نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره۴ ، مهر - آبان ۱۳۸۹، ص ۷۲۵-۷۱۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 4, Sep. – Oct. 2010, p. 717-725

بررسی تجمع و انتقال مجدد ماده خشک در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه ای (*Sorghum bicolor* L. Moench) تحت شرایط نرمال و تنش خشکی در شرایط مزرعه ای

علیرضا بهشتی[1*] - بهناز بهبودی فرد[2]

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۳
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۲۰

چکیده

تولید، انتقال مجدد و اختصاص مواد فتوسنتزی در گیاهان زراعی بویژه تحت تنش خشکی از مبانی اساسی تعیین و بررسی اختلاف عملکرد در گونه‌ها و واریته های زراعی است. بدین منظور آزمایشی مزرعه ای، در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی مشهد بر روی ژنوتیپ های سورگوم دانه ای به اجرا در آمد. در کرت های اصلی تیمار وضعیت رطوبتی در دو سطح شامل شرایط معمولی (بدون تنش) و تنش رطوبتی از مرحله گرده افشانی تا مرحله رسیدگی قرار گرفت. در کرت‌های فرعی فاکتوریل تیمار وضعیت فتوسنتزی شامل اختلال و عدم اختلال در فتوسنتز جاری و سه ژنوتیپ سورگوم دانه ای شامل رقم سپیده و دو لاین خالص امید بخش M2 و M5 استحصالی از آزمایشات به نژادی در مشهد قرار داشتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر تنش رطوبتی بر مقدار ماده خشک انتقال یافته، بازدهی انتقال مجدد، درصد انتقال مجدد ماده خشک در سطح ($p\leq$۰/۰۱) و بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در سطح ($p\leq$ ۰/۰۵) معنی دار بود. تنش رطوبتی نسبت به شرایط نرمال موجب افزایش ۱۰/۰۸٪، ۲۴/۴۵٪ و ۱۲/۴۳٪ به ترتیب در صفات ماده خشک انتقال یافته، درصد انتقال مجدد و بازده انتقال مجدد ماده خشک شد. این تیمار همچنین موجب کاهش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به ترتیب به میزان ۳۶/۳۸٪ ، ۵/۴۳٪ و۳۱/۶۰ ٪ شد. اثر اختلال در فتوسنتز جاری بر کلیه صفات معنی دار بود و اختلال در فتوسنتز موجب افزایش به میزان ۱۵/۵۸٪، ۱۷/۵۰٪ و۳۶/۶۲ ٪ به ترتیب در صفات میزان ماده انتقال یافته، بازدهی انتقال مجدد و درصد انتقال مجدد شد. مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نشان داد که بیشترین میزان انتقال، درصد انتقال و بازدهی انتقال مجدد مواد به تیمار تنش رطوبتی و اختلال در فتوسنتز تعلق داشت و به ترتیب ۱۶/۸۲ ٪، ۶۲/۵۴٪ و ۲۴/۶۰٪ بود که تفاوت معنی داری با سایر تیمارها نشان داد. ژنوتیپ ها از نظر درصد انتقال مجدد و بازدهی انتقال مجدد تفاوت نشان دادند و ژنوتیپ M5 از نظر این دو صفت برتری نشان داد. نتایج همبستگی بین این صفات همبستگی مثبت و معنی داری بین میزان ماده خشک انتقال یافته با صفات درصد انتقال مجدد ($r= 0.722, p\leq0.01$)، بازدهی انتقال مجدد ($r=0.911 ,p\leq0.01$) و عملکرد بیولوژیک ($r= 0.534,p<0.05$) نشان داد.

واژه های کلیدی: تنش رطوبتی، فتوسنتز جاری، میزان انتقال مجدد و بازدهی انتقال مجدد

مقدمه

خشکی یک تنش غیر زنده مهم است که اثرات متعددی در سیستم‌های کشاورزی و تولید غذا دارد. ایران دارای اقلیمی گرم و خشک است و خشکی یکی از مهمترین تنش‌های محدود کننده عملکرد به خصوص در مناطق گرمسیری به شمار می‌رود (۲). در چنین شرایطی تلاش برای اصلاح گیاهان مقاوم به خشکی اهمیت پیدا می‌کند. تحقیقات فراوانی بر روی خشکی انجام گرفته است اما اصلاح گیاهان برای مقاومت به خشکی به دلیل غیر قابل پیش بینی بودن تنش‌های محیطی پیچیده است و تحمل ارقام نیز قابل پیش بینی نیست (۲۸). تنش خشکی متناوب در مراحل بحرانی رشد غلات، باعث کاهش عملکرد می‌شود (۲). سورگوم از جمله گیاهان زراعی تابستانه مهم در اقلیم های نیمه خشک است که در مقایسه با گیاهان زراعی دیگر تنش خشکی را بهتر تحمل می کند و شاخص گیاهان زراعی مقاوم به خشکی شناخته شده است. محدودیت رطوبتی در زمان پر شدن دانه ها باعث افزایش وابستگی به ذخایر قبل از گرده افشانی در سورگوم و ذرت می‌شود (۲۱). افزون بر این، مواد ذخیره شده در دوره پیش از گلدهی نیز در عملکرد دانه مشارکت می‌کنند این امر بویژه هنگامی که فتوسنتز جاری تا حدی بر اثر هوای نامساعد یا

۱-استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(*- نویسنده مسئول: Email: arbeheshti81@yahoo.com)
۲-دانشجوی سابق دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

خسارت آفات و بیماریها و یا تنش‌های غیر زنده محیطی مانند خشکی نتواند پاسخ گوی نیاز دانه‌های در حال رشد باشد، اهمیت دارد. آگاهی از ظرفیت ارقام سورگوم از نظر میزان تجمع و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در شرایط مطلوب (بدون تنش) و مقایسه آن با شرایط تنش رطوبتی به انتخاب ارقام جدید برای چنین مناطقی کمک خواهد نمود. در بسیاری از حالتهای مشخص شده، در صورت انجام کامل فتوسنتز، محدودیت مخزن غالب می‌شود. محدودیت عملکرد به دلیل محدودیت ظرفیت منبع یا مخزن در طی فرآیند تولید محصول تغییر می‌کند (۱۸). کنترل انتقال توسط مخزن نیز بوسیله تأثیر بر انتقال، به هنگام مختل شدن انجام وظیفه مخزن توسط تیمارهای موضعی مانند قرار گرفتن در برابر دمای زیاد یا کمبود اکسیژن مشخص می‌شود. این پژوهش ها هر چند در روشن ساختن فرآیند هایی در درون مخزن که قادر به کنترل انتقال می‌باشند، ممکن است تلاش‌های ارزشمندی باشند، اما آنها به ندرت اطلاعاتی در مورد میزان کنترل این فرآیند ها در گیاهان در حال رشد در مزرعه نشان می‌دهند (۳). همچنین طبق نظر بوراس و همکاران (۱۵) وابستگی ظرفیت مخزن دانه، به شرایط رشدی در طی مراحل اولیه پر شدن دانه بسیار زیاد است. در بیشتر مطالعات بعمل آمده در مورد غلات دانه ریز مشخص شده است که ساقه و غلاف برگها محل ذخیره مواد فتوسنتزی می باشند (۳۰). مواد فتوسنتزی که در دانه ذخیره می‌شوند از سه مبداء عمداً یعنی فتوسنتز جاری برگ، فتوسنتز جاری اندامهای سبز به غیر از برگ و انتقال مواد فتوسنتزی ذخیره شده در سایر اندامهای گیاه تامین می‌شوند. اینکه این عوامل چقدر در عملکرد نهایی دانه سهم دارند به گونه گیاه و محیط بستگی دارد (۳۱). بروز تنشهای مختلف از جمله تنش رطوبتی در مرحله پر شدن دانه ها، فتوسنتز جاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در این زمان انتقال مجدد ذخایر ساقه به عنوان یک فرآیند مهم و پشتیبانی کننده می‌تواند تا حدود زیادی کاهش عملکرد دانه را جبران نماید (۲۸). سهم انتقال مجدد مواد ذخیره ای ساقه یا درصد ذخایر ساقه نسبت به وزن کل دانه بوسیله اندازه مخزن، محیط و ژنوتیپ تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۳). پس از مرحله گرده افشانی مهمترین و قویترین مخزن، دانه‌های در حال پر شدن می‌باشند. بنابراین میزان تقاضای مخزن (دانه ها) اولین عامل مهم در تعیین میزان انتقال ذخائر ساقه است. بنظر می‌رسد چه در مراحل قبل از گرده افشانی و چه در طی مرحله پر شدن دانه ها بین ذخایر ساقه و محیط رشد اثر متقابلی وجود دارد (۱۴). بعد از ریزش برگ جذب عناصر غذایی و فتوسنتز می‌تواند کاهش زیادی داشته باشد. بنابراین ظرفیت استفاده از ذخایر ساقه ها برای پر شدن دانه ها در ارقام مختلف سورگوم تحت شرایط مطلوب و تنش رطوبتی بایستی مورد مطالعه قرار گیرد. در شرایطی که میزان فتوسنتز جاری در طی مرحله پر شدن دانه ها کاهش یابد. میزان تقاضا برای مصرف ذخایر ساقه افزایش می‌یابد. فتوسنتز برگ نیز بدلیل تنش‌های متنوع (خشکی، گرما و بیماری‌های برگی) کاهش می‌یابد (۶). در این زمان رشد دانه به میزان زیادی به انتقال منابع رویشی و فتوسنتز مربوط به بافت خوشه در محصولات دانه ای وابسته است (۳۲).

مواد شیمیایی خشک کننده برگ یا عوامل پیر کننده برگ که باعث اختلال در فتوسنتز جاری می‌شوند، به عنوان روش ساده غیر مستقیم در روش شبیه سازی تنش خشکی نهایی برای غلات دانه ریز مطرح شدند. عامل اکسیداسیون که بعد از گرده افشانی روی گیاهان محلول پاشی شد (در یک شرایط مطلوب رطوبتی)، باعث پیری برگ شده و در شرایط عدم فتوسنتز جاری باعث انتقال کربوهیدراتهای ذخیره ای از ساقه به دانه‌های در حال رشد می‌شود (۲۸). همچنین فتوسنتز جاری به عنوان یکی از مهمترین منابع کربن برای پر شدن دانه ها به حساب می‌آید که به جذب موثر نور بوسیله سطح سبز گیاه پس از مرحله گرده افشانی وابسته است (۴). کاهش در ظرفیت فتوسنتزی به عنوان یک اصل در محدود شدن عملکرد بوده است بنابراین ظرفیت فتوسنتزی کمتر کانوپی منجر به کاهش عملکرد از طریق کاهش دوره پر شدن دانه می‌باشد (۲۲و ۲۸). بهترین عوامل پیر کننده برگ که سبب کاهش در ظرفیت فتوسنتزی می‌شوند، کلرات منیزیم (۷)، یدید پتاسیم (۲۳) و کلرات پتاسیم (۶) می‌باشند که برای کاربردهای مزرعه ای جهت غربال تحمل به تنش خشکی بعد از گرده افشانی می‌باشند که به دلیل کارایی بالا و سمیت پایین استفاده می‌شوند. یک روش ساده و موثر برای اندازه گیری انتقال مجدد مواد فتوسنتزی، اندازه گیری میزان کاهش وزن ساقه ها بین مراحل گرده افشانی و رسیدگی است (۲۷). در ایران اطلاعات اندکی در زمینه تحمل به خشکی در ارقام و لاینهای سورگوم و سهم انتقال مجدد مواد در این ارقام موجود است. هدف از انجام این آزمایش بررسی تنش رطوبتی و وضعیت فتوسنتزی بر شاخص‌های اکوفیزیولوژیک مرتبط با تولید و تجمع ماده خشک از جمله مقدار ماده خشک انتقال یافته، بازدهی انتقال مجدد، درصد انتقال مجدد ماده خشک، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در سه ژنوتیپ سورگوم بود.

مواد و روش ها

این بررسی در بهار سال ۱۳۸۶ (به مدت یکسال زراعی) در مزرعه مرکز تحقیقاتی طرق مشهد به اجرا در آمد. مرکز تحقیقاتی طرق در شرق مشهد در عرض جغرافیایی ۳۶ و ۱۶ شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ و ۳۸ شرقی با ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه ۲۸۶ میلی متر با آب و هوای خشک و سرد (روش آمبروژه) واقع است. حداکثر درجه حرارت مطلق آن ۴۳/۳۰C° و حداقل مطلق ۲۷/۸۰°C – و متوسط سالیانه آن ۱۴/۵۰ °C می باشد. خاک آن سیلتی لوم و متوسط ماده آلی آن ۰/۱۴ می باشد. عملیات آماده سازی زمین به روال معمول ایستگاه های تحقیقاتی در زمینی که سال قبل

آیش بود انجام شد. در این آزمایش کود مصرفی براساس نتایج آزمون خاک به مقدار۲۰۰، ۲۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از کودهای اوره، فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم استفاده شد. کود اوره در دو مرحله به صورت سرک در مرحله پس از تنک و مرحله ۸ برگی مصرف شد. عملیات کاشت پس از ضدعفونی بذور به صورت خشکه کاری انجام شد. اولین آبیاری پس از کاشت در ۲۵ اردیبهشت ماه انجام شد. بوته ها پس از سبز شدن در مراحل ۶-۴ برگی براساس رعایت فواصل و تراکم مطلوب (۱۵ بوته در متر مربع) تنک شدند.

این آزمایش در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در کرت های اصلی تیمار وضعیت رطوبتی در دو سطح شامل شرایط معمولی (بدون تنش) و تنش رطوبتی از مرحله آغاز گرده افشانی تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک قرار گرفت. کرت های فرعی شامل فاکتوریل رقم و وضعیت فتوسنتزی (اختلال و عدم اختلال در فتوسنتز جاری) بودند. ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش شامل رقم سپیده و دو لاین خالص امید بخش M2 و M5 استحصالی از آزمایشات به نژادی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مشهد بودند. تیمار اختلال در فتوسنتز جاری از طریق جلوگیری از فتوسنتز جاری به وسیله آبکشیدگی در برگها و ساقه ها انجام شد. اختلال در فتوسنتز جاری براساس روش بلوم (۹) و از ماده شیمیایی یدید پتاسیم استفاده شد. حدود ۱۲ روز پس از گرده افشانی که مصادف با انتهای دوره کند رشد دانه ها (Lag phase) و آغاز مرحله رشد خطی پر شدن دانه ها بود، از طریق پاشیدن یدید پتاسیم با غلظت ۰/۴ درصد مواد موثره بر روی ساقه ها و برگ ها، از فتوسنتز جاری جلوگیری بعمل آمد. در تیمار عدم اختلال در فتوسنتز جاری شرایط معمولی حفظ شد. هر رقم بر روی ۶ خط ۶ متری به فاصله۶۲/۵ سانتی متر کاشت شد و بنابراین مساحت کاشت هر کرت فرعی۲۲/۵= ۶×۰/۶۲۵×۶ متر مربع بود. مراقبت‌های زراعی لازم از جمله مبارزه با علف‌های هرز از طریق دو بار وجین در طول دوره رویشی گیاه انجام شد . ثبت مراحل فنولوژیک در مراحل مختلف (۲۷) انجام شد. روز قبل از اعمال یدید پتاسیم و نیز در انتهای دوره رشد جهت اندازه گیری، تعداد ۵ بوته به صورت تصادفی در هر کرت فرعی انتخاب و سپس این بوته ها در آون با دمای ۷۶ درجه و به مدت ۴۸ ساعت قرارداده شدند، پس از رسیدگی کامل بوته ها و حذف اثرات حاشیه ای برداشت (از ۴ خط وسط بعد از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر خط) از سطح خاک انجام و عملکرد بیولوژیک و دانه هر کرت پس از برداشت توزین و ثبت شد. اندازه‌گیری صفات مربوط به انتقال مجدد ماده خشک اندام های هوایی از طریق روابط زیر و با استفاده از مقادیر محاسبه شده از بوته‌های تصادفی انتخابی در دو مرحله (آغاز مرحله رشد خطی و رسیدن فیزیولوژیک) انجام شد (۵ و ۹).

ARDM(mg/plant)=DMSHT(Ant)-DMSHT(Mat)

REE(%)=(ARDM(mg/plant)/DMSHT (Ant×100))

REP(%)=(ARDM(mg/plant)/GY(mg/plant)) ×100`

که در روابط فوق ARDM مقدار ماده خشک انتقال یافته برحسب گرم ،DMSHT(Ant) مقدار ماده خشک اندام هوایی در مرحله گرده افشانی، DMSHT(Mat) مقدار ماده خشک اندام هوایی (بجز دانه) در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در بوته برحسب گرم، REE و REP به ترتیب درصد بازدهی انتقال مجدد و درصد انتقال مجدد ماده خشک GY عملکرد دانه (گرم بر متر مربع) می باشد. اندازه گیری اجزاء عملکرد نیز با استفاده از ۵ بوته انتخابی در مرحله رسیدن فیزیولوژیک صورت پذیرفت. برای انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل آماری داده ها از نرم افزار های MSTATC، SPSS و EXCEL استفاده شد، MS خطا برای هر منبع تغییر با استفاده از امید ریاضی آنها و مقایسه میانگین ها نیز از روش دانکن محاسبه شد.

نتایج و بحث

میزان ماده خشک انتقال یافته (گرم در بوته) ARDM

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات منابع تغییرات اصلی و متقابل بر میزان ماده خشک انتقال یافته معنی دار بود (جدول۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ژنوتیپ M5 و ژنوتیپ M2 به ترتیب به میزان۱۹/۹۰و ۱۱/۹۴ (گرم در بوته) بیشترین و کمترین میزان ماده فتوسنتزی را انتقال دادند (جدول۲). تنوع ژنتیکی برای این صفت در گونه‌های مختلف زراعی گزارش شده است (۱۴،۲۲،۲۵،۲۸و۳۰). در سورگوم نیز تغییرات ژنتیکی برای این صفت گزارش شده است (۱۸و۳۱). انتقال مجدد آسیمیلات‌های قبل از گرده افشانی و توزیع آنها به دانه ها بوسیله تنش آبی افزایش یافت، این نتایج نشان می‌دهد، علیرغم اعمال تنش رطوبتی و با وجود کاهش عملکرد، انتقال مجدد در سورگوم، نقش بسیار بارز و چشمگیری در تامین نهایی دانه دارد. کینیری و تیشلر (۲۱) و بیدینگر و همکاران (۷) گزارش کردند که محدودیت رطوبتی در زمان پر شدن دانه ها باعث افزایش وابستگی به ذخایر ساقه قبل از گرده افشانی می‌شود به طوریکه واریته هایی که مقدار ماده بیشتری انتقال دادند، در شرایط خشکی از ذخایر ساقه بیشتر استفاده کردند و عملکرد دانه پایدارتری داشتند، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. اگر چه در این مقاله انتقال آسیمیلات‌های ذخیره شده از ساقه و برگ در شرایط محدودیت آبی به دانه به میزان۱۰/۰۸ ٪ بود (جدول۲). اما این مقدار توسط اینو (۲۰) ۷۳٪ وزن دانه در گندم گزارش شده است. کینیری و تیشلر (۲۱) گزارش کردند بیشتر از ۹۰٪ از کربوهیدرات غیر ساختاری انتقال مجدد یافته در سورگوم بعد از ریزش برگ برای تنفس ریشه و ساقه استفاده شد. استفاده از عامل پیر کننده برگ و اختلال در فتوسنتز جاری باعث افزایش انتقال مجدد مواد به دانه به میزان ۱۵/۵۸٪ بیشتر از حالت عدم اختلال شد.

جدول۱-تجزیه اریانس (میانگین مربعات)عملکرد و صفات مرتبط با انتقال مجدد مواد فتوسنتزی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میزان ماده انتقال یافته	درصد انتقال مجدد	درصد بازدهی انتقال مجدد	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۷/۰۵۶ ns	۲۰/۶۲۶ ns	۱۶/۵۰۴ ns	۱/۲۵۵ ns	۱/۷۶ ns	۵۳/۶۳۶ ns
وضعیت رطوبتی	۱	۲۳/۳۹۳*	۱۴۰۳/۲۵۱*	۷۳/۲۴۵*	۱۷/۴۱۷ *	۹/۷۰۳*	۳۴۸/۳۲ ns
اشتباه آزمایشی	۲	۲/۳۶۵	۴۲/۰۷۱	۱/۹۲۵	۲/۸۹۳	۰/۲۱۸	۷۰/۷۷۹
وضعیت فتوسنتزی	۱	۵۸/۹۸۲**	۳۶۳۷/۲۹۶**	۱۵۲/۹۷۶**	۱۹/۰۹۷**	۸/۱۱۳**	۴۳۱/۶۷**
وضعیت فتوسنتزی×وضعیت رطوبتی	۱	۶/۳۳۴*	۷۱/۹۱**	۵/۳۱۳ ns	۱۰/۰۲۸**	۹/۰۹**	۳۲۳/۱۶۱**
ژنوتیپ	۲	۲۱۱/۲۱۱**	۵۴۶/۰۴۷**	۲۳۹/۷۹**	۲/۸۵۱**	۶۱/۵۰۶**	۶۶/۷۲۵*
وضعیت رطوبتی ×ژنوتیپ	۲	۹/۸۲**	۱۲۱/۹۲۶**	۱۴/۸۹**	۰/۶۳ns	۵/۱۲۷**	۲۲/۶۶۸ ns
وضعیت فتوسنتزی ×ژنوتیپ	۲	۲۲/۰۰۹**	۹۴.۷۶۳**	۳۷/۵۵۲**	۰/۰۹۴ ns	۱/۵۲*	۰/۰۰۹ ns
وضعیت رطوبتی ×وضعیت فتوسنتزی×ژنوتیپ	۲	۱۴/۱۹۳**	۸۴/۸۳**	۱۶/۵۳۷**	۰/۰۳۴ ns	۶/۵۸**	۰/۸۰۴ ns
اشتباه آزمایشی	۲۰	۱/۲۱	۶/۶۴۸	۱/۸۱۹	۰/۴۷۹	۰/۳۲۱	۱۲/۲۷۴

*،**وns به ترتیب سطوح معنی داری در سطح ۰.۰۵، ۰.۰۱ و عدم معنی داری می‌باشد.

جدول ۲ - مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی ژنوتیپ، وضعیت رطوبتی و وضعیت فتوسنتز جاری صفات مورد بررسی

		مقدار ماده انتقال یافته(گرم در بوته)	درصد انتقال مجدد	درصد بازدهی انتقال مجدد	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	شاخص برداشت ٪
ژنوتیپ	سپیده	۱۳/۶۲^{b}	۴۴/۶۳^{b}	۱۷/۷۹^{c}	۲/۸۸^{b}	۲۰/۷۹^{a}	۱۳/۹۶^{b}
	M2	۱۱/۹۴^{c}	۳۸/۱۹^{c}	۲۰/۲۴^{b}	۲/۸۳^{b}	۱۶/۴۳^{c}	۱۷/۲۴^{a}
	M5	۱۹/۹۰^{a}	۵۱/۶۸^{a}	۲۶/۴۶^{a}	۳/۶۸۵^{a}	۱۹/۶۹^{b}	۱۸/۵۳^{a}
وضعیت رطوبتی	عدم تنش	۱۴/۳۵^{b}	۳۸/۵۸^{b}	۲۰/۰۷^{b}	۳/۸۲^{a}	۱۹/۵^{a}	۱۹/۶۸^{a}
	تنش	۱۵/۹۶^{a}	۵۱/۰۷^{a}	۲۲/۹۲^{a}	۲/۴۳^{b}	۱۸/۴۴^{b}	۱۳/۴۶^{b}
وضعیت فتوسنتز جاری	عدم اختلال	۱۳/۸۷^{b}	۳۴/۷۸^{b}	۱۹/۴۳^{b}	۳/۸۶^{a}	۱۹/۴۴^{a}	۲۰/۰۴^{a}
	اختلال	۱۶/۴۳^{a}	۵۴/۸۸^{a}	۲۳/۵۵^{a}	۲/۴۰^{b}	۱۸/۴۹^{b}	۱۳/۱۱^{b}

- اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر اثر اصلی اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۵ ندارند.

در شرایطی که میزان فتوسنتز جاری در طی مرحله پر شدن دانه‌ها کاهش یافت، باعث افزایش میزان تقاضا برای مصرف ذخائر ساقه در این مرحله شد. بیشترین میزان ماده خشک انتقال یافته را در تیمار تنش رطوبتی و عدم استفاده از فتوسنتز جاری (اختلال در فتوسنتز جاری) به میزان۱۶/۸۲ (گرم در بوته) نشان داد. به نظر می‌رسد چه در مراحل قبل از گرده افشانی و چه در طی مرحله پر شدن دانه ها، بین اندازه مخزن و تقاضا برای ذخائر ساقه و محیط رشد اثر متقابلی وجود دارد (۱۴). بلوم و همکاران (۱۲) اعلام کردند انتقال مواد در شرایط تنش خشکی مشابه انتقال مواد در حالت حذف برگ و یا آبکشیدگی برگها توسط مواد شیمیایی است، در نتیجه می‌توان از این روش برای اصلاح گیاهان مقاوم به خشکی استفاده کرد.

نتایج همبستگی (جدول۴) نشان داد که، مقدار ماده انتقال یافته همبستگی مثبت و معنی داری با درصد انتقال مجدد ($r=0.72$, $p\leq0.01$) ، بازدهی انتقال مجدد ($r=0.91$, $p\leq0.01$) و عملکرد بیولوژیک ($r=0.53$, $p\leq0.05$) داشت. همچنین این صفت با شاخص برداشت همبستگی منفی و معنی داری ($r=0.55$, $p\leq0.05$) نشان داد. این نتایج حاکی است که اگر چه با افزایش میزان انتقال مواد، درصد انتقال مجدد و نسبت بازدهی انتقال مجدد در ژنوتیپ‌های سورگوم افزایش می‌یابد. اما علیرغم افزایش عملکرد بیولوژیک لزوماً عملکرد اقتصادی افزایش نخواهد یافت. همبستگی منفی اما غیر معنی دار این صفت با عملکرد دانه در این مطالعه نیز موئد این نکته بود (جدول ۴).

انتقال مجدد REP

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی وضعیت فتوسنتز جاری و ژنوتیپ و اثرات دو طرفه وضعیت رطوبتی در وضعیت فتوسنتزی ، وضعیت رطوبتی در ژنوتیپ و وضعیت فتوسنتزی در ژنوتیپ و اثر سه طرفه وضعیت رطوبتی و وضعیت فتوسنتزی و ژنوتیپ در سطح ($p <$ ۰/۰۱) و اثر اصلی وضعیت رطوبتی در سطح ($p <$ ۰/۰۵) بر درصد انتقال مجدد ماده خشک معنی دار بودند (جدول۱).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ژنوتیپ‌های M5 و M2 به ترتیب به میزان۵۱/۶۸ ٪ و۳۸/۱۹ ٪ بیشترین و کمترین انتقال مجدد مواد فتوسنتزی را داشتند (جدول۲)، تیمار تنش آبی دارای درصد انتقال مجدد بالاتری به میزان ۲۴/۴۵٪ نسبت به حالت نرمال رطوبتی بود. بیشترین درصد انتقال مجدد ماده خشک در حالت عدم استفاده از فتوسنتز جاری و تنش رطوبتی به میزان ۶۹/۲۸٪ به رقم سپیده اختصاص داشت (جدول ۳).

به طور کلی تحت شرایط تنش رطوبتی درصد انتقال مواد افزایش یافت (جدول۲)، لذا می‌توان نتیجه گرفت که گیاه در مواجه با تنش رطوبتی بیشتر از ذخایر قبل از گرده افشانی خود برای انتقال مواد پرورده کمک می‌گیرد که نشاندهنده اهمیت انتقال مجدد در تامین نهایی وزن دانه است. پاپاکوستا و گاگیاناس (۲۵) گزارش نمودند، در شرایط تنش رطوبتی انتهایی فصل رشد، مواد ذخیره ای از اهمیت زیادی برخوردارند و به طور متوسط درصد انتقال مجدد در گندم نان بین ۶ تا ۷۳ ٪ بود. سانگ و کریگ (۳۱) گزارش کردند که از نظر فعالیت و تخصیص مواد فتوسنتزی تحت شرایط تنش خشکی نیز اختلافات ژنوتیپی بین ارقام و همچنین هیبریدها وجود دارد. که با نتایج این آزمایش تطابق دارد به طوریکه اختلافات مشاهده شده در درصد مواد انتقال یافته در ژنوتیپ ها (جدول۲)، ناشی از اختلافات ژنوتیپی است. اختلال در فتوسنتز جاری باعث افزایش درصد انتقال مجدد به میزان۳۶/۶۲ ٪ نسبت به عدم اختلال نشان شد. این نتایج حاکی از نقش تعیین کننده فتوسنتز جاری در تامین مواد حاصل از فتوسنتز، برای پر شدن دانه دارد که با نتایج قدسی و همکاران (۱) هماهنگی دارد.

نتایج حاصل از همبستگی نشان داد که صفت درصد انتقال مجدد با بازدهی انتقال مجدد($r=0.73,\ p\leq0.01$) و مقدار ماده خشک انتقال یافته($r=0.72,\ p\leq0.01$) همبستگی مثبت و معنی داری نشان داد (جدول۴). افزایش میزان ماده خشک انتقال یافته باعث افزایش نسبت مقدار ماده انتقال یافته به وزن دانه و افزایش درصد بازدهی انتقال شد. این صفت همبستگی منفی و معنی داری با عملکرد دانه و شاخص برداشت نشان داد (جدول ۴). وجود رابطه منفی بین عملکرد و درصد انتقال مجدد به دلیل کاهش نسبت میزان ماده انتقال یافته به وزن دانه با افزایش عملکرد دانه می‌باشد.

بازدهی انتقال مجدد REE

اثرات منابع تغییرات اصلی و متقابل (جدول۱) بر بازدهی انتقال مجدد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ژنوتیپ‌های M5 و سپیده به ترتیب به میزان۲۶/۴۶و ۱۷/۷۹ (گرم در بوته)، بیشترین و کمترین درصد بازدهی انتقال مجدد فتوسنتزی را داشتند (جدول۲). اثرات اصلی وضعیت رطوبتی و وضعیت فتوسنتز جاری نشان دادند که تیمارهای تنش دارای درصد بازدهی انتقال مجدد بالاتری به ترتیب به میزان۱۲/۴۳٪ و۱۷/۵۰٪ نسبت به حالت معمول بود (جدول۲). بیشترین درصد انتقال مجدد ماده خشک به میزان۲۴/۶۰ (گرم در بوته) در سطح تنش رطوبتی و عدم استفاده از فتوسنتز جاری بود (جدول ۳). محدودیت آبی در دوره پر شدن دانه ها باعث افزایش کارایی انتقال مجدد به میزان ۴۷/۸۷ ٪ نسبت به شرایط نرمال شد (جدول۲) که نشاندهنده نقش مبرم انتقال مجدد در تامین مواد برای پر شدن دانه است. اختلال در فتوسنتز جاری باعث افزایش بازدهی انتقال مجدد (جدول۲) به میزان۱۷/۵۰٪ نسبت به شرایط استفاده از فتوسنتز جاری شد. اثرات تنش‌های مختلف بر کاهش فتوسنتز جاری در مرحله پر شدن دانه ها موجب القاء انتقال بیشتر ذخایر ساقه و مصرف آنها بوسیله دانه می‌شود، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (۱۰،۲۴،۱ و ۲۵).

با مطالعه همبستگی بین صفات (جدول۴)، همبستگی مثبت و معنی داری بین این صفت با مقدار ماده خشک انتقال یافته ($r=0.91,\ p\leq0.01$) و درصد انتقال مجدد ($r=0.73,\ p\leq0.01$) ، همچنین همبستگی منفی با عملکرد دانه و شاخص برداشت مشاهده شد (جدول۴). به نظر می‌رسد، وجود رابطه همبسته و مثبت بین بازدهی انتقال مجدد با میزان ماده انتقال یافته و درصد انتقال مجدد به دلیل افزایش میزان ماده خشک انتقالی باشد که باعث افزایش نسبت مقدار ماده انتقال یافته به وزن دانه در درصد انتقال مجدد و افزایش نسبت مقدار ماده انتقال یافته به ماده خشک در زمان گرده افشانی در بازدهی انتقال مجدد می‌شود که در نتیجه درصد انتقال مجدد و بازدهی انتقال مجدد نیز افزایش می‌یابد. چنانچه عملکرد دانه، حاصل اندوخته دانه در طی پر شدن دانه ناشی از فتوسنتز جاری و اندوخته ناشی از انتقال مجدد متصور شود، در صورتیکه اندوخته ناشی از انتقال مجدد حاصل تخریب برگها در شرایط حاد و تحت تنش باشد این عمل موجب توقف فتوسنتز جاری شده و در نهایت عملکرد دانه کاهش می‌یابد، لذا در چنین شرایطی رابطه عملکرد و میزان انتقال مجدد و به طبع آن بازدهی انتقال مجدد می‌تواند منفی باشد، در این صورت با کاهش عملکرد و پایین آمدن صورت کسر شاخص برداشت این نسبت کاهش یافته و در نتیجه رابطه بازدهی انتقال مجدد با

شاخص برداشت نیز منفی خواهد شد.

عملکرد دانه (تن در هکتار)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی وضعیت رطوبتی بر عملکرد دانه معنی دار ($P\leq$ ۰/۰۵) بود. اثرات اصلی وضعیت فتوسنتز جاری و ژنوتیپ و اثر متقابل وضعیت فتوسنتزی در وضعیت رطوبتی در سطح ($P\leq$ ۰/۰۱) بر عملکرد دانه نیز معنی دار بودند(جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ژنوتیپ M5 بالاترین عملکرد دانه را به میزان ۳/۶۸۵ تن در هکتار دارا بود (جدول۲). عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی به میزان ۳۶/۳۸ ٪ نسبت به سطح اعمال تنش افزایش نشان داد (جدول۲). همچنین عملکرد در سطح عدم اختلال در فتوسنتز جاری به میزان۳۷/۸۲ ٪ نسبت به اختلال در فتوسنتز افزایش داشت (جدول۲). اثر متقابل وضعیت رطوبتی در وضعیت فتوسنتزی نشان داد که بیشترین عملکرد به میزان ۵/۸۵ تن در هکتار مربوط به سطح نرمال رطوبتی و عدم اختلال در فتوسنتز جاری بود که اختلاف معنی داری با سایر سطوح داشت. افزایش فراهمی اسمیلاتها قبل از گرده افشانی باعث تغییرات مثبت رشد دانه و دوره پر شدن دانه می‌شود. طبق نتایج گامبین و بوراس (۱۸) و وان و همکاران (۳۲) افزایش فراهمی اسمیلات ها باعث افزایش عملکرد به ترتیب به میزان ۳۴ ٪ برای سورگوم و ۳۰ – ۶۰ ٪ برای گندم شد.

حساسترین مرحله رشدی به تنش، مرحله پر شدن دانه است که در این زمان تنش خشکی باعث افت شدید اجزاء عملکرد و عملکرد می‌شود (۱ ، ۲ ،۱۰، ۱۱، ۱۶،۲۰، ۲۶ ،۲۹ و ۳۳). گیاه در مواجه با تنش خشکی برای مقابله با اثرات آن، به میزان بیشتری از ذخایر کربوهیدرات خود در قبل از گرده افشانی کمک می‌گیرد (۲۸). در شرایط تنش ژنوتیپ M5 بالاترین عملکرد دانه به میزان۳/۱۱ (تن در هکتار) و در نتیجه متحمل ترین رقم به خشکی و رقم سپیده دارای کمترین عملکرد دانه به میزان ۱/۹۲ (تن در هکتار) بود. اینو (۲۰) و ریو و بلانکو (۲۸) نیز گزارش کردند که ارقام متحمل به تنش خشکی با بهره گیری از اندوخته‌های ذخیره ای در مراحل قبل و بعد از گرده افشانی از عملکرد بالاتری برخوردار می‌باشند.

عموماً در مرحله پر شدن دانه ها، فتوسنتز جاری تحت تأثیر تنش‌های زنده و غیر زنده متعددی قرار می‌گیرد. کاهش در ظرفیت فتوسنتزی به عنوان یک اصل در محدود شدن عملکرد و اجزاء عملکرد بوده است. بنابراین ظرفیت فتوسنتزی کمتر کانوپی منجر به کاهش عملکرد از طریق کاهش دوره پر شدن دانه می‌باشد، که با نتایج این آزمایش تطابق دارد (۲۲). در این آزمایش سهم فتوسنتز جاری در عملکرد نهایی دانه سورگوم (جدول۲)، ۳۷/۸۲ ٪ بود، در این زمان انتقال مجدد ذخائر ساقه به عنوان یک فرآیند پشتیبانی کننده می‌تواند تا حدود زیادی کاهش عملکرد را جبران کند (۱۰، ۱۲ و ۲۴). کاهش ناشی از اختلال در فتوسنتز در آزمایشات ریو و بلانکو (۲۸) ۴۷٪ ، نیکلاس و تومر (۲۳) ۳۲ ٪ در سال۱۹۸۵ و ۲۱٪ در سال۱۹۸۶ ، بلوم و همکاران (۱۰) ۰ تا ۴۲٪ و توسط کزوز و همکاران (۱۷) در۵۵ ژنوتیپ گندم بین ۱۱ تا ۶۱ درصد اعلام شد. اعمال یدید در شرایط مطلوب رطوبتی نسبت به شرایط تنش خشکی بیشتر باعث کاهش عملکرد شد و کاهش عملکرد و اجزاء عملکرد در شرایط تنش خشکی نتایج مشابهی با تیمار استفاده از یدید نشان داد (جدول۲).

عملکرد همبستگی مثبت و معنی داری ($r=0.96, p\leq0.01$) با شاخص برداشت داشت و همچنین همبستگی منفی و معنی داری با درصد و بازدهی انتقال مجدد در سطح ($P< 0.05$) نشان داد. انتظار می‌رود افزایش در وزن اجزاء بوته شامل ساقه ، برگ ، خوشه و دانه، که در نهایت باعث افزایش وزن کل بوته می‌شود به دلیل استفاده بیشتر از منابع و رشد بیشتر بوته باشد که در نهایت تولید عملکرد بالاتری دارد. کرافوردا و پاکوک (۱۶) اعلام کردند که بالا بودن وزن بوته در زمان رسیدگی باعث افزایش عملکرد می‌شود ، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد، به طوریکه ژنوتیپ‌های سپیده و M5 با عملکرد بیولوژیک بالا، دارای عملکرد دانه بالایی نیز بودند.

به نظر می‌رسد، وجود رابطه منفی بین عملکرد با درصد و بازدهی انتقال مجدد به ترتیب به دلیل کاهش نسبت میزان ماده انتقال یافته به وزن دانه و ماده خشک در گرده افشانی باشد که در نهایت باعث کاهش عملکرد شده است.

عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی و متقابل بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بودند (جدول ۱).

رقم سپیده و ژنوتیپ M2 به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۲۰/۷۹ و۱۶/۴۳ تن در هکتار بودند. نرمال آبی عملکرد بیولوژیک بیشتری به میزان۱۹/۵ تن در هکتار نسبت به شرایط تنش دارا بود، همچنین عدم اختلال در فتوسنتز جاری عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به اختلال در فتوسنتز جاری داشت (جدول۲). ژنوتیپ M5 بالاترین عملکرد بیولوژیک به میزان۲۰/۸۲ تن در هکتار در شرایط نرمال رطوبتی نشان داد. رقم سپیده دارای بالاترین عملکرد بیولوژیک در سطح استفاده از فتوسنتز جاری و کمترین عملکرد بیولوژیک را ژنوتیپ M2 در تیمار تنش رطوبتی و اختلال در فتوسنتز جاری به میزان ۱۴/۴۸ تن در هکتار دارا بود.

تنش رطوبتی علاوه بر محدود نمودن منبع، باعث کاهش مخزن و ظرفیت ذخیره ای آن شد، که به تبع آن عملکرد بیولوژیک کاهش

یافت (جدول۲). طبق نتایج آزمایش بیریچ و استوارت (۸) و قدسی(۱) تنش رطوبتی باعث کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شود که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. با اعمال تیمار اختلال در فتوسنتز (جدول۲) عملکرد بیولوژیک به میزان۵/۱۱ ٪ نسبت به عدم اختلال کاهش داشت که تأثیر فتوسنتز جاری را بر وزن خشک کل گیاه نشان می‌دهد، به طوریکه اختلال در فتوسنتز جاری باعث کاهش وزن کلیه اندامهای گیاهی از جمله خوشه، ساقه و برگ شد، که این اجزاء در مجموع عملکرد بیولوژیک را سبب می‌شوند.

عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی داری ($r=0.53$, $p\leq0.05$) با میزان ماده انتقال یافته نشان داد (جدول۴). افزایش وزن بوته باعث افزایش مقدار ماده انتقالی می‌شود که رابطه مثبت بین این صفات را تایید می‌کند.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی وضعیت فتوسنتزی و اثر متقابل وضعیت رطوبتی در وضعیت فتوسنتزی در سطح ($P\leq$ ۰/۰۱) اثر اصلی ژنوتیپ در سطح ($P< 0.05$) بر شاخص برداشت معنی دار بودند و سایر اثرات معنی دار نبودند (جدول۱).

نتایج مقایسه میانگین حاکی از این بود که ژنوتیپ M5 بالاترین میزان شاخص برداشت را دارا بود (جدول۲). شرایط نرمال رطوبتی، دارای بیشترین شاخص برداشت به میزان۱۹/۱۶ ٪ بود، همچنین سطح عدم اختلال در فتوسنتز جاری بیشترین شاخص برداشت به میزان۱۹/۴۴٪ را ارائه داد (جدول۲). شرایط نرمال رطوبتی و عدم اختلال در فتوسنتز جاری بیشترین شاخص برداشت را دارا بود (جدول۳). شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های این آزمایش (جدول۲) بین۱۳/۵۲– ۱۶/۶۴٪ متغیر بود. تنوع در شاخص برداشت به میزان زیادی به تفاوت در اسمیلات‌ها در طی پر شدن دانه و انتقال مجدد اسمیلات‌های قبل از گرده افشانی هر ژنوتیپ وابسته است. طبق نتایج آزمایشات هامر و براد (۱۹) در سورگوم و ثقه الاسلامی و همکاران (۲۹) در ارزن اختلاف در شاخص برداشت به تفاوت‌های ارقام در طی پر شدن دانه بستگی دارد که با نتایج این آزمایش مطابقت می‌کند. تنش خشکی باعث کاهش شاخص برداشت به میزان۳۱/۶ ٪ نسبت به شرایط نرمال رطوبتی شد (جدول۲)، تنش رطوبتی علاوه بر محدود نمودن منبع، باعث کاهش مخزن و ظرفیت ذخیره ای آن شد که به تبع آن شاخص برداشت کاهش یافت (۱، ۱۶، ۲۸ و ۲۹). اما نتایج آزمایش اینو (۲۰)، عدم تفاوت شاخص برداشت در محیط تنش و بدون تنش را نشان داد. اختلال در فتوسنتز جاری باعث کاهش شاخص برداشت به میزان ۳۴/۵۸٪ نسبت به عدم اختلال شد، که تأثیر مبرم فتوسنتز جاری را بر نسبت عملکرد دانه به وزن خشک کل گیاه نشان می‌دهد. این کاهش شاخص برداشت طی گزارش ریو و بلانکو (۲۸) ۳۸٪ اعلام شد.

شاخص برداشت همبستگی مثبت و بسیار معنی داری ($r=0.95$, $p\leq0.01$) با عملکرد دانه را نشان داد (جدول۴) به طوری که با افزایش عملکرد، نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد که رابطه مثبت با شاخص برداشت را تایید می‌کندو با صفات میزان ماده انتقال یافته، درصد و بازدهی انتقال مجدد همبستگی منفی و معنی داری نشان داد.

جدول۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار وضعیت رطوبتی و وضعیت فتوسنتز بر صفات مورد بررسی

وضعیت رطوبتی	وضعیت فتوسنتز جاری	مقدار ماده انتقال یافته (گرم در بوته)	درصد انتقال مجدد	درصد بازدهی انتقال مجدد	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	شاخص برداشت٪
عدم تنش	عدم اختلال	۱۲/۶۵^{c}	۲۹/۹۵^{d}	۱۷/۶۳^{c}	۵/۰۸۴^{a}	۱۹/۴۶^{a}	۲۶/۱۵^{a}
	اختلال	۱۶/۰۵^{ab}	۴۷/۲۳^{b}	۲۲/۵۲^{b}	۲/۵۷۲^{b}	۱۹/۵۲^{a}	۱۳/۲۲^{b}
تنش	عدم اختلال	۱۵/۱۰^{b}	۳۹/۶۱^{c}	۲۱/۲۵^{b}	۲/۶۳۸^{b}	۱۹/۴۳^{a}	۱۳/۹۳^{b}
	اختلال	۱۶/۸۲^{a}	۶۲/۵۴^{a}	۲۴/۶۰^{a}	۲/۲۳۷^{b}	۱۷/۴۷^{b}	۱۳/۰۰^{b}

– اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اثر اصلی اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۵ ندارند.

جدول ۴- ماتریس ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی

	میزان ماده انتقال یا فته	درصد انتقال مجدد	بازدهی انتقال مجدد	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
میزان ماده انتقال یافته	۱					
درصد انتقال مجدد	۰/۷۲۲(**)	۱				
بازدهی انتقال مجدد	۰/۹۱۱(**)	۰/۷۳۵(**)	۱			
عملکرد دانه	-۰/۳۸۸	-۰/۶۲۹(*)	-۰/۵۸۶(*)	۱		
عملکرد بیولوژیک	/۵۳۴(*).	۰/۰۴۲	۰/۱۹۵	۰/۲۲۵	۱	
شاخص برداشت	-۰/۵۵۰(*)	-۰/۶۷۲(**)	-۰/۶۵۳(*)	۰/۹۵۸(**)	-۰/۰۵۱	۱

*و** به ترتیب سطوح معنی داری در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ می‌باشد.

منابع

۱- قدسی،م.م.ر، م.ر جلال کمالی، چائی چی.و د، مظاهری.۱۳۸۲. تجمع و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ارقام گندم تحت تنش رطوبت در مراحل قبل و بعد از گرده افشانی در شرایط مزرعه ای.مجله پژوهش های زراعی ایران. ۱:۲ .۲۱۶-۲۰۵.

2- Abdulai .A.L., F. Asch, and N. Vande Giesen .2008. Physiological and morphological responses of *Sorghum bicolor* to static and dynamic drought conditions. Beitrag in Tagungsband.

3- Adams,S.N., D.L. Easson, H.I. Gracey, R.E. Hycock, and D.G.O. Neil .1983. An attempt to maximize yields of cut grass in the field in Northern. Ireland-Record of Agric Res .31: 11-16

4- Araus, J.L., G.A.Slafer, M.P.Reynolds, ,and C.Royo. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals:What should we breed for ?.Annals of Botany. 89: 925-940.

5- Arduini. I., A.Masoni, L. Ercoli, M. Mariotti. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. J. Agronomy. 25: 309-318.

6- Bdukli, E., N. Celik, M. Turk, G. Bayram, and B. Tas. 2007. Effects of post anthesis drought stress on the stem–reserve mobilization supporting grain filling of two-rowed barley cultivars at different levels of nitrogen. N. J: Bio Sci.7(6): 949-953.

7- Bidinger, F.R., R.B. Musgrave and R.A. Fisher. 1977. Contribution of stored pre-anthesis to grain yield in wheat and barley. Nature. 270: 431-433.

8- Birch, C.J. and A.D. Stewart. 1989. The effect of nitrogen fertilizer rate and timming on yield of hybrid forage sorghum from serial harvest. Australian Sorghum Workshop, Toowomba.

9- Blum, A. 1996. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve utilization .In: braun, H. j. ,F.Altay,W.E.Kronstas, S.P.S.Beniwal, and A. McNab, (eds). Prospects for global improvement. Proc.of the 5th Int.Wheat conf. Ankara, Turky, pp. 135-142.

10-Blum, A., J.Mayer, and G. Golan. 1983. Chemical desiccation of wheat plants as simulator of post-anthesis stress ll. Relation to drought stress .Field Crops Res. 6: 149-155.

11-Blum, A., G.Golan, J. Mayer, B. Sinmena, and J. Burra. 1989. The drought response of landraces of wheat from the Northern Negev desert in Israel. Euphytica, 43: 87-96.

12-Blum. A, L.Shpiler, G .Golan, J .Mayer and B. Sinmena. 1991. Mass selection of wheat for grain filling without transient photosynthesis. Euphytica. 54: 111-116.

13-Blum, A., B. Sinmena, J. Mayer. G. Golan, and L. Shpiler. 1994. Stem reserve mobilization supports wheat grain filling under heat stress. Aust. J. Plant Physiol. 21: 771-781.

14-Bonnett, G.D.,and L.D.Incoll, 1992. Effects on the stem of winter barley of manipulating the source and sink during grain-filling l.Changes in the composition of water-soluble carbohydrates of internodes. J. Exp. Bot. 44: 75-82.

15-Borras, L., A.J. Cura, and M.E. Otegui. 2002. Maize kernel composition and post-flowering source-sink ratio.Crop Sci. 42: 781-790.

16-Craufurda P. Q. and J. M. Peacock. 1993. Effect of heat and drought stress on sorghum (*Sorghum Bicolor*). II. Grain yield .http://journals. cambridge.org.

17-Cseuz, L., J .Pauk, Z. Kertesz, J. Matuz, P. Fonad, I. Tari and L. Erdei. 2002. Wheat breeding for tolerance to drought stress at the cereal research non-profit company.proceding of the Seventieth Hungarian Congress of Plant Physiology. 46: 25-26.

18-Gambin, B.L. and L. Borras. 2007. Plasticity of sorghum kernel weight to increased assimilate availability.Field Crops Res. 100:2 72-284.

19-Hammer, G.L., and I.J. Broad. 2003. Genotype and environment effects on dynamics of harvest index during grain

filling in sorghum. Agron. J: 95: 199-206.
20-Inoue, T. 2004. Contribution of pre- and post-anthesis assimilates to the grain yield of two wheat cultivars differing in drought resistance. Doctor Theses.Subdivision of Plant Ecophysiology, Division of Biological Production.
21-Kiniry J. R, and C. R. Tischler. 1992. Nonstructural Carbohydrate Utilization by sorghum and maize shaded during grain growth. Crop Sci. 32: 131-137.
22-Kumudini. S, D.J. Hume, and G. Chu. 2002. Genetic improvement in short-season soybeans:II.nitrogen accumulation,remobilization, and partitioning.Crop Sci., 42: 141-145.
23-Nikolas. M.E, and N.C. Turner. 1993. Use of chemical desiccants and senescing agents to select wheat lines maintaining stable grain size during post-anthesis drought. Field Crops Res. 31: 155- 71.
24-Palta, J.A.,T. Kobata,N.C. Turner,and I.R. Fillery. 1994. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by postanthesis water deficits. Crop Sci. 34: 118-124.
25-Papakosta, D.K., and A.A. Gagianas. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization and losses for Mediterranean wheat during grain filling .Agron .J. 83: 864-870.
26-Paponov. I.A., P. Sambo, G. Schulte, T. presterl, H.H. Geiger and C. Engels. 2005. Grain yield and kernel weight or two maize genotypes differing in nitrogen use efficiency at various levels of nitrogen and carbohydrate availability during flowering and grain filling. Plant and Soil, 272: 111-123.
27-Richerds, R.A., A.G. Condon, and G.J. Rebetzke. 2001. Traits to improve yield in dry environments. In: Reynolds, M.P., J.I. Ortiz-Monasterio, and A. McNab, (eds). Application of physiology in wheat breeding . 240 p. Mexico, D.F. CIMMYT.
28-Royo, C. and R. Blanco .1999. Use of potassium iodide to mimic drought stress in triticale. Field Crops Res., 59, 201-212.
29-Seghatoleslami .M. J., M. Kafiv and E. Majidi. 2008. Effect of drough stress at different growth stages on yield and water use efficiency of five proso millet (*panicum miliaceum* L.) genotypes. Pak. J. Bot., 40(4): 1427-1432.
30-Slafer.G.A.,and R. Savin. 1994. Sink-source relationships and grain mass at different positions within the spike in wheat. Field Crops Res. 37: 39-49.
31-Sung, F.M, and D.R. Krieg. 1978. Genotypic differences photosynthate partitioning of sorghum as affected by water stress. Agron. Abstracts, Amer. Soc. Agron.
32-Whan, B.R., W.K. Anderson and R.F. Gilmour. 1991. A role for physiology in breeding for improved wheat yield under droght stress.physiology-breeding of wheat cereals for stressed Mediterranean environments. 1989. Montpellier. PP: 179-194.
33-Yadav, O.P., and S.K. Bhatnagar. 2001. Evaluation of indices for identification of pearl millet cultivars adapted to stress and non- stress conditions. Field Crops Res. 70: 201-208.