Archive of SID

اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای

علی آذری نصرآباد[۱*]، سیدمحسن موسوی‌نیک[۲]، محمد گلوی[۲]، سید علیرضا بهشتی[۳]، علیرضا سیروس‌مهر[۲]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران

۲- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۳- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

* مسئول مکاتبه: Azari_ali2003@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۳ **DOI: 10.22034/csrar.2021.86178.1008**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و پارامترهای دخیل در انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل آبیاری نرمال (شاهد)، قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی (مرحله رویت آخرین برگ به‌صورت لوله‌ای) و قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی (۵۰ درصد بوته‌ها در مرحله آغاز گلدهی) و فاکتور فرعی شامل ژنوتیپ‌های KGS29، MGS2، KGS33، سپیده، KGFS27، MGS5، KGFS5، KGFS17، KGFS13 و KGFS30 بودند. نتایج نشان داد تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در پانیکول داشته و سبب کاهش آنها گردید. میزان کاهش عملکرد دانه در بالاترین سطح تنش خشکی (قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی) نسبت به تیمار شاهد معادل ۴۲ درصد بود. ژنوتیپ KGFS13 دارای بالاترین عملکرد دانه بود. اثر تنش خشکی بر پارامترهای ARDM (میزان مواد ذخیره‌ای انتقال‌یافته) و %REP (سهم دانه از انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای) در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید و این اثر در مورد %REE (بازدهی انتقال مجدد) معنی‌دار نشد ولی هر سه پارامتر با اعمال تنش رطوبتی و افزایش شدت تنش خشکی افزایش چشمگیری نشان دادند. به‌طورکلی می‌توان گفت که فرایند انتقال مجدد به‌عنوان یکی از مکانیزم های مطلوب و انتخابی در ارقام و ژنوتیپ های سورگوم به‌ویژه در شرایط مواجهه با تنش خشکی قلمداد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: راندمان انتقال، رشد زایشی، سورگوم، عملکرد، قطع آبیاری

مقدمه

عملکرد هر محصول زراعی توسط عوامل متعددی تعیین می‌شود که بر رشد و نمو گیاه مؤثرند. این عوامل شامل عوامل محیطی، مدیریتی و گیاهی می‌باشند. از مهم‌ترین عوامل محیطی می‌توان به تنش‌های محیطی اشاره نمود، از جمله تنش‌های مهم، تنش خشکی است. تغییرات اقلیمی نیز به معضل کمبود آب دامن زده و مانعی برای افزایش سطح تولید کشاورزی در جهان شده است (Smith and Griffiths, 1993).

آگاهی از محدودیت‌های منبع یا مخزن در عملکرد سورگوم دانه‌ای برای طراحی منطقی فعالیت‌های کشاورزی و استراتژی‌های اصلاحی حیاتی است. محدودیت عملکرد در این گیاه به‌خاطر ظرفیت مخزن یا منبع در طی چرخه محصول متفاوت است (Gambin and Borras, 2007).

تأکید سیستم‌های آینده کشاورزی بر مبنای کاهش در مصرف نهاده‌ها، انرژی و مدیریت مناسب آب‌وخاک و منابع بیولوژیکی و حفظ محیط‌زیست به‌منظور دستیابی به عملکرد مطلوب و پایدار است؛ لذا افزایش توانایی تولید از طریق شناخت مبنای مورفولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر در افزایش عملکرد و جایگزینی معیارهای جدید انتخاب، به‌منظور پیشبرد اهداف به‌نژادی اقدامی مؤثر و ضروری است (Tollenaar and Aguilera, 1992). شواهد موجود حاکی از آن است که کلیه اجزاء فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد از تنوع ژنتیکی برخوردارند. انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای یکی از مکانیزم‌های جبران عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

است که از افت شدید دانه‌ها به‌ویژه در شرایط تنش خشکی جلوگیری می‌کند (Blum *et al*., 1994).

فتوسنتز جاری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع کربن برای پرشدن دانه‌ها، به جذب مؤثر نور به‌وسیله سطح سبز گیاه پس از مرحله گرده‌افشانی وابسته است. این منبع نیز عموماً به‌وسیله پیری طبیعی برگ و بروز تنش‌های مختلف محدود می‌شود. این در حالی است که در همین زمان تقاضا برای مواد فتوسنتزی جهت پرشدن دانه‌ها و تقاضا برای تنفس نگهداری بیوماس زنده گیاه نیز افزایش می‌یابد. بروز تنش‌های مختلف از جمله تنش رطوبتی در مرحله پرشدن دانه‌ها، فتوسنتز جاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در این زمان انتقال مجدد ذخایر ساقه به‌عنوان یک فرایند مهم پشتیبانی‌کننده می‌تواند تا حدود زیادی کاهش عملکرد دانه را جبران کند (Bdukli *et al*., 2007).

بنابراین ظرفیت استفاده از ذخایر ساقه برای پرشدن دانه‌ها در ارقام مختلف سورگوم تحت شرایط مطلوب و نیز شرایط تنش رطوبتی بایستی مورد مطالعه قرار گیرد. در شرایطی که میزان فتوسنتز جاری در طی پرشدن دانه‌ها کاهش می‌یابد، میزان تقاضا برای مصرف ذخایر ساقه افزایش می‌یابد. فتوسنتز برگ نیز به دلیل تنش‌های متنوع (خشکی، گرما و بیماری‌های برگی) کاهش می‌یابد (Bdukli *et al*., 2007).

تحت شرایط معمولی (بدون تنش) نیز مواد فتوسنتزی حاصل از فتوسنتز جاری ممکن است جهت پرکردن دانه‌ها کفایت ننماید (Blum, 1996). اثرات تنش‌های مختلف بر کاهش فتوسنتز جاری در مرحله پرشدن دانه‌ها موجب القاء انتقال بیشتر ذخایر ساقه و مصرف آنها به‌وسیله دانه‌ها می‌شود. در اکثر مطالعات در مورد غلات دانه‌ریز مشخص شده است که ساقه و غلاف برگ‌ها محل ذخیره مواد فتوسنتزی بودند.

از نظر فعالیت فتوسنتزی و تخصیص مواد فتوسنتزی تحت شرایط تنش خشکی، تفاوت‌هایی بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد (Slafer and Savin1994; Javadi *et al*., 2007). پتانسیل ذخیره ساقه به‌عنوان یک مخزن، توسط ارتفاع و تراکم وزن ساقه تعیین می‌شود. تراکم وزن ساقه حاصل نسبت وزن خشک ساقه به واحد طول ساقه است، زیرا میزان ذخیره مواد و قابلیت دسترسی به آن برای انتقال مجدد ممکن است در طول ساقه متغیر باشد. در مورد گندم تأیید شده است که آخرین میانگره منتهی به سنبله (پدانکل) و میانگره ماقبل آخر بیشترین میزان ذخیره مواد فتوسنتزی را به خود اختصاص می‌دهند و اختلاف در ذخیره و انتقال مجدد مواد تحت شرایط مختلف آزمایشی در میانگره ماقبل آخر بیشتر از میانگره های زیرین آن بود (Wardlaw and Willenbrink, 1994). نقش فتوسنتز جاری در عملکرد دانه را می‌توان به‌عنوان یک مکانیزم انتخابی قلمداد نمود، زیرا فرایند انتقال مجدد در هر دو مرحله انباشت و انتقال مجدد مستلزم مصرف انرژی است، به‌عبارت‌دیگر در شرایطی که مواد حاصل از فتوسنتز جاری برای پرشدن دانه کفایت نماید، موجب حرکت و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی می‌شود (Naderi and Musharraf, 2001).

البته در مرحله پرشدن دانه‌ها، فتوسنتز جاری تحت تأثیر تنش‌های زنده و غیرزنده متعددی قرار می‌گیرد و در این زمان، انتقال مجدد ذخایر ساقه به‌عنوان یک فرایند مهم پشتیبانی‌کننده می‌تواند تا حدود زیادی کاهش عملکرد دانه را جبران نماید (Blum, 1996; Beheshti and Behboodi, 2010). مواد فتوسنتزی که در دانه ذخیره می‌شوند از سه مبدأ عمده یعنی فتوسنتز جاری برگ، فتوسنتز جاری قسمت‌های سبز غیر از برگ و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده در سایر اندام‌های گیاه تأمین می‌شوند.

در بسیاری از حالات مشخص شده است که در صورت انجام کامل فتوسنتز، محدودیت مخزن غالب می‌شود. حرکت مواد فتوسنتزی از منبع به محل مصرف، مبتنی بر ظرفیت مواد فتوسنتزی (منبع) ازیک‌طرف و ظرفیت مصرف مواد فتوسنتزی (مخزن) است، در صورت عدم تعادل بین این دو، عملکرد کاهش می‌یابد، یعنی موازنه صحیح بین منبع و مخزن عامل مهم دستیابی به عملکردهای مطلوب است. محدودیت رطوبتی در زمان پر شدن دانه‌ها باعث افزایش وابستگی به ذخایر ساقه قبل از گرده افشانی می‌شود به طوری که واریته هایی که مقدار مواد ذخیره‌ای بیشتری انتقال داده اند، در شرایط تنش خشکی از ذخایر ساقه بیشتر استفاده کردند و عملکرد دانه پایدارتری داشتند (Kiniry and Tischler, 1992).

در ارتباط با روابط منبع و مخزن گزارش شده است که تغییر نسبت منبع به مخزن می‌تواند تأثیر زیادی بر مواد ذخیره‌ای ساقه بگذارد. اگر فقط مخزن حذف شود ۶ تا ۱۲ روز فتوسنتز کافی است تا ظرفیت ساقه از مواد کربوهیدرات پر شود. این میزان ۵۲ درصد از کل وزن گیاه را شامل می‌شود، چنانچه

www.SID.ir

Archive of SID

بخشی یا تمامی منبع حذف شود مواد محلول داخل ساقه در طی مدتی پس از گرده‌افشانی به‌سرعت کاهش می‌یابند (Hume and Campel, 1992). در تحقیقی محدودیت منبع سبب افزایش انتقال مجدد از برگ و ساقه و کاهش کربوهیدرات نهایی غیر ساختمانی در مقایسه با تیمار شاهد گردید (Uhart and Andrade, 1995). در مراحل خاصی از نمو، مواد فتوسنتزی بیشتر از آنچه فرآیندهای رشد و نمو مصرف می کنند تولید می شوند. این مازاد می تواند به ترکیبات ذخیره ای تبدیل شود. در مراحل بعدی، به‌عنوان مثال، در مرحله میوه دهی که فتوسنتز قادر به تامین احتیاجات مقصدهای گیاه نیست، ترکیبات ذخیره ای (کربوهیدراتها، لیپیدها و پروتئینها) می توانند مجددا منتقل شوند و به مراکز فعال مانند دانه حرکت نمایند. انتقال مجدد در مورد ترکیبات آلی و معدنی صورت می‌گیرد (Koochaki and Sarmadnia, 1987).

در مرحله رشد رویشی و بعد از به‌وجودآمدن برگ‌های کافی، مقدار مواد فتوسنتزی تولید شده بیش از نیاز رشد رویشی می‌باشد که مقدار اضافی آن به‌صورت نشاسته ذخیره می‌شود و بعد از برداشت گیاه که دیگر برگی برای انجام فتوسنتز نیست، گیاه از کربوهیدرات‌های موجود در ریشه استفاده کرده و رشد و نمو می‌کند و برگ‌های جدید ایجاد می‌گردد و بعد از تولید برگ‌ها و انجام فتوسنتز دوباره ذخیره کربوهیدرات در ریشه اصلی صورت می‌گیرد.

در اواخر عمر برگ، کربوهیدرات‌ها، ترکیبات ازت‌دار، فسفر و سولفور و سایر عناصر قابل انتقال مجدداً به مقصدهای گیاه منتقل می‌شوند. سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ساقه یا درصد ذخایر ساقه نسبت به وزن کل دانه به‌وسیله اندازه مخزن، محیط و رقم تحت تأثیر قرار می‌گیرد. دانه‌ها پس از گرده‌افشانی مهم‌ترین و قوی‌ترین مخزن‌های در حال پرشدن هستند. به نظر می‌رسد چه در مراحل قبل از گرده‌افشانی و چه در طی مرحله پرشدن دانه‌ها بین ذخایر و محیط رشد اثر متقابل وجود دارد. در بررسی نقش میانگره های فوقانی (میانگره ۱ و ۲ از انتهای ساقه) در انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از ساقه به دانه نشان داده شد که میانگره دوم نقش فعال‌تری نسبت به میانگره انتهایی ساقه دارد (Bonnett and Incoll, 1992).

ضمن اینکه میانگره انتهایی در زمان گلدهی و گرده‌افشانی هنوز در حال تکمیل بافت ساختمانی خود می‌باشد، میانگره دوم به علت اینکه زودتر بافت ساختمانی خود را تکمیل کرده است و اقدام به ذخیره مواد پرورده مازاد بر مصرف گیاه نموده است با شروع پرشدن دانه آمادگی بیشتری جهت انتقال مجدد مواد پرورده به دانه‌ها دارد (Bonnett and Incoll, 1992).

میزان مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد دانه از حدود ۳ درصد در شرایط شاهد تا حدود ۷۰ درصد در شرایط تنش گزارش شده است (Schnyder, 1993). کارایی ساقه در انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای، به وزن خشک ساقه در مرحله گرده‌افشانی بستگی دارد. توانایی تولید عملکرد بالا تحت شرایط تنش در ژنوتیپ‌های کارا وابسته به ظرفیت مخزن دانه در شرایط کمبود کربوهیدرات، فراهمی نیتروژن و حفظ توانایی منبع در طی پرشدن دانه در تراکم‌های گیاهی بالا است (Paponov *et al*., 2005).

در شرایط تنش حرارتی انتهای فصل رشد که مصادف با پرشدن دانه‌ها می‌باشد، میزان انتقال مجدد ممکن است کافی نباشد و بهتر است از نظر ژنتیکی طول دوره پرشدن دانه‌ها افزایش یابد، از طرف دیگر کوتاه شدن دوره پرشدن دانه‌ها موجب اجتناب از تنش‌های انتهای فصل شده درحالی‌که افزایش آن موجب استفاده بیشتر از ذخایر ساقه در شرایط تنش می‌شود (Blum *et al*., 1994).

هدف از این تحقیق، بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی بر عملکرد و پارامترهای دخیل در انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۵۸ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۸۱ متر) انجام گردید. اقلیم منطقه معتدل خشک بوده، میانگین بارندگی سالیانه ۱۴۷ میلی‌متر می‌باشد. خصوصیات شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات شیمیایی خاک محل آزمایش

Table1-Physical and Chemical Properties of Soil

پتاسیم قابل جذب Absorbable potassium (ppm)	فسفر قابل جذب Absorbable phosphorus (ppm)	ازت کل (N) Total nitrogen (%)	PH	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک Ec of soil saturated extract (mS/cm)	نسبت جذب سدیم (SAR)	مجموع کاتیونها (meq/l) Total cations	پتاسیم K^+(meq/l)	سدیم Na^+(meq/l)	منیزیم Mg^{2+}(meq/l)	کلسیم Ca^{2+}(meq/l)	مجموع آنیونها Total anions (meq/l)	سولفات SO_4^{2-} (meq/l)	کلر Cl^- (meq/l)	بیکربنات HCO_3^- (meq/l)	کربنات CO_3^{2-} (meq/l)	عمق خاک Soil depth (cm)
214.2	5.38	0.032	8.14	3.21	6.3	31.9	1.1	16.7	5.2	8.9	31.7	6.1	19.5	5.9	0.2	0-30
196.3	4.28	0.024	8	3.3	6.07	31.9	0.9	16.4	5.4	9.2	32.7	6.4	19.8	6.2	0.3	30-60

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر تیمارهای تنش خشکی

Table1. Analysis of variance of yield and its components and Remobilization in grain sorghum genotypes under drought stress treatments.

منابع تغییر Source of Variation	تعداد دانه در پانیکول Grains per panicle	وزن هزار دانه Seed 1000 weight	عملکرد دانه Grain yield	وزن خشک اندام هوایی در مرحله گرده‌افشانی Dry Matter of Shoot (at Anthesis stage)	وزن خشک اندام هوایی در مرحله رسیدگی Dry Matter of Shoot (at Maturity stage)	مقدار مواد ذخیره‌ای انتقال مجدد یافته Amount of Remobilized Dry Matter	بازدهی انتقال مجدد Remobilization Efficiency	درصد انتقال مجدد Remobilization Percentage
تکرار Replication	85266*	42.2ns	3340778*	1944**	869*	261.6ns	159.4ns	108.4ns
تنش خشکی Water stress(S)	85564*	124.3*	18650348**	4911*	1409 ns	1072.1*	799.5ns	1726.7*
خطای (a) Error a	8589.4	31.92	166040	622	450	242.6	342.3	114.2
ژنوتیپ (G) Genotype	319251**	153.1**	8294654**	7066**	5669**	210.8*	367.2*	142.2**
تنش خشکی X ژنوتیپ S×G	39641*	13.87ns	2742474**	1297**	983**	128.4ns	167.8ns	159.5**
خطای (b) Error b	17760	8.98	432066	280.4	197	103.2	137.7	48.8

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

Ns, * and **: Not-significant, significant at 5 and 1% probability level, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه و بهاره و دیسک و تسطیح در بهار ۱۳۹۳ انجام و کوددهی بر اساس نتایج آزمون خاک انجام گرفت. کود اوره به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در ۲ نوبت (یک‌سوم هم‌زمان با کاشت و دو سوم باقی‌مانده به فاصله یک ماه بعد از سبزشدن)، کود سوپر فسفات تریپل به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیز هم‌زمان با کاشت به زمین داده شد. در تمام مدت آزمایش کنترل علف‌های هرز به‌صورت دوره‌ای و به‌صورت وجین دستی انجام گرفت. کاشت در اردیبهشت‌ماه پس از رسیدن دمای خاک به ۱۲ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد، سطوح مختلف تنش خشکی به‌عنوان عامل اصلی و ژنوتیپ‌های مختلف سورگوم دانه‌ای به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای شامل: KGS29، MGS2، KGS33، سپیده، KGFS27، MGS5، KGFS5،KGFS17، KGFS13 و KGFS30 بودند که تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری (آبیاری نرمال، قطع آبیاری در مرحله رویت آخرین برگ به‌صورت لوله‌ای و قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد بوته‌ها در مرحله آغاز گلدهی قرار گرفتند (Wardlaw and Willenbrink, 1994). هر کرت شامل ۴ خط به طول ۶ متر و فاصله بین خطوط ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ضمناً بین هر کرت و کرت مجاور یک خط نکاشت در نظر گرفته شد.

برای تعیین اجزای عملکرد دانه از هر کرت نیم متر طولی برداشت و تعداد بوته، تعداد پانیکول، تعداد دانه پانیکول، وزن هزار دانه، تعداد دانه در مترمربع تعیین گردیدند. برای تعیین عملکرد دانه پس از حذف ۲ خط حاشیه و نیم متر ابتدا و انتهای هر کرت از سطح ۳ مترمربع برداشت انجام شد و پس از خشک شدن کامل، کل نمونه‌ها توزین و سپس نمونه‌ها با دست کوبیده شده و دانه‌ها جدا و توزین گردید و شاخص برداشت محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری وزن خشک بوته (اندام‌های هوایی) در دو مرحله گرده‌افشانی و مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، بوته‌ها از دو خط میانی انتخاب شدند و در آون با دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند. به‌منظور جلوگیری از اثر تنفس، بوته‌های برداشت شده سریعاً به آون منتقل شدند. برای اندازه‌گیری صفات مربوط به انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای اندام‌های هوایی از روابط زیر استفاده شد (Evans, 1993).

$$ARDM=DMSHT(Ant)-DMSHT(Mat)$$

$$REE(\%)=(ARDM)/DMSHT(Ant)\times 100$$

$$REP(\%)=(ARDM/GY)\times 100$$

در روابط فوق ARDM: مقدار مواد ذخیره‌ای انتقال‌یافته برحسب میلی‌گرم در بوته، DMSHT(Ant): مواد ذخیره‌ای اندام هوایی در مرحله گرده‌افشانی، DMSHT(Mat): مواد ذخیره‌ای اندام هوایی بجز دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، REE وREP به ترتیب کارایی انتقال مجدد و درصد انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای برحسب درصد وGY عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) می‌باشد. در نهایت تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد دانه و پارامترهای دخیل در انتقال مجدد در جداول ۲ تا ۴ ارائه شده است. اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد و از نظر وزن هزار دانه و تعداد دانه در پانیکول در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار گردید. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در آزمایش از نظر صفات فوق در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی دار نشان دادند (جدول۲). اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ از نظر وزن هزاردانه تفاوت معنی‌دار نشان نداد و از نظر بقیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت آماری معنی‌دار داشتند.

مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی نشان می‌دهد که ژنوتیپ KGFS13 در شرایط آبیاری نرمال، بالاترین عملکرد دانه را داشته و ژنوتیپ KGFS5 در شرایط تنش خشکی شدید کمترین میزان را از این نظر به خود اختصاص داد. همچنین ژنوتیپ KGFS27 در شرایط تنش خشکی شدید نیز بیشترین تعداد دانه در پانیکول را داشته، همان گونه که ملاحظه می‌گردد این ژنوتیپ در این شرایط از شاخص برداشت بذر مطلوبی نیز برخوردار است، ژنوتیپ MGS5 در شرایط تنش خشکی شدید کمترین تعداد دانه در پانیکول را داشت (جدول ۴). کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی در منابع مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

گزارش شده است (Ejeta and Knoll, Kebede *et al*, 2001; 2007).

در واقع کاهش عملکرد ناشی از کاهش تعداد دانه در پانیکول و وزن هزار دانه به‌عنوان اجزای عملکرد دانه می‌باشد (Prasad *et al*, 2008) می‌باشد. محققین گزارش نموده‌اند که تنش خشکی هم رشد و هم فتوسنتز خالص را کاهش می‌دهد (Ali *et al*., 2009) و در نتیجه باعث کاهش بیوماس و عملکرد دانه می‌شود. بیوماس، معیاری مناسب برای انتخاب ارقام مقاوم حتی در شرایط نرمال (بدون تنش) می‌باشد.

در خصوص وزن هزار دانه به‌عنوان یکی از اجزای عملکرد دانه، تیمار آبیاری نرمال با میانگین ۲۵/۴ گرم بالاترین و تیمارهای تنش خشکی متوسط و شدید به ترتیب با میانگین ۲۳/۲ و ۲۱/۳ گرم کمترین میزان را از این نظر به خود اختصاص دادند. کاهش نسبی وزن هزار دانه در مقایسه با تیمار شاهد در تنش خشکی متوسط و شدید به ترتیب ۹ و ۱۹ درصد بود. در بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه ژنوتیپ MGS5 با میانگین ۲۶ گرم بیشترین وزن هزار دانه و ژنوتیپ KGFS27 با میانگین ۱۱/۱ گرم کمترین میزان وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند.

در خصوص وزن خشک اندام هوایی در مرحله گرده‌افشانی اثر تنش خشکی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید، این اثر در مورد وزن خشک اندام هوایی در مرحله رسیدگی معنی‌دار نشد. در بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه ژنوتیپ KGFS30 با میانگین ۱۲۶ گرم در بوته بالاترین و رقم سپیده با میانگین ۴۳ گرم در بوته کمترین میزان وزن خشک اندام هوایی در مرحله گرده‌افشانی را به خود اختصاص دادند. از نظر وزن خشک اندام هوایی در مرحله رسیدگی ژنوتیپ KGFS30 بالاترین میزان و رقم سپیده کمترین میزان از این نظر را دارا بودند. کارایی ساقه در انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای، به وزن خشک ساقه در مرحله گرده‌افشانی بستگی دارد. محدودیت رطوبتی در زمان پرشدن دانه‌ها در سورگوم و ذرت باعث افزایش وابستگی به ذخایر ساقه قبل از گرده‌افشانی می‌شود به‌طوری‌که واریته‌هایی که مقدار ماده بیشتری انتقال داده‌اند، در شرایط تنش خشکی از ذخایر ساقه بیشتر استفاده کردند و عملکرد دانه پایدارتری داشتند (Kiniry and Tischler, 1992).

اثر تنش خشکی بر پارامترهای ARDM (میزان مواد ذخیره‌ای انتقال‌یافته) و %REP (سهم دانه از انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای) در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید. %REE (بازدهی انتقال مجدد) تحت تأثیر تیمارهای آزمایش واقع نشد. هر سه پارامتر با اعمال تنش رطوبتی و افزایش شدت تنش خشکی افزایش چشمگیری نشان دادند. به‌طوری‌که در خصوص ARDM تنش خشکی شدید با میانگین ۲۴/۱۲ بالاترین میزان مواد ذخیره‌ای انتقال‌یافته و تنش متوسط و آبیاری نرمال به ترتیب با میانگین ۱۴/۷ و ۱۲/۹۷ به طور مشترک در رده‌های بعدی قرار گرفتند. بیشترین سهم دانه از انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای با میانگین ۱۹ درصد مربوط به تنش خشکی شدید بود درحالی‌که تنش متوسط و آبیاری نرمال به ترتیب با میانگین ۷ درصد و ۴ درصد در رده بعدی قرار گرفتند. در مورد بازدهی انتقال مجدد، هرچند تفاوت آماری معنی‌داری بین سطوح مختلف تنش خشکی ملاحظه نشد ولی بیشترین میزان %REE با میانگین ۲۸ درصد مربوط به تنش خشکی شدید و کمترین آن مربوط به تیمار آبیاری نرمال با میانگین ۱۸ درصد بود (جدول ۳).

در غلات، در طی دوره‌ای از رشد، تجمع مواد ذخیره‌ای در گیاه بیشتر از میزان مصرف آن جهت رشد است، در این حالت مواد فتوسنتزی مازاد به‌صورت قندهای مختلف اغلب در ساقه ذخیره می‌شوند و در مراحل بعدی رشد که معمولاً از دو تا سه هفته پس از گلدهی شروع می‌شود به دانه انتقال می‌یابند (Bdukli *et al*., 2007)؛ بنابراین می‌توان گفت که دو نوع منبع کربوهیدراتی در تأمین مواد فتوسنتزی هنگام پرشدن دانه شرکت دارند، محصولات فتوسنتز جاری که مستقیماً به دانه انتقال می‌یابد، و توزیع مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده در بافت‌های ذخیره‌ای که مواد مذکور را در طی دوره تاریکی شبانه‌روزی و همچنین در انتهای مرحله پرشدن دانه تأمین می‌کنند. در این دوره فعالیت دستگاه فتوسنتزی تا حدی کاهش یافته، سرعت تجمع مواد ذخیره‌ای در دانه از سرعت تولید آن در کل گیاه بیشتر است. میزان مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد دانه از حدود ۳ درصد در شرایط شاهد تا حدود ۷۰ درصد در شرایط تنش گزارش شده است (Schnyder, 1993).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳-مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای

Table 3. Mean comparison of the effect of water stress on yield and its components of grain sorghum genotypes.

تیمار Treatments		تعداد دانه در پانیکول Number of seed per panicle	وزن هزار دانه 1000 Seed Weight (g)	وزن خشک اندام هوایی در مرحله گرده‌افشانی DMSHT (anth) (g)	وزن خشک اندام هوایی در مرحله رسیدگی DMSHT (mat) (g)	عملکرد دانه Grain yield (Kg ha^{-1})	مقدار مواد ذخیره‌ای انتقال مجدد یافته ARDM (g plant^{-1})	بازدهی انتقال مجدد REE	درصد انتقال مجدد REP (%)
تنش خشکی Water stress	S1	439 a	25.4 a	64.9 b	52 b	3201 a	12.97 b	18.9 a	4.59 b
	S2	338 b	21.3 b	89.5 a	65.4 a	1641 c	24.12 a	28.99 a	19.01 a
	S3	361 b	23.2 ab	70.9 b	56.1 ab	2621 c	14.77 b	21.92 a	7.73 b
ژنوتیپ‌ها Genotypes	KGS29	240 de	24.6 ab	52.9 de	31.6 e	2352 bc	21.3 ab	35.8 a	11.3 a-d
	MGS2	373 cd	23.4 ab	45.5 e	33.9 e	2141 c	11.64 de	24.9 b-d	5.8 de
	KGS33	253 de	23.1 b	53.4 de	40 de	1741 c	13.6 a-e	22.5 b-d	12.3 a-c
	Sepideh	224 e	23.3 ab	43.1 e	30 e	1784 c	13.11 c-e	27.9 a-c	8.9 c-e
	KGFS27	814 a	11.9 e	80.3 c	57 c	2055 c	23.5 a	29.9 ab	13 a-c
	MGS5	287 c-e	26 a	60.6 d	49.6 cd	2349 bc	10.9 e	16.6 d	5.1 e
	KGFS5	317 c-e	25.4 ab	98.7 b	83 b	2370 bc	16 a-e	16 d	16.7 a
	KGFS17	421 c	23.9 ab	97.9 b	78 b	2880 b	19.7 a-c	18.7 cd	10.4 b-e
	KGFS13	594 b	25.8 ab	92.1 b	73 b	5060 a	19.2 a-c	21.3 b-d	5.9 de
	KGFS30	274 de	25.4 ab	126.1 a	102 a	2149 c	23.7 a	18.9 cd	14.9 ab

میانگین ها در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ ندارند.

قطع آبیاری در مرحله زایشی، تنش خشکی ۲، قطع آبیاری در مرحله رویشی، تنش خشکی ۱، آبیاری نرمال، بدون تنش خشکی

Means in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability LSD Test. S1=Normal Irrigation, S2=Irrigation cut off in vegetative stage S3= Irrigation cut off in generative stage

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد دو سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر اثرسطوح تنش خشکی و ژنوتیپ

Table 4. Mean comparison of yield and its components of grain sorghum under the effect of water stress and genotypes

تنش خشکی Water stress	ژنوتیپ genotypes	تعداد دانه در پانیکول Number of seed per panicle	وزن خشک اندام هوایی در مرحله گرده‌افشانی DMSHT (anit) (gr)	وزن خشک اندام هوایی در مرحله رسیدگی DMSHT (mat) (gr)	عملکرد دانه Grain yield (Kgha^{-1})	درصد انتقال مجدد %REP	میزان مواد ذخیره‌ای انتقال مجدد یافته ARDM (grplant-1)	درصد تغییر عملکرد نسبت به شاهد Deviation to check (%)
S1	KGS29	274 g-i	55.9 g-k	29.5 i-k	3390 de	8.6 c-i	26.3 a	-
S1	MGS2	445 c-g	47.9 h-k	33.2 h-k	1977 c-j	7 c-i	14.7 a	-
S1	KGS33	278 g-i	46.5 i-k	41.9 f-k	2234 d-j	2 i	4.5 a	-
S1	Sepideh	188 i	41.5 jk	32.8 h-k	2097 c-j	3.95 f-i	8.7 a	-
S1	KGFS27	773 b	83.5 c-h	63 d-h	2281 d-j	9.2 c-i	20.5 a	-
S1	MGS5	419 d-h	53.9 g-k	47.9 f-k	2969 d-g	2.1 i	5.9 a	-
S1	KGFS5	336 f-i	70.6 e-k	62.3 e-h	3580 cd	2.7 hi	8.2 a	-
S1	KGFS17	663 bc	67.5 e-k	55 e-k	4899 bc	2.6 hi	12.4 a	-
S1	KGFS13	659 bc	82.3 c-i	71.7 c-f	6756 a	1.8 i	10.6 a	-
S1	KGFS30	364 f-i	100.2 c-f	82.3 c-e	3171 d-f	5.9 d-i	17.9 a	-
S2	KGS29	186 i	64.4 f-k	41.1 g-k	1502 b-k	18.1 b-f	23.3 a	-55
S2	MGS2	290 g-i	53.5 g-k	39 g-k	1988 c-j	8.2 c-i	14.5 a	0.5
S2	KGS33	200 i	64.9 f-k	36.1 g-k	984 jk	30.4 ab	28.9 a	-57
S2	Sepideh	267 g-i	53.7 g-k	29.4 i-k	1327 h-k	19.2 b-e	24.3 a	-37
S2	KGFS27	1043 a	88.3 d-g	59.2 e-i	2703 d-h	11.9 c-i	29.1 a	18.5
S2	MGS5	179 i	74.7 e-j	57.7 e-j	1684 g-k	9.6 c-i	17 a	-43
S2	KGFS5	181 i	137.8 b	119.4 ab	452 k	41.3 a	18.3 a	-87
S2	KGFS17	240 g-i	132.8 bc	98 bc	1889 f-j	20.5 b-d	34.8 a	-61
S2	KGFS13	532 c-f	122 b-d	93.8 b-d	2509 d-i	13.3 c-i	28.7 a	-62
S2	KGFS30	265 g-i	102.8 b-e	80.8 c-e	1411 b-k	17.8 b-h	22 a	-55
S3	KGS29	262 g-i	38.6 jk	24.5 k	2163 d-j	7.2 c-i	14.1 a	-36
S3	MGS2	385 e-i	35.3 k	29.6 i-k	2459 d-i	2.1 i	5.7 a	24
S3	KGS33	281 g-i	49.5 h-k	41.9 f-k	2041 c-j	4.6 c-i	7.5 a	-8
S3	Sepideh	218 hi	34.2 k	27.9 jk	1928 f-j	3.5 f-i	6.3 a	-8
S3	KGFS27	625 b-d	69.2 e-k	48.1 f-k	1181 i-k	18 b-g	21.1 a	-48
S3	MGS5	262 g-i	53 g-k	43.3 f-k	2392 d-j	3.7 f-i	9.8 a	-19
S3	KGFS5	436 d-h	87.9 d-g	66.5 d-g	3079 d-g	6 d-i	21.5 a	-14
S3	KGFS17	359 f-i	93.5 d-f	81.7 c-e	1851 f-k	8.2 c-i	11.9 a	-62
S3	KGFS13	590 b-e	72.1 e-j	53.7 e-k	5915 ab	2.8 g-i	18.4 a	-12
S3	KGFS30	193 i	175.5 a	144.2 a	1865 f-k	21.2 bc	31.3 a	-41

میانگین ها در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند براساس آزمون LSD تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ ندارند.

قطع آبیاری در مرحله زایشی• تنش خشکی ۲. قطع آبیاری در مرحله رویشی• تنش خشکی ۱

Means in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability LSD Test. S1=Normal Irrigation, S2=Irrigation cut off in vegetative stage S3= Irrigation cut off in generative stage

www.SID.ir

Archive of SID

ژنوتیپ‌های موردمطالعه از نظر سهم دانه در انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای (%REP) در سطح احتمال ۱ درصد و از نظر ARDM و %REE در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار نشان دادند. ژنوتیپ KGFS30 و KGFS27 به ترتیب با میانگین ۲۳/۷ و ۲۳/۵ بالاترین میزان مواد ذخیره‌ای انتقال‌یافته (ARDM) و ژنوتیپ MGS5 با میانگین ۱۰/۹ کمترین میزان را از این نظر به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ KGFS5 از نظر سهم دانه در انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای (%REP) با میانگین ۱۶/۷درصد بیشترین میزان و ژنوتیپ MGS5 با میانگین ۵/۱ درصد کمترین میزان را از این نظر نشان دادند. از نظر بازدهی انتقال مجدد (%REE) ژنوتیپ‌های KGS29 و KGFS27 بالاترین بازدهی را داشته و ژنوتیپ‌های MGS5 و KGFS5 کمترین بازدهی انتقال مجدد را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی از نظر درصد انتقال مجدد نشان می‌دهد که ژنوتیپ KGFS5 در تیمار تنش خشکی شدید، بالاترین میزان و ژنوتیپ KGS33 در شرایط آبیاری نرمال کمترین درصد انتقال مجدد را دارا بودند (جدول ۴). از نظر بازدهی انتقال مجدد، ژنوتیپ KGS33 و سپیده در شرایط تنش خشکی شدید بالاترین کارایی را داشته و کمترین میزان کارایی مربوط به ژنوتیپ KGS33 در شرایط آبیاری نرمال بود (جدول ۴). همان گونه که اشاره شد، این ژنوتیپ کمترین درصد انتقال مجدد را نیز دارا بود. از نظر مقدار ماده ذخیره‌ای انتقال مجدد یافته، ژنوتیپ KGFS17 در شرایط تنش خشکی شدید بالاترین میزان و ژنوتیپ KGS33 در شرایط آبیاری نرمال کمترین میزان را داشت (جدول ۴). همان گونه که ملاحظه می‌شود ژنوتیپ KGFS17 بالاترین و ژنوتیپ KGS33 کمترین میزان عملکرد دانه را در بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه داشتند. یعنی بین پارامترهای انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای و عملکرد دانه ارتباط نزدیکی وجود دارد.

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت که فرآیند انتقال مجدد به‌عنوان یکی از مکانیزم های مطلوب و انتخابی در ارقام و ژنوتیپ های سورگوم به‌ویژه در شرایط مواجهه با تنش خشکی قلمداد می‌شود. به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های سورگوم هرچند در قابلیت استفاده و بهره‌گیری از این مکانیزم واکنش متفاوتی داشتند، ولی به طور میانگین، انتقال مجدد و سهم دانه از انتقال مجدد در شرایط محدودیت رطوبتی و اعمال تنش افزایش نشان داد.

References

Ali, M.A., Abbas, A., Niaz, S., Zulkiffal, M., and Ali, S. 2009. Morpho-physiological criteria for drought tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor*) at seedling and post-anthesis stages. *International Journal of Agricultural Biology*, 11: 647-680.

Bdukli, E., Celik , N., Turk, M., Bayram, G., and Tas, B. 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 . *Biological Science*, 7(6): 949-953.

Beheshti, A.R., and Behboodi, B. 2010. Dry matter accumulation and remobilization in grain sorghum genotypes (*sorghum bicolor* L. Monech) under drought stress condition. *Australian Journal of Crop Science*, 4(3): 185-189.

Blum,A., Sinmena, B., Mayer, J., Golan, G., and Shpiler, L. 1994. Stem reserve mobilization Supports wheat grain filling under heat stress. *Australian Journal of Plant Physiology*, 21: 771–781.

Blum, A. 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). Proceeding of the 5th International Wheat conference; 1996 June 10-14; Ankara, Turkey, 1996. P 135-142.

Bonnett,G .D., and Incoll, L. D. 1992 .Effects on the stem of winter barley of manipulating the source and sink during grain – filling I.changes in the composition of water –soluble carbohydrates of internodes . *Journal of Experimental Botany*, 44: 75-82.

www.SID.ir

Archive of SID

Ejeta, G. and Knoll, J.E. 2007. Marker-assisted selection in sorghum. In: Varshney, R.K. and R. Tuberosa (eds.), Genomic-assisted Crop Improvement. *Genomics Applications in Crops*, 2: 187–205.

Evans, I.T. 1993. Crop evaluation, adaptation and yield. Cambridge University Press, Cambridge, 514p.

Gambin, B.L., and Borras, L. 2007. Plasticity of sorghum kernel weight to increased assimilate availability. *Field Crops Research*, 100: 272-284.

Gifford, R.M., Bremner, P.M., and Jones, D.B. 1973. Assessing photosynthetic limitation to grain yield in a field crop. *Australian Journal of Agricultural Research*, 24: 297-307.

Hume, D. J., and Campel, D.K. 1992. Accumulation and translocation of soluble solids in corn stalk. *Canadian Journal of Plant Science*, 52: 363-368.

Javadi, H., Rashed Mohassel, M.H., and Azari Nasrabad, A. 2007. Effect of plant density on agronomic characteristics chlorophyll content and stem remobilization percentage in four grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties. *Journal of Iranian Field Crops Researches*, 5(2): 271- 279.

Kebede, H., Subudhi, P.K., Rosenow, D.T., and Nguyen, H.T. 2001. Quantitative trait loci influencing drought tolerance in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Theor. *Appl. Genet*. 103: 266–276

Kiniry J. R., and Tischler, C. R. 1992. Nonstructural Carbohydrate Utilization by sorghum and maize shaded during grain growth. *Crop Science*, 32: 131-137.

Koochaki, A. and Sarmadnia, GH. H. 1987. Physiology of crop plants. Jahad Daneshgahi Mashad Publication, Mashad, 467p. (In Persian).

Naderi, A., and Musharraf GH. 2001. Effects of drought stress on yield and yield related traits in wheat genotypes. p. 74-75. Proceedings of the sixth Iranian agronomy and plant breeding congress. 3-6 Sept. 2001. Crop Science Society of Iran. Babolsar, Iran.

Paponov, I.A., Sambo, P., Erley, G.S.A., Presterl, T., Geiger, H.H., and Engels, C. 2005. Kernel set in maize genotypes differing in nitrogen use efficiency in response to resource availability around flowering. *Plant and Soil*, 272: 101–110.

Prasad, P.V.V., Pisipati, S. R., Mutava, R.N., and Tuinstra, M.R. 2008. Sensitivity of grain sorghum to high temperature stress during reproductive development. *Crop Science*, 48:1911– 1917.

Schnyder, H. 1993. The role of carbohydrates storage and redistribution in the source-sink relation of wheat and barley during grain filling. A review. *New Phytology*, 123: 233-245.

Slafer.G.A., and Savin, R. 1994. Sink-source relationships and grain mass at different positions within the spike in wheat. *Field Crops Research*, 37: 39-49.

Smith, J.A.C. and Griffiths, H. 1993. Water deficits: Plant response from cell to community. Bios scientific Pub. 344pp.

Tollenaar, M., and Aguilera, A. 1992. Radiation use efficiency of old and new maize hybrid. *Agronomy Journal, 84*: 536-541.

Uhart, S. A., and Andrade, F. H. 1995. Nitrogen defoliation in maize. I: Effects on crop growth, development, dry matter patitioning, and kernel set. *Crop Science*, 35: 1376-1383.

Wardlaw, I.F., and Willenbrink, J. 1994.Carbohydrate storage and mobilization by the culm of wheat between heading and grain maturity: the relation to sucrose synthase and sucrose-phosphate synthase. *Australian Journal of Plant Physiology*, 21: 255-271.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of drought stress at different growth stages on dry matter remobilization in grain sorghum genotypes

Ali Azarinasrabad[1*], Seyyed Mohsen Mousavinik[2], Mohammad Galavi[2], Seyyed Ali Reza Beheshti[3], Alireza Siroosmehr[2]

[1]Crop and Horticultural Science Research Department, South Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education center, AREEO, Birjand, Iran
[2]Department of Agronomy, University of Zabol, Zabol, Iran
[3]Horticulture crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education center, AREEO, Mashhad, Iran

[*]Corresponding Author: Azari_ali2003@yahoo.com

Received: 16 May 2017 Accepted: 13 January 2019 **DOI: 10.22034/csrar.2021.86178.1008**

Abstract

In order to evaluate the effect of water stress on grain yield and its components and parameters of dry matter remobilization in sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* L.), a field experiment as a split plot design was carried out with three replications in 2014 at the research farm of the southern Khorasan Agriculture and natural resources research and education center. Main factors including normal irrigation (control), irrigation cut off in vegetative growth stage (emergence of terminal leaf as rolled) and irrigation cut off in generative growth stage (50% of plants in start of flowering) and genotypes including KGS29, MGS2, Sepideh, KGFS27, MGS5, KGFS5, KGFS17, KGFS13 and KGFS30 were as sub factors. Results showed that water stress had significantly effect on grain yield, biological yield, harvest index, 1000 seed weight, seed number per panicle and caused to decrement of them. The grain yield reduction was about 42% at the highest level of water stress (irrigation cut off in vegetative growth stage) in comparison with the control. The genotype KGFS13 had the highest grain yield, biological yield and harvest index. The effect of water stress was significant on ARDM (Amount of Remobilized Dry Matter) and %REP (Remobilization Percentage) at %5 probability level and this effect was not significant on %REE but each of those parameters were highly increased with water stress inducing and stress severity increasing. Generally, remobilization process can be considered as one of the optimal and selective mechanisms in sorghum cultivars and genotypes, especially in terms of drought stress condition.

Keywords: Generative growth, Irrigation cut off, Remobilization Efficiency, Sorghum, Yield

www.SID.ir