یافته های نوین کشاورزی
سال پنجم- شماره۲- زمستان ۱۳۸۹

تأثیر محدودیت منبع بر عملکرد و شاخص های رشد ذرت دانه ای KSC704 در شرایط تنش خشکی

میثم اویسی *، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین (پیشوا)، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ورامین، ایران
محمد جواد میرهادی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران
حمید مدنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران
قربان نورمحمدی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران
رضا ضرغامی، دانشیار موسسه تحقیقات تهیه نهال و بذر کرج

چکیده

جهت بررسی تأثیر محدودیت منبع بر عملکرد و شاخص های رشد ذرت دانه ای KSC704 در شرایط تنش خشکی در منطقه ورامین و در طی سال های زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸٦ و ۱۳۸۸-۱۳۸۷، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. آبیاری در کرت های اصلی و ترکیب های تیماری مقدار و زمان برگزدایی به طور مشترک در کرت های فرعی قرار گرفتند. آبیاری مطلوب با رسیدن محتوای آب خاک به ۷۵ ٪ رطوبت قابل استفاده انجام گرفت و تنش خشکی در مراحل هشت برگی و ظهور گل آذین نرصورت پذیرفت. برگزدایی در ۵ سطح شاهد (عدم حذف برگ)، حذف ۱:۳ برگ های بوته در مرحله ۸ برگی، حذف ۲:۳ برگ های بوته در مرحله ۸ برگی، حذف ۱:۳ برگ های بوته در مرحله کاکل دهی و حذف ۲:۳ برگ های بوته در مرحله کاکل دهی انجام شد. نتایج نشان داد در شرایط آبیاری مطلوب با تأخیر یا افزایش شدت برگزدایی سرعت رشد نسبی بطور معنی داری کاهش یافت در حالی که در شرایط تنش خشکی حتی حذف ۲:۳ برگ ها در مرحله کاکل دهی نتوانست. تحت شرایط تنش خشکی با قطع ۱:۳ برگ ها در مرحله کاکل دهی، عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد به میزان ۲۸٪ افزایش یافت. بنابراین برگزدایی نه تنها موجب کاهش قدرت منبع یا کارایی تولید بیوماس و فتوسنز جاری نشده است بلکه در شرایط تنش خشکی ماده خشک بیشتری به دانه اختصاص یافته است و شیب فشار اسمزی و هیدروستاتیک به علت فرآهمی آب و کاهش تعرق بعد از برگزدایی بهبود یافته است.

واژه های کلیدی: انتقال مجدد، اندازه مخزن، برگزدایی، تنش خشکی، ذرت

* نویسنده مسئول: E-mail: oveysi6134@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۷/۲٦ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۲/۱۷

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در گیاه ذرت عملکرد بالقوه رابطه نزدیکی با قابیلت دسترسی گیاه به آب دارد. گرچه عوامل دیگری مانند تراکم و مصرف کود می توانند بر عملکرد ذرت تاثیر بگذارند ولی این عوامل معمولاً با توجه به مقدار آبی که گیاه در فصل رشد در دسترس دارد تنظیم می شود. کمبود آب در مرحلهٔ رویشی ذرت نسبت به کمبود آب در مرحلهٔ زایشی از حساسیت کمتری برخوردار است. به طوری که تنش کمبود آب عملکرد ذرت را تا ۲۵٪ در قبل از ظهور گل نر، تا۵۰٪ در زمان ابریشم دهی بلال و تا ۲۱٪ بعد از ابریشم دهی بلال کاهش می دهد (۷). افزایش تجمع ماده خشک در دانه یکی از راهکارهایی است که امروزه در تحقیقات به نژادی صورت می گیرد. بنابراین راهکارهای بهبود عملکرد دانه شامل افزایش تسهیم مواد پرورده به دانه یا شاخص برداشت، به تأخیر انداختن پیری برگ و افزایش طول دوره پر شدن دانه می باشد (۲۷). گرچه الگوی کلی انتقال در آوند آبکش را می توان در قالب کلی حرکت از منبع به مقصد بیان کرد اما این مسیر حرکت اغلب با پیچیدگی هایی توأم است و از قوانین آناتومیکی و نموی تبعیت می کند. مخازن به طور یکسان به وسیله تمام برگ ها تغذیه نمی شوند و هر یک از منأبع تأمین مواد مورد نیاز مخازن خاصی را در اولویت قرار می دهند (۸).

معمولا برگ های بالغ فوقانی بوته مواد پرورده خود را به مریستم های در حال رشد بخش های هوایی و برگ های جوان نابالغ ارسال می کنند و برگ های تحتانی بوته تأمین مواد مورد نیاز سیستم ریشه را به عهده دارند. انتقال مواد پرورده از برگ های میانی در هر دو جهت ادامه دارد. طی دوره زایشی و بخصوص برای برگ های چسبیده و مجاور بلال مخازن غالب گیاه هستند (۲۳). اگر رشد دانه سریع تر از تجمع ماده خشک در محصول باشد، ماده خشک جهت رشد دانه از ساقه ها، برگ ها و پوشش های بلال انتقال مجدد می یابد. بنابراین تنش در طی این دوره می تواند موجب افزایش خوابیدگی و مرگ زود هنگام برگ شود (۲۸). کربوهیدرات های ذخیره ای قبل از گرده افشانی در ساقه های ذرت به ویژه در میانگره های زیر بلال تجمع یافته و در طی پر شدن دانه تخلیه می شوند (۱). مشخص شده است که وزن خشک و محتوای کربوهیدرات ساقه ذرت تا ۳٤ روز پس از گرده افشانی حفظ می شوند و سپس به طور پیوسته کاهش می یابند. این موضوع نشان می دهد در طی نیمه اول دوره پر شدن دانه، برگ ها قابلیت تولید مواد فتوسنتزی بیش از نیاز و یا سیستم انتقال را دارند. بین ۲۰ تا ٦۳٪ نیتروژن دانه از انتقال مجدد حاصل می شود که سهم انتقال مجدد به مقدار زیادی با تغییرات سطح و مبدا نیتروژن و ژنوتیپ ذرت تغییر می کند (۲۱).

سهم انتقال مجدد مواد ذخیره ای ساقه یا درصد ذخایر ساقه نسبت به وزن کل دانه به وسیله اندازه مخزن، محیط و رقم تحت تاثیر قرار می گیرد. پس از گرده افشانی مهمترین و قوی ترین مخزن، دانه های در حال پر شدن می باشند. بنابراین میزان تقاضای مخزن اولین عمل مهم در تعیین میزان انتقال ذخایر ساقه

Archive of SID

www.SID.ir

است (٤). به نظر می رسد چه در مراحل قبل از گرده افشانی و چه در طی پر شدن دانه ها، بین اندازه مخزن و تقاضا برای ذخایر ساقه و محیط رشد اثر متقابلی وجود دارد. در شرایطی که میزان فتوسنتز جاری در طی مرحله پر شدن دانه ها کاهش یابد، میزان تقاضا برای مصرف ذخایر ساقه در این مرحله افزایش می یابد (١٦).

بوراس و اوتگوی (٢٠٠٦) گزارش نمودند مقدار فتوسنتز تا زمانی که تمام تشعشع خورشید توسط سطوح فتوسنتزی گیاه دریافت می شود افزایش می یابد. اگر سطح برگ ها بیش از این مقدار افزایش یابد، برگ های اضافی موجب سایه اندازی روی برگ های پایین تر می گردد. در این صورت این برگ ها قادر نیستند به اندازه تنفس خود فتوسنتز انجام دهند. بنابراین امکان دارد آنها از مواد فتوسنتزی سایر برگ ها استفاده کرده و سرعت رشد محصول را کاهش دهند. شاخص سطح برگ همیشه دلیلی بر حصول حداکثر عملکرد نیست. اگرچه شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی به حد مطلوب برای تولید حداکثر ماده خشک برسد ممکن است گیاهان حداکثر عملکرد دانه را تولید کند اما اگر شاخص سطح برگ در مرحله قبل از گلدهی به سطحی بیش از حد مطلوب افزایش یابد و گیاهان به مدت زیادی سایه اندازی برگ ها را متحمل شوند کاهش عملکرد دانه حادث می شود (١٨ و ٢٦). در ارتباط با روابط منبع و مخزن محققان دیگر نیز دریافتند تغییر نسبت منبع به مخزن می تواند تأثیر زیادی بر مواد ذخیره ای ساقه بگذارد به طوری که تخمین زده شده است، چنانچه مقصد حذف شود فقط ٦ تا ١٢ روز فتوسنتز کافی است تا ظرفیت ساقه از مواد کربوهیدرات پر شود که این میزان ٥٢ ٪ از کل وزن گیاه را شامل خواهد شد (١٣و ١٥).

چنانچه بخشی یا تمامی منبع حذف شود مواد محلول داخل ساقه در طی مدت پس از گرده افشانی به سرعت کاهش می یابد. شاسلر و وستاگیت (١٩٩١) نیز به این نتیجه رسیدند هر تنش محیطی پس از دوره گلدهی، حتی وجود رقابت های بین گونه ای و درون گونه ای منجر به افزایش تخلیه مواد از ساقه به سمت دانه ها می شود (٢٥). هانتر و همکاران (٢٠٠٢) با بررسی روند تولید بذر توسط بذر مادری حاصل از تلقیح دو اینبرید لاین ذرت دریافتند حذف تاسل اغلب باعث افزایش عملکرد نهایی بذر می شود ولی زمانی که تاسل به همراه یک یا چند برگ قطع شود، عملکرد کاهش معنی داری دارد (١٤). همچنین آنان گزارش کردند تاثیر منفی برگ زدایی در هیبریدهای زودرس شدیدتر بود.

پالمر و همکاران (١٩٧٣) گزارش کردند در طی مدت پر شدن دانه ها بیشترین کربوهیدرات منتقل شده از اندام های رویشی به دانه ها از اولین و سومین برگ بالای بلال و اولین برگ زیر بلال بوده است که البته سهم بیشتر مربوط به برگ های بالایی بوده است (٢٠). این موضوع توسط اقاروبا و همکاران (٢٠٠٦) نیز گزارش شده است (١١). به طور خلاصه می توان نتیجه گرفت که ظرفیت مخزن یا عداد دانه در واحد سطح که در طی دوره رشد دانه تعیین می شود یکی از محدودیت های مهم عملکرد دانه می

Archive of SID

www.SID.ir

باشد. افزایش ظرفیت فتوسنتزی در این مرحله و میزان اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه های در حال رشد، افزایش ظرفیت مخزن را به دنبال خواهد داشت، بنابراین ظرفیت منبع نیز در تعیین ظرفیت مخزن موثر است و افزایش آن باعث افزایش ظرفیت مخزن خواهد شد (۲).

مواد و روش ها

جهت بررسی تأثیر محدودیت منبع بر عملکرد و شاخص های رشد ذرت دانه ای رقم KSC704 در شرایط تنش خشکی در منطقه ورامین و در طی سال های زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸٦ و ۱۳۸۸-۱۳۸۷، آزمایشی بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. مختصات جغرافیایی محل اجرای آزمایش ′۱۹°۳۵ طول شمالی، ′۳۹°۵۱ عرض شرقی و در ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا قرار داشت. ذرت مورد آزمایش هیبرید KSC704 دو منظوره علوفه ای و دانه ای بود. وزن هزار دانه حدودا ۲۰۰ تا ۳۵۰ گرم، رنگ دانه زرد، فرم دانه دندان اسبی و طول دوره رشد ۱۳۰ روز است (۵). منطقه اجرای آزمایش دارای اقلیم گرم و نیمه خشک با حداقل و حداکثر دمای روزانه ٤/٦ و ۳۰/۸ درجه سانتی گراد است (جدول۱). مشخصات خاک محل اجرای آزمایش نیز در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول۱: اطلاعات اقلیمی ۳۰ سال اخیر منطقه ورامین در طی دوره رشد ذرت

ماه	میانگین رطوبت نسبی (٪)		بارندگی ماهیانه (میلی متر)	میانگین درجه حرارت (سانتی گراد)	
	بیشینه	کمینه		بیشینه	کمینه
اردیبهشت	۵۹	۳۸	۲۲/۵	۳۲/۵	۱۲/۸
خرداد	۵۱	۳۳	۱	۳۸/۷	۱۷/٤
تیر	۵۱	۳۱	۰/۲	٤۸/۷	۲۰/۲
مرداد	۵٦	۲۹	۰/۹	٤٤/۳	۲۰/۳
شهریور	۵٦	۳۵	۰/۲	۳۵/۷	۱٤/٦
سالیانه	٦٤	٤۲	۱۲٦/۳	۲٦/٦	۹/۱

جدول۲: **خواص شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش قبل از کاشت**

عمق نمونه برداری (cm)	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی	ماده آلی (g/kg)	نیتروژن (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	پتاس (mg/kg)	بر (mg/kg)	روی (mg/kg)	گوگرد (mg/kg)
٦۰ -۰	۷/٦	۰/۷۲	۷	۳	۵	۱۷۰	۰/۷۷	۰/۵٤	۱٤/۲

آبیاری در کرت های اصلی و مقدار و زمان برگزدایی به طور مشترک در کرت های فرعی قرار گرفتند. تیمار آبیاری شامل آبیاری کامل و مطلوب (W_1) که تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک با رسیدن رطوبت خاک

Archive of SID

www.SID.ir

به ۷۵ ٪ آب قابل استفاده خاک انجام شد. تنش کوتاه مدت خشکی (W_2) که در مراحل هشت برگی و ظهور گل آذین نر (گل تاجی) اعمال شد. هنگامی که رطوبت خاک به ۲۵ ٪ آب قابل استفاده خاک رسید، عمل آبیاری مجددا صورت پذیرفت. اندازه گیری رطوبت خاک در طول فصل رشد جهت تعیین زمان آبیاری با استفاده از بلوک های گچی نصب شده در عمق موثر توسعه ریشه (۳۵) و محاسبه حجم آبیاری در هر نوبت آبیاری برای کرت های تحت تنش خشکی و آبیاری مطلوب با استفاده از فرمول عملی آبیاری انجام شد (۱۷). تیمارهای برگزدایی در ۵ سطح (D1: شاهد (عدم حذف برگ)، D2: حذف ۱:۳ برگ های بوته در مرحله ۸ برگی،D3 : حذف ۲:۳ برگ های بوته در مرحله ۸ برگی، D4: حذف ۱:۳ برگ های بوته در مرحله کاکل دهی و D5: حذف ۲:۳ برگ های بوته در مرحله کاکل دهی) صورت گرفت.

تعداد ردیف های کاشت در هر کرت ۵ عدد و طول کرت ها ۸ متر در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف های کاشت ۰/۷۵ متر و فاصله بین بوته ها ۰/۲۰ متر بود. دو ردیف کناری و همچنین نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. تراکم آزمایش برای تمامی کرت ها یکسان و ۷ بوته در متر مربع بود. عمق کاشت حدود ۵ سانتیمتر بود که عملیات کاشت با استفاده از بیلچه نشاکاری در تاریخ ۲۸ اردیبهشت ماه در سال اول و اول خرداد ماه در سال دوم انجام شد. مصرف کودهای شیمیایی بر اساس نتایج آزمایشات تجزیه خاک صورت پذیرفت. در هر کرت آزمایشی، سطحی معادل ٤/٥ متر مربع برداشت و عملکرد دانه اندازه گیری شد. شاخص های فیزیولوژیک مورد بررسی بر اساس فرمول های زیر مورد استفاده قرار گرفت:

سرعت رشد محصول (CGR) (گرم بر متر مربع در روز):

$$CGR= W2-W1/SA\ (t_2-t_1)$$

W2 -W1: وزن ماده خشک تولیدی در دو برداشت متوالی

SA: سطح زمین اشغال شده توسط گیاه

فاصله زمانی بین دو نمونه برداری

سرعت جذب خالص(NAR) (گرم بر گرم متر مربع سطح برگ در روز):

$$NAR= W2-W1/A\ (t_2-t_1)$$

W2-W1: وزن ماده خشک تولیدی در دو برداشت متوالی

A: سطح برگ

(t_2-t_1): فاصله زمانی بین دو نمونه برداری

سرعت رشد نسبی(RGR) (گرم بر گرم در روز):

$$RGR= W2-W1/W1\ (t_2-t_1)$$

Archive of SID

www.SID.ir

W2 -W1: وزن ماده خشک تولیدی در دو برداشت متوالی

(t_2-t_1): فاصله زمانی بین دو نمونه برداری

نتایج توسط نرم افزار SAS برای طرح بلوک های کامل تصادفی با آرایش اسپلیت پلات مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و جهت مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن به روش برش دهی (Slicing) اثرات متقابل استفاده شد. رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

کاهش معنی دار سرعت رشد نسبی ذرت از ۰/۰۱٤ به ۰/۰۱۲ گرم بر گرم در روز در اثر تنش خشکی نشان می دهد تنش خشکی موجب کاهش نسبت اندام های مریستمی مولد برگ (مرتبط با قدرت منبع) به سلول های آغازه های گل (مرتبط با اندازه مخزن) می گردد. به عبارت دیگر نسبت منبع به مخزن را کاهش داده است (جدول های۳ و ٤). تنش خشکی به طور معنی داری موجب کاهش سرعت جذب خالص از ۸/۹ به ۷/۹ گرم در مترمربع در روز شد. در نتیجه کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ (قدرت منبع)، کاهش معنی دار سرعت رشد محصول از ۲۲/۳ به ۱۹ گرم در مترمربع در روز را موجب شد (جدول های۳ و٤). قسمت عمده کربوهیدرات موجود در دانه از گاز کربنیکی که بعد از گلدهی تثبیت می شود به دست می آید. بنابراین عملکرد دانه ممکن است رابطه نزدیک با دوام و شدت فتوسنتز بعد از باز شدن گل ها داشته باشد (۲۲). میزان فتوسنتز قبل از باز شدن گل ها مخصوصا طی رشد و نمو دانه ها ممکن است تأثیر عمیق روی عملکرد از طریق تأثیر روی اجزای ظرفیت ذخیره ای دانه ها بگذارد.پس از مرحله گرده افشانی مهمترین و موثرترین مخزن در هر بوته، دانه های در حال پر شدن می باشند. بنابراین میزان تقاضای مخزن اولین عمل مهم در تعیین میزان انتقال ذخایر از ساقه است. به نظر می رسد چه در مراحل قبل از گرده افشانی و چه در طی پر شدن دانه ها، بین اندازه مخزن و تقاضا برای ذخایر ساقه و محیط رشد اثر متقابلی وجود دارد. در شرایطی که میزان فتوسنتز جاری در طی مرحله پر شدن دانه ها کاهش یابد، میزان تقاضا برای مصرف ذخایر ساقه در این مرحله افزایش می یابد (۳ و ١٦). اعمال تنش خشکی در مقایسه با انجام آبیاری مطلوب موجب کاهش ۳۸/۸٪ عملکرد دانه شد ($P<0/01$). می توان بیان داشت تنش خشکی ظرفیت مخزن را بیشتر از قدرت منبع کاهش داده است (جدول های۳ و ٤) و کاهش در عملکرد دانه تحت شرایط تنش در مرحله گرده افشانی بیشتر مربوط به کاهش تولید ماده خشک در مرحله گرده افشانی (قدرت منبع) بوده و ارتباط کمتری با کارایی تسهیم ماده خشک به دانه (قدرت مخزن) داشته دارد. در شرایط تنش خشکی سقط شدن گلچه ها و کاهش اندازه مخزن موجب شده تا حتی مواد فتوسنتزی نقصان یافته مازاد بر نیاز دانه ها باشد که باعث ایجاد دانه های کم تعداد و درشت تر شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر برگزدایی

اعمال تیمار برگزدایی تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه (P<۰/۰۱) داشته است. حذف ۱:۳ برگ ها در مرحله ۸ برگی عملکرد دانه را به میزان ۱۵/۱ ٪ کاهش داد در حالی که اعمال تیمار ۱:۳ برگزدایی در مرحله کاکل دهی منجر به افزایش ۷ ٪ی عملکرد دانه گردید. حذف ۲:۳ برگ ها در مراحل ۸ برگی و کاکل دهی عملکرد دانه را نسبت به عدم برگزدایی به ترتیب ۲۱/۵ ٪ و ۲۰/۲ ٪ کاهش داد (جدول های ۱ و ٤). احتمالاً کاهش فراهمی مواد فتوسنتزی در اثر برگزدایی ۱:۳ برگ ها در مرحله کاکل دهی کمتر از زمانی است که سقط شدن گلچه ها (به دلیل اثر تنش خشکی و تعرق برگ های زاید) موجب بازخورد اندازه مخزن روی قدرت منبع و کاهش فتوسنتز جاری شده باشد. به عبارتی اثر سوء برگزدایی بر قدرت منبع بسیار کمتر از اثر سوء بازخورد منفی اندازه مخزن بر این صفت است.

جدول۳: میانگین مربعات تأثیر آبیاری و مقدار و زمان برگزدایی بر صفات مورد بررسی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد دانه	سرعت رشد محصول	سرعت جذب خالص	سرعت رشد نسبی
سال Y	۱	۰/۷۳٤^{ns}	۸/۹۲٤^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
خطا	٤	۰/۲۷۷	۲/۵۹۲	۰/٤۵۵	۰/۰۰۱
آبیاری S	۱	۱۷۹/۱**	۱۷۰/۱**	۱۵/۰۲**	۰/۰۰۱**
S.Y	۱	۱/۹۷۲^{ns}	۱۸/٦۵^{ns}	۱۰/۹۲*	۰/۰۰۱^{ns}
خطا	٤	۰/۱٦٤	۲/۹٤٦	۰/٦۵۰	۰/۰۰۱
مقدار و زمان برگزدایی D	٤	۱۲/۹۲**	۱۷۱/۱**	۱۵۰/۵**	۰/۰۰۲**
D.S	٤	٤/٦٤۷**	٦۲/۳۲**	۷/۵۷۸**	۰/۰۰۱**
D.Y	٤	۱/٦۵۸*	۲۰/٤۱^{ns}	۳/۲۸۹^{ns}	۰/۰۰۲*
D.S.Y	٤	۲/٤۲۹**	٤۱/۹۹**	۹/۹۸٤**	۰/۰۰۱**
خطا	۳۲	۰/۵۳۳	۹/۰٦	۱/۸۹۱	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۱۹	۱٤/۵۳	۱٦/۳۵	۱۳/۱٤

ns، *و**: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ ٪ و ۱ ٪ می باشند

شاسلر و وستگیت (۱۹۹۱) نیز در بررسی های خود به این نتیجه رسیدند اعمال هر نوع تنش محیطی پس از گلدهی، حتی وجود رقابت های بین گونه ای و درون گونه ای منجر به افزایش تخلیه مواد از ساقه به سمت دانه ها می شود (۲۵).

هر چه اندازه مخزن بزرگتر و قدرت منبع پس از گلدهی کمتر باشد، نقش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی بیشتر می شود (۱۱). نتایج بررسی در رابطه با انتقال مجدد ماده خشک از ساقه به دانه در گندم برگزدایی

Archive of SID

www.SID.ir

شده نشان داده است کاهش تولید مواد فتوسنتزی برگ ها با افزایش انتقال مجدد ماده خشک از بخش های غیر دانه ای سنبله (ریشک و پوشینک ها) جبران شده است (٦).

جدول٤: میانگین اثرات ساده آبیاری و مقدار و زمان برگزدایی بر صفات مورد برسی

تیمارها	عملکرد دانه (تن در هکتار)	سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع در روز)	سرعت جذب خالص (گرم بر متر مربع در روز)	سرعت رشد نسبی (گرم برگرم در روز)
S1	۸/۸۹٦a	۲۲/۳۹a	۸/۹۱a	۰/۰۱٤a
S2	٥/٤٤۰b	۱۹/۰۲b	۷/۹۱b	۰/۰۱۲b
D1	۷/۹۳٥b	۲٤/۰۱a	٥/۷۱bc	۰/۰۱٥a
D2	٦/۷۹٦c	۱۷/۸۸b	٥/۱۱c	۰/۰۱۱b
D3	٦/۲۳۸c	۱۸/۸۹b	٦/۷٥b	۰/۰۱۲b
D4	۸/٥۷۰a	۲٥/٤۹a	۱۲/۱٤a	۰/۰۱٦a
D5	٦/۳۰۰c	۱۷/۲٦b	۱۲/۳۳a	۰/۰۱۱b

اعداد هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح احتمال ٥ ٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

S1: آبیاری مطلوب S2: آبیاری مطلوب از کاشت تا مرحله ۸ برگی و اعمال تنش خشکی در مراحل ۸ برگی و ظهور گل آذین نر، D1: شاهد (عدم حذف برگ)، D2: حذف ۱:۳ برگ های بوته در مرحله ۸ برگی، D3: حذف ۲:۳ برگ های بوته در مرحله ۸ برگی، D4: حذف ۱:۳ برگ های بوته در مرحله کاکل دهی و D5: حذف ۲:۳ برگ های بوته در مرحله کاکل دهی

سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی در تیمار حذف برگ ۱:۳ برگ ها در مرحله کاکل دهی نسبت به تیمار عدم برگزدایی تفاوت معنی داری نداشت. در حالی که این تیمار نسبت به شاهد تقریبا دو برابر سرعت جذب خالص بیشتری داشت (جدول های۳ و٤). این مطلب نشان می دهد کاهش سطح برگ در اثر برگزدایی با افزایش سرعت فتوسنتز واحد سطح برگ احتمالاً به دلیل افزایش نفوذ نور به کانوپی و کاهش سایه اندازی برگ ها روی هم جبران شده و مقادیر مساوی سرعت تولید ماده خشک را در این دو ترکیب تیماری ایجاد کرده است. تیمار حذف ۱:۳ برگ ها در مرحله کاکل دهی با وجود سرعت رشد محصول یکسان نسبت به شاهد، از عملکرد دانه بیشتری نسبت به شاهد برخوردار است (جدول ۳ و ٥).

به عبارتی حذف برگ های کم کارآمد و تعرق کننده در آغاز پر شدن دانه به دلیل کاهش اثرات تنش خشکی و جلوگیری از سقط شدن گلچه ها موجب افزایش اندازه مخزن شده بدون اینکه قدرت منبع کاهش چشمگیری پیدا کند که نتیجه آن افزایش کارایی تسهیم ماده خشک به دانه بدون افزایش کارایی تولید ماده خشک بوده است. این شرایط در نهایت موجب افزایش عملکرد تیمار حذف ۱:۳ برگ ها در مرحله کاکل دهی نسبت به شاهد گردید. شاپیرو و همکاران (۱۹۸٦) نشان دادند اثر برگزدایی بر عملکرد دانه ذرت بسته به شرایط محیطی متفاوت است که این عامل تحت تأثیر تحمل هیبریدها به تنش خشکی و میزان تنش بعد از برگزدایی است (۲٤).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵: میانگین اثرات متقابل دوگانه آبیاری و مقدار و زمان برگزدایی بر صفات مورد بررسی

تیمارها	عملکرد دانه (تن در هکتار)	سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع در روز)	سرعت جذب خالص (گرم بر متر مربع در روز)	سرعت رشد نسبی (گرم برگرم در روز)
S1D1	۱۰/٤٦a	۲۷/۷۲a	٦/٦۰cd	۰/۰۱۷a
S1D2	۸/۹۷b	۲۱/٤٤bc	٦/۱۲d	۰/۰۱٤b
S1D3	۷/۸۸c	۲۰/۷۸bc	۷/٤۲c	۰/۰۱۳bc
S1D4	۹/٦٤ab	۲۳/۵۹b	۱۱/۲۳b	۰/۰۱٤b
S1D5	۷/۵۱c	۱۸/٤۲c	۱۳/۱٦a	۰/۰۱۲c
S2D1	۵/٤۰b	۲۰/۳۰b	٤/۸۳b	۰/۰۱۳b
S2D2	٤/٦۱b	۱٤/۳۳c	٤/۰۹b	۰/۰۰۹c
S2D3	٤/۵۹b	۱۷/۰۱bc	٦/۰۷b	۰/۰۱۱bc
S2D4	۷/۵۰a	۲۷/٤۰a	۱۳/۰٤a	۰/۰۱۸a
S2D5	۵/۰۸b	۱٦/۰۹bc	۱۱/٤۹a	۰/۰۱۰bc

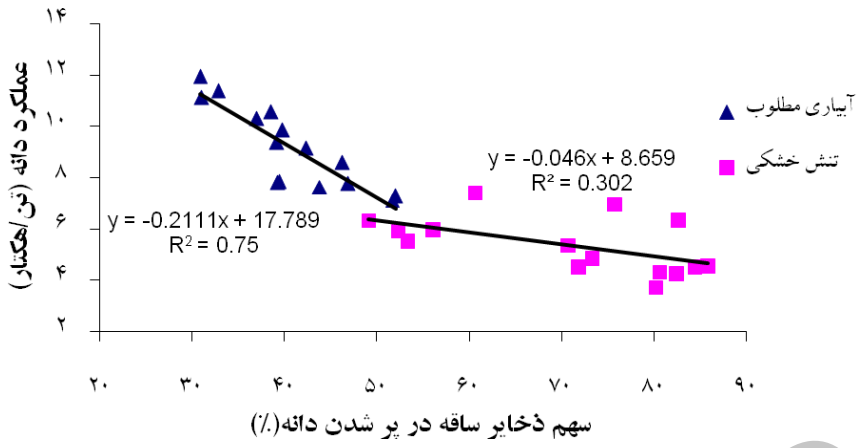
اعداد هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح احتمال ۵ ٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

S1: آبیاری مطلوب در کل فصل رشد با رسیدن رطوبت خاک به (FC-WP) ۷۵٪، S2: آبیاری مطلوب از کاشت تا مرحله ۸ برگی و اعمال تنش خشکی در مراحل ۸ برگی و ظهور گل آذین نر(تاسل) (آبیاری با رسیدن رطوبت خاک به (FC-WP) ۲۵٪ ،D1: شاهد (عدم حذف برگ)، D2: حذف ۱:۳ برگ های بوته در مرحله ۸ برگی، D3: حذف ۲:۳ برگ های بوته در مرحله ۸ برگی، D4: حذف ۱:۳برگ های بوته در مرحله کاکل دهی و D5: حذف ۲:۳ برگ های بوته در مرحله کاکل دهی

در شرایط آبیاری مطلوب با افزایش سهم ذخایر ساقه در عملکرد، عملکرد دانه کاهش یافته است زیرا نیاز به ذخایر ساقه نشان دهنده شرایط نامساعد و فتوسنتز کم گیاه است. در تنش خشکی به دلیل محدودیت شدید مخزن جایی برای ذخیره مواد انتقال یافته از ساقه وجود نداشته است در نتیجه این دو صفت همبستگی غیرمعنی داری داشته اند (شکل۱). بر اساس گزارش بوراس و اوتگوی (۲۰۰٦) در شرایط تنش خشکی اگر مخزن عامل محدود کننده باشد آنگاه ذخایر ساقه نقش کمی در تولید عملکرد دانه دارند و اگر منبع عامل محدود کننده باشد، سهم ذخایر ساقه مهم خواهد بود. گزارش شده است که افزایش سهم ذخایر ساقه در پر شدن دانه نشان دهنده شرایط نامطلوب در طی پر شدن دانه است و این صفت با عملکرد دانه رابطه معکوسی دارد (۱۷).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱: همبستگی میان عملکرد دانه با سهم ذخایر ساقه در پر شدن دانه تحت تیمار برگزدایی

نتایج بررسی اثر متقابل تنش خشکی و برگزدایی

در شرایط آبیاری مطلوب با تأخیر یا افزایش شدت برگزدایی سرعت رشد نسبی بطور معنی داری کاهش یافت در حالی که در شرایط تنش خشکی حتی حذف ۲:۳ برگ ها در مرحله کاکل دهی نتوانست سرعت رشد نسبی را کاهش دهد (جدول‌های۳ و۵). این مطلب نشان داد در شرایط آبیاری مطلوب نسبت اندازه منبع به مخزن یا به عبارتی اندام های فتوسنتز کننده به تنفس کننده در اثر برگزدایی کاهش یافت. در هر دو رژیم رطوبتی، تیمارهای برگزدایی در مرحله کاکل دهی به دلیل افزایش فراهمی نور برای برگ های باقی مانده یا بهبود تعادل آبی برگ ها منجر به افزایش فتوسنتز واحد سطح برگ یا سرعت جذب خالص شده است. در شرایط آبیاری مطلوب افزایش فتوسنتز واحد سطح برگ در اثر برگزدایی نتوانسته کاهش سطح برگ را جبران کند. به نحوی که تمام تیمارهای برگزدایی منجر به کاهش سرعت رشد محصول شد. این مطلب نشان دهنده محدودیت شدید منبع در شرایط آبیاری مطلوب بود (جدول های۳ و۵). تحت شرایط تنش خشکی افزایش سرعت جذب خالص در اثر برگزدایی کاهش سطح برگ را جبران نموده به نحوی که حتی برگزدایی شدید و دیرهنگام نیز نتوانسته سرعت رشد محصول را کاهش دهد. گرایبیل و همکاران (۱۹۹۱) بر این عقیده اند که برای رسیدن به حداکثر عملکرد دانه، باید شاخص سطح برگ مطلوب بین ۳ تا ۳/۲ باشد. آنان گزارش نمودند ژنوتیپ های دیررس با افزایش تعداد برگ و دوام سطح برگ حداکثر ماده خشک را تولید می کنند.

از طرفی تحت شرایط تنش خشکی با قطع ۱:۳ برگ ها در مرحله کاکل دهی، عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد (عدم برگزدایی) به میزان ۲۸٪ (۵/٤ به ۷/۵ تن درهکتار) افزایش یافت (جدول٤). بنابراین برگزدایی نه تنها موجب کاهش قدرت منبع یا کارایی تولید بیوماس و فتوسنز نشده است بلکه در شرایط تنش ماده خشک بیشتری به دانه اختصاص یافته است و شیب فشار اسمزی و هیدروستاتیک به علت فرآهمی آب و کاهش تعرق بعد از برگزدایی بهبود یافته است. در آزمایشی که توسط یانگ و میدمور

Archive of SID

www.SID.ir

(۲۰۰٤) به منظور ارزیابی تأثیر برگزدایی بر رشد و تولید ذرت در شرایط عدم تنش و تنش آبی انجام گردید مشخص شد تحت شرایط عدم تنش آب، اعمال ۳۳٪ برگزدایی در ۲۸ و ۳۵ روز پی از سبز شدن باعث کاهش عملکرد دانه به میزان ۱٦٪ گردید. از طرف دیگر تحت شرایط تنش آب، عملکرد دانه به ترتیب با ۳۳ و ٦۷٪ برگزدایی منجر به افزایش ۱۳/۵ و ۲۵ ٪ی نسبت به عدم تیمار برگزدایی گردید. به نظر می رسد در شرایط تنش خشکی، برگزدایی دیر هنگام و با شدت کم (۱:۳ برگزدایی در مرحله کاکل دهی) به دلیل کاهش سطح برگ تعرق کننده منجر به افزایش محتوای آب نسبی برگ های باقیمانده و افزایش فتوسنتز آنها شده است. به عبارت دیگر در شرایط تنش خشکی، گرچه با حذف قسمت کمی از برگ ها مقدار فتوسنتز جاری (قدرت منبع) کاهش می یابد اما افزایش محتوای آب نسبی در سلول های آغازه گلچه موجب به جلوگیری از سقط شدن شدید گلچه ها می شود (۱۹). در این شرایط (تیمار ۱:۳ برگزدایی در مرحله کاکل دهی) مواد فتوسنتزی نقصان یافته صرف تغذیه گلچه های بارور (مخزن) می شود و علمکرد قابل قبول حاصل می گردد. در حالی که در شرایط تنش خشکی و بدون برگزدایی، گیاه مواد فتوسنتزی فراوانی تولید می کند اما به دلیل سقط شدن گلچه ها جایی برای انباشت این مواد فتوسنتزی ندارد که نتیجه آن بازخورد منفی اندازه مخزن بر قدرت منبع و کاهش عملکرد می باشد. در نتیجه، برنامه های اصلاحی ذرت در صورتی که در جهت کاهش سطح برگهای اضافی تعرق کننده و کم کارمد در فتوسنتز و افزایش کارایی انتقال مجدد ماده خشک به دانه متمرکز شود می تواند افزایش قابل قبول عملکرد را به همراه داشته باشد.

منابع

۱- اویسی، م. ۱۳۸٤. بررسی تاثیر کشت مخلوط و کود نیتروژن بر صفات زراعی و مرفوفیزیولوژیک دو هیبرید ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران. ۱۰۵ صفحه.

۲- اویسی، م. ۱۳۸۹. بررسی اثر میزان و زمان حذف برگ بر صفات مرفوفیزیولوژیک، توزیع و تسهیم ماده خشک ذرت دانه ای رقم KSC704 در شرایط کم آبی. رساله دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران. ۱۱۲ صفحه.

۳- راهنما قهفرخی، ا. ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و تأثیر آن بر عملکرد و کیفیت ذرت دانه ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد.دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران. ۱۵۰ صفحه.

٤- رنجبر، ح. ۱۳۸٤. تاثیر تنش خشکی و تنک کردن در مراحل مختلف رشد بر ویژگی های ظاهری فیزیولوژیک، عملکرد و اجزا عملکرد دانه ذرت هیبرید سینگل کراس۷۰٤. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. ۱۲۵ صفحه.

۵- میرهادی، م. ۱۳۸۰. ذرت. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. انتشارات وزارت جهادکشاورزی. ۲۱٤ صفحه.

6- Alvaro, F., Royo, C., Garcia Del Moral, L. F. and Villegas, D. 2007. Grain filling and dry matter translocation response to source–sink modifications in a historical series of Durum Wheat. Crop Sci. 48: 1523-1531.

Archive of SID

www.SID.ir

7- Andrade, F., Echarte, L., Rizzalli, R., Della, A. and Casanovas, M. 2002. Kernel number prediction in maize under nitrogen or water stress. Crop Sci. 42: 1173-1179.
8- Borras, L., Maddonni, G. A. and Otegui, M. E.2003. Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects. Field. Crop. Res. 82: 13-26.
9- Borras, L. and Westgate, E. 2006. Predicting maize kernel sink capacity early in development. Field. Crop. Res. 95: 223-233.
10- Borras, L. and Otegui, M. E. 2006. Source–sink relations and kernel weight differences in maize temperate hybrids. Field. Crop. Res. 95: 316-326.
11- Eghareuba, P. N., Horocks, R. D. and Zuber, M. S. 2006. Dry matter accumulation in maize (*Zea mays* L.) in response to defoliation. Agron. J. 93: 40-43.
12- Graybill, J. S., Cox, W. and Otis, D. 1991. Yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.) as influenced by hybrids, planting dates and plant density. Agron. J. 83: 559-564.
13- Hume, D. J. and Campbell, D. K. 1992. Accumulation and translocation of soluble solids in corn (*Zea mays* L.) stalks. Can. J. Plant Sci. 78: 363-368.
14- Hunter, R. B., Mortimor, C. and Kannenberg, L. W. 2002. Inbred maize (*Zea mays* L.) performance following tassel and leaf removal. Agron. J. 82: 471-474.
15- Lauer, J., Roth, G. and Bertram, M. 2004. Impact of defoliation on corn forage yield. Agron. J. 96: 1459-1463.
16- Matthew, J. P. and Foyer, C. H. 2001. Sink regulation of photosynthesis. J. Exp. Bot. 52 (360): 1383-400.
17- Madani, A., Shirani Rad, A. H., Pazoki, A., Nourmohammadi, Gh. and Zarghami, R. 2010. Wheat (*Tritium aestivum* L.) grain filling and dry matter partitioning responses to source: sink modifications under post an thesis water and nitrogen deficiency. Acta. Sci. Agr. 32(1): 145-151.
18- Mazaheri, D., Madani, A. and Oveysi, M. 2006. Assessing the land equivalent ratio (LER) of two corn varieties intercropping at various nitrogen levels in Karaj, Iran. J. Cent. Eur. Agric. 7: 2, 359-364.
19- Oveysi, M., Mirhadi, M. J., Madani, H., Nourmohammadi, G. and Zarghami, R. 2010. The impact of source restriction on yield formation of corn (*Zea Mays* L.) due to water deficiency. Plant, Soil and Environment. 56: 476 – 481.
20- Palmer, A., Heichel, G. H. and Musgrave, R. B. 1973. Patterns of translocation, respiratory loss, and maize (*Zea mays* L.) labeled after flowering. Crop Sci. 13: 371-376.
21- Rajcan, I. and Tollenaar, M. 1999. Source-sink ratio and leaf senescence in maize. II. Nitrogen metabolism during grain filling. Field. Crop. Res. 60: 255-265.
22- Sinclair, T. R. and Jamieson, P. D. 2008. Yield and grain number of wheat: A correlation or casual relationship? Authors' Response to ''The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson'' by R. A. Fisher. Field. Crop. Res. 105: 22-26.
23- Stewart, D. W., Costa, C., Dwyer, L. M., Smith, D. L., Hamilton, R. I. and Ma, B. L. 2003. Canopy structure, light interception, and photosynthesis rate in Maize (*Zea mays* L.) under water stress. Euphytica. 121: 279-287.
24- Shapiro, C., Peterson, T. and Flowerday, A. 1986. Yield loss due to simulated hail damage on corn: A comparison of actual and predicted values. Agron. J. 78, 585-589.
25- Schussler, J. R. and Westgate, M. E. 1991. Maize (*Zea mays* L.) kernel set at low water potential: II. Sensitivity to reduce assimilates at pollination. Crop Sci. 31: 1196-1203.
26-Yang, J., Sears, R. G., Gil, B. S. and Paulsen, G. M. 2002. Genotypic difference in utilization of assimilates sources during maturation of wheat under chronic heat and heat shock stresses. Euphytica. 125: 179-188.
27- Yang, Z. and Midmore, D. 2004. Experimental assessment of the impact of defoliation on growth and production of water stressed maize and cotton plants. Exp. Agric. 40: 189-199.
28- Yi, L., Shenjiao, Y., Shiqing, L., Xinping, C. and Fang, C. N. 2010. Growth and development of maize (*Zea mays* L.) in response to different field water management practices: Resource captures and uses efficiency. Agricultural and Forest Meteorology. 150: 606-613.

Archive of SID

www.SID.ir