۳/۲۷ f
	لاکومکا	۲۹۴۹/۰۲ de	۱۲۶۷۰/۰۲ ef	۶۳۷/۷ f	۸۰/۳۷ b
	آذرگل	۴۲۸۳/۰۱ bc	۱۷۵۶۰/۰۱ cd	۷۰۳/۰ de	۷۱/۳۷ e
	یوروفلور	۳۷۷۴/۰۴ cd	۱۵۶۹۰/۰۴ d	۷۲۳/۰ d	۶۲/۱۷ fg
تنش مرحله پرشدن دانه	مستر	۳۱۲۵/۰۲ de	۱۱۱۵۰/۰۲ fg	۷۸۳/۰ c	۶۸/۷۰ e
	لاکومکا	۴۴۲۲/۰۶ bc	۱۴۹۸۰/۰۶ de	۷۳۸/۳ d	۷۹/۵۷ b
	آذرگل	۳۵۷۵/۰۴ cd	۱۷۳۵۰/۰۴ cd	۷۷۶/۳ c	۷۲/۰۰ cde
	یوروفلور	۴۳۰۶/۰۹ bc	۱۶۲۲۰/۰۹ d	۷۹۹/۷ c	۶۵/۱۳ f
	L.S.D۵	۹۱۵/۶	۲۳۷۶/۰۱	۳۴/۲۱	۳/۲۷۸
	٪				

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

غلظت CO_2 زیر روزنه ای

درصد افزایشCO_2 زیر روزنه ای ارقام مستر، لاکومکا، آذرگل و یوروفلور در تنش مرحله تشکیل طبق به ترتیب ۱/۳، ۶، ۵ و ۸ درصد مشاهده گردید. در تنش مرحله گلدهی و پرشدن دانه CO_2 زیر روزنه‌ای ارقام مستر، لاکومکا، آذرگل و یوروفلور به ترتیب در حدود ۳، ۳، ۲ و ۴ و ۵/۴، ۳/۶، ۳/۲ و ۴/۱ درصد افزایش نشان دادند. نتیجه قابل توجه این است که در تنش مرحله گلدهی و پرشدن دانه رقم آذرگل نسبت به سه رقم دیگر درصد افزایش CO_2 کمتری را نشان داد که نشان از مقاوم بودن این رقم نسبت به سه رقم دیگر می باشد. در بررسی‌های دقیق‌تر تنش، افزایش غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای همراه با کاهش فتوسنتز مشاهده شده است (Karam*et al*., 2007). در مقابل بعضی مطالعات با استفاده از دیگر گونه‌های C_3 و C_4 تغییری در غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای تحت شرایط تنش خشکی گزارش نکرده‌اند (Poor Mohammad Kian *et al*., 2007). در مراحل اوّلیه تنش آبی، کاهش غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای تا ۵۰ درصد تأثیری در فتوسنتز نداشته است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر تنوع درون گونه‌ای گیاهان C_3، کاهش و یا افزایش غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای تا حد زیادی به مرحله رشدی و شرایط اندازه‌گیری آن بستگی دارد (Ghannoum *et al*., 1997).

هدایت روزنه ای

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین در سه مرحله تنش نشانگر آن بود که رقم یوروفلور در شرایط آبیاری مطلوب کمترین میزان هدایت روزنه ای را داشت و در شرایط تنش بیشترین هدایت روزنه ای مربوط به رقم آذرگل بود و بین ارقام در شرایط تنش نسبت به شاهد اختلاف معنی داری مشاهده گردید و هدایت روزنه ای چهار رقم کاهش یافت. میزان کاهش هدایت روزنه‌ای در ارقام مستر، لاکومکا، آذرگل و یوروفلور به ترتیب ۲۶، ۳۳، ۱۵ و ۱۲ درصد بود. میزان کاهش هدایت روزنه‌ای در مرحله گلدهی نیز برای ارقام ذکر شده به ترتیب ۶۹، ۴۰، ۵۶ و ۴۳ درصد و در مرحله پرشدن دانه ۶۴، ۴۰،۵۶و ۶۱ درصد می‌باشد. همچنین همبستگی مثبت و بالایی (**۰/۸۰) در مرحله تشکیل طبق، (**۰/۶۵) در مرحله گلدهی (**۰/۵۶) در مرحله پرشدن دانه بین هدایت روزنه ای و عملکرد وجود دارد. بین فتوسنتز و هدایت روزنه ای نیز همبستگی مثبت و معنی داری (**۰/۸۹) در مرحله تشکیل طبق، در مرحله گلدهی (**۰/۸۷) و در مرحله پرشدن دانه (**۰/۹۳) مشاهده شد (جداول۵، ۶ و ۷).

در شرایط تنش خشکی بسته شدن روزنه‌ها پاسخی است که بوسیله اسیدآبسیزیک بوجود می‌آید و موجب کاهش تعرق و تنظیم تعرق می‌شود (Ripley *et al*., 2007). بسته شدن روزنه‌ها در پاسخ به کمبود آب رفتار مشترکی است که در میان گونه‌های‌گیاهی به چشم می‌خورد (Pankovic *et al*., 1999). رابطه مثبت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای می‌تواند به این دلیل باشد که با افزایش هدایت روزنه‌ای میزان دی اکسید کربن ورودی برای استفاده در فتوسنتز، بیشتر می شود. همبستگی سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای با عملکرد دانه، توسط برخی محققین نیز گزارش شده است (Pearce *et al* ., 2006).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس تبادلات گازی درسطوح های مختلف تنش در ارقام و هیبریدهای آفتابگردان

		میانگین مربعات								
		تنش درمرحله تشکیل طبق			تنش در مرحله گلدهی			تنش در مرحله پرشدن دانه		
منبع تغییر	درجه آزادی	سرعت فتوسنتز	هدایت روزنه ای	co2 زیر روزنه ای	سرعت فتوسنتز	هدایت روزنه ای	co2 زیر روزنه ای	سرعت فتوسنتز	هدایت روزنه ای	co2 زیر روزنه ای
تکرار	۲	۱/۷۵۲*	۰/۰۰۱^{ns}	۵/۲۹۲^{ns}	۰/۹۰۵^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۲/۰۴۲^{ns}	۰/۵۵۷^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۱/۷۹۲^{ns}
سطوح تنش	۱	۱۹۸/۳۱۸**	۰/۲۱۵*	۱۷۶/۰۴۲**	۳۰۴/۸۷۹**	۰/۷۴۹**	۲۹۴/۰*	۱۲۹/۶۸۹*	۰/۶۱۸**	۴۵۰/۷**
خطای a	۲	۰/۰۷۲	۰/۰۰۸	۲/۷۹۲	۱/۰۱۸	۰/۰۰۲	۴/۸۷۵	۳/۱۴۶	۰/۰۰۲	۱/۵۴
ارقام	۳	۱۵/۵۹۸**	۰/۰۱۷**	۲۹/۱۵۳**	۱۶/۹۰۰**	۰/۰۵۸**	۱۹/۳۹**	۹/۴۶۸**	۰/۰۲۷**	۲۴/۷۸**
سطوح تنش × رقم	۳	۳/۶۶۰**	۰/۰۱۱**	۷/۳۷۵*	۷/۹۹۲*	۰/۰۳۷**	۷/۴۴۴**	۳/۵۲۵**	۰/۰۰۳*	۷/۰۰*
خطای b	۱۲	۰/۵۸۶	۰/۰۰۱	۲/۰۹۷	۲/۰۹۱	۰/۰۰۳	۱/۱۲	۰/۵۵	۰/۰۰۱	۱/۳۹
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۳۲	۴/۸۰	۰/۶۹	۷/۶۸	۱۱/۹۷	۰/۵۰	۴/۵۰	۶/۹۱	۰/۵۴

جدول۴- میانگین اثرات متقابل تبادلات گازی در سطوح های مختلف تنش در ارقام و هیبریدهای آفتابگردان

		تنش درمرحله تشکیل طبق			تنش در مرحله گلدهی			تنش در مرحله پرشدن دانه		
تیمار	ارقام	سرعت فتوسنتز (mol-CO2.m-2.s-1) (µ	هدایت روزنه‌ای (mol-CO2.m-2.s-1)	CO2 زیر روزنه (mmol-CO2.m-2.s-1)	سرعت فتوسنتز (mol-CO2.m-2.s-1) (µ	هدایت روزنه‌ای (mol-CO2.m-2.s-1)	CO2 زیر روزنه (mmol-CO2.m-2.s-1)	سرعت فتوسنتز (mol-CO2.m-2.s-1) (µ	هدایت روزنه‌ای (mol-CO2.m-2.s-1)	CO2 زیر روزنه (mmol-CO2.m-2.s-1)
شاهد	مستر	۲۴/۸۹^{c}	۰/۸۶۰۰^{a}	۲۰۷/۰^{bc}	۲۲/۶۴^{a}	۰/۷۲۳۳^{b}	۲۰۸/۰^{d}	۱۹/۹۲^{a}	۰/۵۸۶۷^{b}	۲۱۲/۷^{de}
	لاکومکا	۲۶/۳۷^{ab}	۰/۸۷۶۷^{a}	۲۰۶/۷^{c}	۲۱/۵۵^{a}	۰/۵۴۰۰^{c}	۲۰۸/۰^{d}	۱۸/۰۸^{b}	۰/۵۸۰۰^{bc}	۲۱۵/۳^{c}
	آذرگل	۲۷/۳۰^{a}	۰/۸۹۳۳^{a}	۲۰۳/۳^{d}	۲۳/۷۲^{a}	۰/۸۵۳۳^{a}	۲۰۷/۰^{d}	۱۹/۸۷^{a}	۰/۶۵۰۰^{a}	۲۱۱/۳^{e}
	یوروفلور	۲۵/۰۳^{bc}	۰/۷۴۶۷^{b}	۲۰۷/۰^{bc}	۲۱/۶۴^{a}	۰/ ۴۹۳۳^{c}	۲۰۸/۷^{d}	۱۷/۵۱^{bc}	۰/۵۲۶۷^{c}	۲۱۴/۰^{cd}
تنش	مستر	۱۸/۱۶^{f}	۰/۶۳۰۰^{cd}	۲۰۹/۷^{b}	۱۲/۹۷^{c}	۰/۲۲۳۳^{e}	۰/۲۱۵^{b}	۱۳/۱۰^{d}	۰/۲۱۳۳^{e}	۲۲۴/۳^{a}
	لاکومکا	۱۹/۰۲^{ef}	۰/۵۸۶۷^{d}	۲۱۲/۷^{a}	۱۶/۳۷^{b}	۰/۳۲۳۳^{de}	۲۱۵/۷^{b}	۱۴/۰۵^{d}	۰/۲۵۳۳^{e}	۲۲۳/۰^{a}
	آذرگل	۲۳/۳۲^{d}	۰/۷۵۳۳^{b}	۲۰۸/۳^{bc}	۱۸/۵۵^{b}	۰/۳۷۳۳^{d}	۲۱۱/۰^{c}	۱۶/۶۱^{c}	۰/۳۹۰۰^{d}	۲۱۸/۰^{b}
	یوروفلور	۲۰/۱۰^{e}	۰/۶۵۰۰^{c}	۲۱۵/۰^{a}	۱۳/۱۴^{c}	۰/۲۷۶۷^{de}	۲۱۸/۰^{a}	۱۳/۰۳^{d}	۰/۲۰۳۳^{e}	۲۲۲/۷^{a}
	L.S.D ٪۵	۱/۳۶۲	۰/۰۱۸۲۶	۲/۵۷۶	۲/۵۷۲	۰/۰۹۷۴۴	۱/۸۸۷	۱/۳۲۴	۰/۰۵۶۲۶	۲/۰۹۷

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵- همبستگی صفات تبادلات گازی با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی در مرحله تشکیل طبق

	سرعت فتوسنتر	هدایت روزنه ای	زیر روزنهCO_2	عملکرد
سرعت فتوسنتر	۱			
هدایت روزنه ای	۰/۸۹۹**	۱		
زیر روزنهCO_2	-۰/۷۳۶**	-۰/۷۷۳**	۱	
عملکرد	۰/۸۱۷**	۰/۸۰۷**	-۰/۸۰۵**	۱

n.s، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال اشتباه ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۶- همبستگی صفات تبادلات گازی با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی در مرحله گلدهی

	سرعت فتوسنتر	هدایت روزنه ای	CO2 زیر روزنه	عملکرد
سرعت فتوسنتر	۱			
هدایت روزنه ای	۸۷۶**	۱		
CO2زیر روزنه	-۰/۸۸۵**	-۰/۸۰۹**	۱	
عملکرد	۰/۶۳۶**	۰/۶۵۲**	-۰/۵۳۸**	۱

n.s ، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال اشتباه ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۷- همبستگی صفات تبادلات گازی با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه

	سرعت فتوسنتر	هدایت روزنه ای	زیر روزنهCO_2	عملکرد
سرعت فتوسنتر	۱			
هدایت روزنه ای	۰/۹۳۰**	۱		
زیر روزنهCO_2	-۰/۹۲۳**	-۰/۹۴۵**	۱	
عملکرد	۰/۵۷۳**	۰/۵۶۱**	-۰/۵۲۸**	۱

n.s ، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال اشتباه ۰/۰۵ و ۰/۰۱

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

امام، ی و م. ج. ثقــه الاســلامی. ۱۳۸۴. عملکـرد گیاهان زراعـی (فیزیولـوژی و فرآینـدها). انتشـارات دانشگاه شیراز.۵۲۸ صفحه.

جعفرزاده کنارسری، م وک. پوستینی .۱۳۷۷ . بررسی اثرتنش خشکی درمراحل مختلـف رشـد بـر برخی از ویژگیهـای مرفولـوژیکی واجـزای عملکـرد آفتابگردان (رقمرکورد). مجله علوم کشاورزی ایـران، جلد۲۹. شماره(۲)ص۳۵۳-۳۶۱.

کوچکی، ع. و غ. ح. سرمدنیا. ۱۳۷۹. فیزیولـوژی گیاهان زراعی. (ترجمه). انتشارات جهاد دانشـگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

مظاهری‌لقب، ح.، ف. نوری، ح. زارع ابیانــه و م. ح. وفایی. ۱۳۸۰. اثر آبیاری تکمیلی بر صفات مهم زراعی سه رقـم آفتـابگردان در زراعـت دیـم. مجلـه پژوهش کشاورزی، سال سـوم، جلـد سـوم، شـماره یک. صفحات۳۱ـ ۴۴.

Carmo-Silva A. E., S. J. Powers, A. J. Keys, M. C. Arrabac, M. A. J. Parry. 2008. Photorespiration in C4 grasses remains slow under drought conditions. Plant Cell and Environment doi: 10.1111/j.1365–3040.2008.01805.x.

Chimenti, C. A. and A. T. Hall. 2002 .Genetic variation and changes with ontogeny of osmotic adjustment in sunflower (*Helianthus annuus* L.) .Euphytica .71:201-210.

Daneshian, J., M. R. Ardakani, and D. Habibi. 2005. Drought stress effects on yield, quantitative characteristics of new sunflower hybrids. The 2nd international conference on integrated approaches to sustain and improve plant production under drought stress. Rome. Italy. P. 406.

Elizondo, J. 1991. A factor analysis of plant variables related to yield in sunflower under water stress conditions. Helia. 14:55-64.

Entz, M. H. and D. B. Flower. 1990. Differential agronomic responses of winter wheat cultivars to pre-anthesis environmental stress. Crop Science. 30: 1119-1123.

Erdem, T., Y. Erdem, A. H.okursoy .2006. Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus anuus* L.). Turk. Agric.for. 30:11-20.

Ghannoum, O., S. Von Caemmerer, E.W.R. Barlow, J.P. Conroy. 1997. The effect of CO2 enrichment and irradiance on the growth, morphology and gas exchange of a C3 (*Panicum laxum*) and a C4 (*Panicum antidotale*) grass. Functional Plant Biology.24: 227–237.

Goksoy, A. T., A. O. Demir, Z. M. Turan, and N. Dagustu. 2004. Responses of sunflower to Full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Res. 87:167-178 .

Kamel, M. and M. Khiyavi. 2002. Effect of drought stress on some physiological traits and yield components of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Abstracts of 7th Iranian Congrss of Agronomy and Plant Breeding. Plant and Seed Research Institute. Karaj (Iran). p 594.

Archive of SID

www.SID.ir

Poor- Mohammad, K., S. Grieu, P. Hewezi, L. Gentzbittel, and A. Sarrafi. 2007. Genetic variability for physiological traits under drought conditions and differential expression of water stress-associated genes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Theoretical and Applied Genetics. 114:193-207.

Ripley, B. S., M. E. Gilbert, D. G. Ibrahim, C. P. Osborne. 2007. Drought constraints on C4 photosynthesis: stomata and metabolic limitations in C3 and C4 subspecies of *Alloteropsis semialata*. Journal of Experimental Botany.58: 1351–1363.

Kordavani, P. 1997. Dried regions. Vol.(1). Tehran University Press. pp 210.

Karam, F., R. Masaad, T. Sfir, O. Mounzer, and Y. Rouphael .2007. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions .Agr. Water Manag .75:226-244.

Pankovic, D., Z. Sakac. S. Kcvrosan, and M. Plesnicar. 1999. Acclimation to long-term water deficit in the leaves of two sunflower hybrids: photosynthesis, electron transport and carbon metabolism. Journal of Experimental Botany. 50(330): 127 –138.

Pearce, D. W., S. Millard, D. F. Bray, and S. B. Rood. 2006. Stomatal characteristics of riparian poplar species in a semi-arid environment. Tree Physiology. 26:211-218.

Archive of SID

www.SID.ir