مجله علمی-پژوهشی

علوم کشاورزی
سال سیزدهم، شماره (۲) ۱۳۸۶

Archive of SID

بررسی میزان محدودیت منبع ارقام گندم و جو در شرایط تنش گرمای پس از گرده‌افشانی

عادل مدحج
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر
احمد نادری
استادیار و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول
سید عطاءاله سیادت
استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش گرمای بعد از گرده‌افشانی بر میزان محدودیت منبع و عملکرد دانه ارقام گندم و جو، دو آزمایش جداگانه هر یک در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ اجرا گردید. شش رقم گندم (فونگ، چمران، استار، شوا، استورک و گرین) و دو رقم جو (۶ سراسری و جنوب) در دو تاریخ کشت مطلوب و با تاخیر، به منظور برخورد مراحل فنولوژیک بعد از گرده‌افشانی با گرما مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در هر دو شرایط مطلوب و تنش گرما بالاترین عملکرد دانه به جو رقم جنوب اختصاص داشت. عملکرد دانه رقم چمران در میان ارقام گندم در هر دو شرایط بیشتر بود. اثر آزمایش، ارقام و همچنین اثر متقابل رقم و آزمایش برای میزان محدودیت منبع در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. میانگین محدودیت منبع در شرایط مطلوب و تنش به ترتیب ۱۲/۵ و ۲۵/۵ درصد ارزیابی گردید. محدودیت منبع تمامی ارقام مورد مطالعه در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب افزایش یافت. نتایج همچنین نشان داد ارقام دیررس نظیر استار و گرین نسبت به ارقام زودرس نظیر فونگ از محدودیت منبع و کاهش وزن و عملکرد دانه بیشتری در شرایط تنش برخوردار بودند. به نظر می‌رسد، افزایش محدودیت منبع ارقام دیررس به دلیل مواجه شدن دوره پر شدن دانه در این ارقام با گرما بود، در حالی که ارقام زودرس با گرده‌افشانی زود هنگام قبل از بروز شرایط گرم، محدودیت منبع و تغییرات وزن دانه کمتری در شرایط تنش داشتند.

واژه‌های کلیدی: تنش گرما، محدودیت منبع، ارقام گندم، ارقام جو

مقدمه

گندم به دلیل ارزش غذایی و طیف نسبتا وسیع سازگاری به شرایط متفاوت آب و هوایی در مقایسه با سایر گیاهان زراعی در سطح وسیعتری کشت می‌شود (۳). گسترش کشت گندم در مناطق مختلف این گیاه را تحت تاثیر شرایط محیطی مختلفی قرار داده،

تاریخ دریافت مقاله ۸۴/۴/۱۵ تاریخ دریافت نسخه نهایی ۸۴/۸/۲۸

www.SID.ir

Archive of SID

واکنش‌های متفاوت عملکردی را در آن موجب گردیده است. به هر حال اگر چه تمامی تنش‌های زنده و غیر زنده از عوامل مهم کاهش دهنده عملکرد محسوب می‌شوند، اما در حال حاضر نزولات جوی و درجه حرارت از مهمترین عوامل موثر بر عملکرد گیاهان زراعی به شمار می‌روند (۱۲). مطالعات نشان داده است که گندم در مناطق گرمسیری در سطحی معادل هفت میلیون هکتار در دنیا تحت شرایط تنش گرما کشت می‌شود (۱۱). تنش گرمای انتهای فصل در شرایط آب و هوای خوزستان یکی از عوامل مهم محدود کننده رشد گندم می‌باشد (۷). تنش گرما از طریق اختلال در فعالیت‌های متابولیکی گیاه نظیر فتوسنتز، تنفس، تعرق و گرده‌افشانی موجب ایجاد خسارت در عملکرد گندم می‌شود (۵). به علت تلاقی تنش گرمای آخر فصل با مرحله پر شدن دانه، وزن دانه به عنوان یکی از مولفه‌های مهم عملکرد دانه بیشتر از سایر مولفه‌ها تحت تاثیر قرار می‌گیرد، این مؤلفه از یک سو به میزان اسیمیلات‌های (منبع) موجود، بویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه‌های در حال رشد (مخازن) برای ذخیره اسیمیلاتها بستگی دارد (۱۰). منابع تامین کننده مواد فتوسنتزی برای پر شدن دانه‌ها شامل فتوسنتز جاری، حرکت مجدد مواد فتوسنتزی قبل از گرده‌افشانی ذخیره شده در اندامهای رویشی و انتقال مجدد مواد ذخیره شده در اندامهای رویشی بعد از گرده‌افشانی تا ابتدای رشد خطی دانه می‌باشند، که به مجموع حرکت مجدد و انتقال مجدد، توزیع مجدد گفته می‌شود (۹). ارقام گندم و جو کشت شده در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری با شرایط تنش گرمای انتهای فصل، معمولا" با محدودیت منبع روبرو هستند. در این مناطق در زمانی که بیشترین نیاز به مواد فتوسنتزی برای رشد دانه وجود دارد. منابع تامین این مواد به دلیل پیری زودرس برگها و کاهش منابع غذایی گیاه کاهش می‌یابند (۱۴). در برخی از مطالعات میزان محدودیت منبع به عنوان شاخصی برای ارزیابی میزان تحمل به تنش بکار گرفته شده است (۵). به منظور ارزیابی میزان محدودیت منبع و نحوه عرضه مواد پرورده بر رشد دانه، از تیمارهایی نظیر غنی سازی گاز کربنیک، حذف گزینشی دانه‌ها (۱) و تنک کردن تعدادی از بوته‌ها (۱۰) استفاده می‌شود. مدحج (۵) نتیجه گرفت، میزان محدودیت منبع در شرایط تنش گرمای پس از گرده‌افشانی نسبت به شرایط مطلوب به شکل معنی‌دار افزایش یافت، در این تحقیق ارقامی که دیررس‌تر بودند محدودیت منبع بیشتری در شرایط تنش داشتند. پانوزو و ایگلز (۱۵) گزارش دادند که تنش گرما، رشد دانه گندم را از طریق تغییر ظرفیت منبع و مخزن کاهش داد، در این تحقیق نمو زایشی در تلاقی با دمای بالا در مرحله پس از گرده‌افشانی بشدت تحت تاثیر قرار گرفت. مدحج و ذاکر نژاد (۶) با بررسی میزان محدودیت منبع ارقام گندم و تریتیکاله در شرایط محیطی خوزستان گزارش دادندکه تمامی ارقام مورد مطالعه دارای محدودیت منبع بودند، این محققین همچنین نتیجه گرفتند که بین میزان محدودیت منبع و وزن دانه همبستگی منفی و معنی‌دار وجود دارد. بررسی منابع نشان می‌دهد با وجود اهمیت تنش گرمای آخر فصل در شرایط آب و هوایی خوزستان، ارزیابی اثرات تنش بر خصوصیات فیزیولوژیک ارقام گندم و جو متداول در منطقه کمتر انجام شده است، از طرفی بهبود ژنتیکی تحمل به تنش نیازمند شناخت سازوکارهای فیزیولوژیک تحمل به تنش به عنوان معیاری برای انتخاب ارقام متحمل و پیشرفت ژنتیکی در این راستا می‌باشد، بنابراین مطالعه خصوصیات فیزیولوژیک نظیر محدودیت منبع و رابطه منبع و مخزن در شرایط تنش گرما ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۱ -۱۳۸۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی استان خوزستان با مشخصات جغرافیایی ´۲۰ :°۴۰ طول شرقی و´۲۰ :°۳۲ عرض شمالی اجرا گردید. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خاک محل آزمایش، بافت خاک رسی لومی بود. متوسط درجه حرارت در فصل رشد گیاه، میانگین حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۱۹/۹، ۲۵/۸ و ۱۴/۱ بود. طرح تحقیقاتی به صورت دو آزمایش مستقل و هریک در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. شش رقم گندم (سه رقم گندم نان و سه رقم گندم دوروم) و دو رقم جو در تاریخ کشت مطلوب (اول آذر) و با تاخیر (اول بهمن) به منظور برخورد مراحل فنولوژیک رشد بعد از گرده افشانی با تنش گرمای آخر فصل، مورد مطالعه قرار گرفتند. مقدار بذر کشت شده بر اساس توصیه‌های تحقیقاتی با تراکم ۴۰۰، ۵۰۰ و۲۵۰ دانه در متر مربع به ترتیب برای ارقام گندم دوروم، نان و جو تعیین شد. کشت ارقام در شش خط کشت در هر کرت صورت گرفت. طول هر خط سه متر و فاصله بین ردیفها ۰/۲ متر بود. کود نیتروژن از

www.SID.ir

Archive of SID

منبع اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و فسفر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر از منبع فسفات آمونیم به خاک اضافه شد، یک سوم کود نیتروژن و تمام کود فسفر به صورت پایه بعد از دیسک اول در مزرعه توزیع و توسط دیسک دوم با خاک مخلوط گردید. به منظور تعیین میزان عملکرد دانه و اجزای آن، برداشت در مرحله رسیدگی نهایی و پس از حذف نیم متر ابتدایی و انتهایی از خطوط سوم و چهارم در سطحی معادل ۱/۲ متر مربع انجام گرفت.

به منظور بررسی میزان محدودیت منبع در ارقام مورد مطالعه، تیمار قطع سنبلچه اعمال گردید که عبارت بود از باقی گذاشتن پنج سنبلچه و حذف سایر سنبلچه‌های روی سنبله. هر خط کشت سه متری به شش قسمت نیم متری تقسیم شده، نیم متر اول و آخر هر خط به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد، عمل قطع سنبلچه و همچنین تیمار شاهد (سنبله‌های دست نخورده)، در خطوط نیم متری اعمال شدند (۵). پس از محاسبه وزن دانه در تیمارهای شاهد (سنبله‌های دست نخورده) و قطع سنبلچه، میزان محدودیت منبع با استفاده از رابطه $S.L = (\frac{a}{b} - 1) \times 100$ (Source limitation) محاسبه شد. در این رابطه S.L ، a و b به ترتیب محدودیت منبع بر حسب درصد، وزن دانه در تیمار قطع سنبلچه و وزن دانه تیمار شاهد بودند (۵ و ۹). میزان محدودیت منبع در شرایط تنش نسبت به پتانسیل منبع در شرایط مطلوب با استفاده از رابطه زیر ارزیابی گردید:

$$S'.L' = (\frac{a'}{b'} - 1) \times 100$$

در این رابطه $S'.L'$ ، a' و b' به ترتیب محدودیت منبع در شرایط تنش نسبت به پتانسیل منبع در شرایط مطلوب بر حسب درصد، وزن دانه در تیمار قطع سنبلچه در شرایط مطلوب و وزن دانه تیمار شاهد در شرایط تنش گرما بودند (۵). تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از برنامه آماری MiniTab انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش مقایسات چند دامنه‌های دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه در شرایط مطلوب

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد دانه و اجزای آن در شرایط مطلوب در جدول (۱) ارائه شده است. بین ارقام از نظر عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. تفاوت وزن دانه، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع در شرایط مطلوب در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار شد.

مقایسه میانگین داده‌های عملکرد دانه بین ارقام مورد مطالعه در شرایط مطلوب نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه به جو رقم جنوب اختصاص داشت و کمترین عملکرد دانه در این شرایط در رقم زودرس فونگ بود. بعد از رقم فونگ، رقم استورک از عملکرد کمتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود، بیشترین عملکرد دانه در میان ارقام گندم، به رقم چمران اختصاص داشت (جدول ۲).

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مربوط به عملکرد دانه و اجزای آن در شرایط مطلوب

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن تک دانه	تعداد دانه در سنبله
تکرار	۲	۳۷۲۹۹۹	۳۵۷	۰/۱۳	۲/۵۰	۶/۵
رقم	۷	۲۶۱۵۳۱^{ns}	۱۴۴۲۱**	۲/۰۲**	۶۱/۲۳**	۶۷/۲$^{n.s}$
خطا	۱۴	۳۷۷۰۱۶	۱۱۱۰	۱/۲۴	۲/۲۵	۱۸
ضریب تغییرات		۱/۶	۶/۵	۵/۸	۳/۳	۱۳/۵

n.s , * و** به ترتیب غیر معنی دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و۰/۰۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین‌های عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در ارقام مورد مطالعه در شرایط مطلوب

ارقام	میانگین صفات				
	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن تک دانه (میلی گرم)	تعداد دانه در سنبله
ارقام جو					
جنوب	۵۳۵^{a}	۶۷۰^{a}	۴۰/۰^{a}	۴۱^{e}	۴۰/۰^{a}
۶ سراسری	۴۵۹^{a}	۵۲۸^{cd}	۲۵/۴^{b}	۴۴^{cde}	۲۵/۴^{a}
ارقام گندم					
شوا (دوروم)	۵۰۴^{a}	۴۴۲^{cde}	۱۴/۶^{c}	۴۸^{b}	۲۶/۳^{a}
گرین (دوروم)	۴۷۳^{a}	۴۲۱^{de}	۱۴/۰^{c}	۵۴^{a}	۲۶/۶^{a}
استورک (دوروم)	۴۴۲^{a}	۳۹۶^{cde}	۱۵/۰^{c}	۴۷^{b}	۳۷/۵^{a}
استار (نان)	۴۹۲^{a}	۵۵۳^{bc}	۱۴/۴^{c}	۴۲^{e}	۳۱/۶^{a}
فونگ (نان)	۴۳۲^{a}	۳۹۲^{e}	۱۵/۰^{c}	۴۵^{c}	۳۰/۴^{a}
چمران (نان)	۵۱۳^{a}	۶۶۰^{ab}	۱۴/۰^{c}	۴۲^{e}	۳۱/۰^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف غیر مشترک دارند دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ به روش دانکن هستند.

نتایج نشان داد، ارقام زودرس در تاریخ کاشت مطلوب از عملکرد کمتری نسبت به ارقام دیررس برخوردار بودند. مقایسه تعداد سنبله در متر مربع در ارقام مورد مطالعه نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح در شرایط مطلوب به جو رقم جنوب اختصاص داشت، تفاوت بین جو جنوب و گندم رقم چمران معنی‌دار نبود، کمترین تعداد سنبله در متر مربع در رقم فونگ به دست آمد، هر چند بین این رقم و ارقام شوا، استورک و گرین تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول۲). در میان ارقام گندم رقم چمران از تعداد سنبله بیشتری برخوردار بود، این رقم به همراه جو رقم جنوب از پنجه‌های بارور بیشتر بهره‌مند بود، این نتایج با یافته‌های دانایی و همکاران مطابقت داشت، این محققان در بررسی خصوصیات کیفی و کمی ارقام جو، رقم جنوب را رقمی پر پنجه ارزیابی نمودند (۲). بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله به جو رقم جنوب و کمترین آن به ارقام گندم چمران و گرین اختصاص داشت. بین ارقام چمران، گرین، استار و فونگ از نظر تعداد سنبلچه در سنبله تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول۲). بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبلچه در ارقام گندم به ترتیب به ارقام استورک و شوا تعلق داشت، رقم گرین بیشترین و ارقام جنوب و چمران کمترین وزن دانه را به خود اختصاص دادند (جدول۲). وزن دانه ارقام دوروم از وزن دانه ارقام نان بیشتر بود. گندم رقم گرین با سایر ارقام تفاوت معنی‌دار داشت، اما تفاوت گندم رقم چمران، جو رقم جنوب، جو رقم ۶ سراسری و گندم رقم استار معنی‌دار نبود (جدول۲). بررسی عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام مورد مطالعه در شرایط مطلوب نشان داد، گندم رقم چمران همانند جو جنوب از وزن دانه کمتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود، اما تعداد سنبله و تعداد دانه در واحد سطح بیشتر در این رقم موجب شد که عملکرد دانه چمران نسبت به سایر ارقام گندم بیشتر باشد. تعداد کم سنبله در واحد سطح در رقم فونگ نسبت به سایر ارقام از دلایل عملکرد کم این رقم در شرایط مطلوب بود، هرچند که وزن دانه رقم فونگ به دلیل تعداد دانه در واحد سطح کمتر و در نتیجه تخصیص مواد پرورده بیشتر به تعداد دانه کمتر، از سایر ارقام گندم نان بیشتر بود (جدول۲). این نتایج با یافته‌های حسامی مطابقت داشت (۱).

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط تنش گرما

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام مورد مطالعه در شرایط تنش گرمای آخر فصل در جدول (۳) ارائه شده است. تفاوت عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبلچه در ارقام مورد مطالعه معنی دار نبود، در حالیکه تفاوت تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد سنبلچه در سنبله و وزن تک دانه در سطح احتمال ۱٪ و تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد.

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مربوط به عملکرد دانه و اجزای آن در شرایط تنش گرما

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه	تعداد سنبله در واحد سطح	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن تک دانه	تعداد دانه در سنبله
تکرار	۲	۶۱۶۴۷۹/۰	۲۶۸۶/۶	۶/۴	۲۳/۰	۵/۸
رقم	۷	۸۱۵۱۲۰/۰$^{n.s}$	۱۱۲۳۱/۴**	۲۱۲/۲**	۲۸/۳**	۷۱/۳*
خطا	۱۴	۲۹۲۵۱۱/۰	۷۳۵/۲	۴/۹	۵/۵	۱۳/۰
ضریب تغییرات		۱۳/۱	۵/۶	۱۲/۲	۷/۵	۱۳/۸

n.s ,* و** به ترتیب غیر معنی دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و۰/۰۱

جدول ۴- میانگین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در ارقام مورد مطالعه در شرایط تنش گرما

ارقام	میانگین صفات				
	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن تک دانه (میلی گرم)	تعداد دانه در سنبله
ارقام جو					
جنوب	۴۶۱^{a}	۵۳۳^{ab}	۳۷/۰^{a}	۳۱^{ab}	۳۷/۰^{a}
۶ سراسری	۳۸۷^{a}	۵۲۳^{ab}	۲۱/۶^{b}	۳۳^{a}	۲۱/۶^{b}
ارقام گندم					
شوا (دوروم)	۳۵۸^{a}	۴۰۹^{cd}	۱۳/۶^{c}	۳۴^{a}	۲۱/۷^{b}
گرین (دوروم)	۴۳۴^{a}	۳۸۲^{d}	۱۳/۲^{c}	۳۳^{a}	۲۳/۷^{b}
استورک (دوروم)	۳۴۶^{a}	۴۸۵^{bc}	۱۲/۴^{c}	۲۶^{c}	۲۳/۵^{b}
استار (نان)	۳۳۲^{a}	۵۰۴^{ab}	۱۴/۰^{c}	۳۰^{b}	۲۶/۶^{b}
فونگ (نان)	۳۸۳^{a}	۴۵۰^{bc}	۱۳/۴^{c}	۳۳^{a}	۲۷/۱^{b}
چمران (نان)	۴۰۵^{a}	۵۴۲a	۱۴/۵^{c}	۳۰^{b}	۲۷/۰^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف غیر مشترک دارند دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ به روش دانکن هستند.

مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب به جو رقم جنوب و گندم رقم استار اختصاص داشت، در میان ارقام گندم رقم چمران از عملکرد بالاتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود، رقم زودرس فونگ به دلیل اتمام مراحل فنولوژیک رشد قبل از فرارسیدن گرمای شدید آخر فصل، در شرایط تنش عملکرد نسبتا خوبی داشت (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های دانایی و همکاران مبنی بر عملکرد بالای رقم چمران در شرایط تنش گرما و عملکرد کم رقم دیررس استار در این

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط مطابق بود (۲). بیشترین و کمترین تعداد سنبله در واحد سطح به ترتیب به جو رقم جنوب و گندم رقم گرین اختصاص داشت، در میان ارقام گندم، رقم چمران بالاترین تعداد سنبله در واحد سطح را به خود اختصاص داد (جدول۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد سنبلچه در سنبله در شرایط تنش به ترتیب به جو رقم جنوب و گندم رقم استورک اختصاص داشت. تفاوت بین ارقام گندم از نظر صفت تعداد سنبلچه در سنبله در شرایط تنش معنی‌دار نبود، بیشترین تعداد دانه در سنبلچه بین ارقام گندم به ارقام چمران، استورک و استار اختصاص داشت (جدول۴). وزن تک دانه در ارقام شوا و استورک به ترتیب بیشترین و کمترین بود، هر چند که مطالعات مختلف نشان می‌دهد که ارقام دوروم از وزن دانه بیشتری به ارقام گندم و نان و ارقام جو برخوردار هستند، اما در شرایط تنش رقم استورک، وزن دانه کمتری نسبت به سایر ارقام داشت. بیشترین میزان تعداد دانه در سنبله در جو رقم جنوب بود، این رقم با سایر ارقام تفاوت معنی دار داشت، جو رقم ۶سراسری و گندم رقم شوا از کمترین تعداد دانه در سنبله برخوردار بودند، بجز رقم جنوب، سایر ارقام تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد دانه در سنبله نداشتند (جدول۴).

تجزیه مرکب دو آزمایش

نتایج مربوط به تجزیه مرکب داده‌های عملکرد دانه و اجزای آن در دو شرایط مطلوب و تنش گرما نشان داد، تفاوت بین ارقام از نظر تعداد دانه سنبلچه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، در سطح احتمال ۰/۰۱ و برای وزن دانه در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار گردید، در حالیکه عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه در دو آزمایش برای ارقام معنی‌دار نبود. تفاوت اثر متقابل رقم و آزمایش در تعداد سنبله در واحد سطح و وزن تک دانه در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار شد، اما در تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه و تعداد دانه در سنبله معنی‌دار نبود. تفاوت دو آزمایش برای تمامی پارامترها به جز تعداد دانه در سنبلچه که در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود، در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار شد (جدول۵). هر چند تفاوت ارقام برای آزمایش و اثر متقابل رقم و آزمایش برای عملکرد دانه معنی‌دار نبود، اما مقایسه میانگین عملکرد دانه در ارقام مورد مطالعه نشان داد که عملکرد دانه در تمامی ارقام ۳۰ درصد در شرایط تنش گرما نسبت به شرایط مطلوب کاهش یافت، ارقام گندم فونگ و استار به ترتیب با ۱۱ و ۳۲ درصد کاهش، کمترین و بیشترین ضریب تغییرات عملکرد دانه را داشتند (جداول ۲ و ۴). این نتایج با یافته های دانایی و همکاران مبنی بر کاهش بیشتر عملکرد دانه در ارقام دیررس نسبت به ارقام میان‌رس و زودرس در شرایط کشت با تاخیر مطابقت داشت (۲). تعداد سنبله در واحد سطح در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب در تمامی ارقام ۲۸/۸ درصد کاهش یافت.

هرچند برخی مطالعات صفت تعداد سنبله در واحد سطح را مقاومترین جزء از اجزای عملکرد به تنش گرما می‌دانند (۳)، در این آزمایش کاهش معنی دار در اکثر ارقام از نظر تعداد سنبله در متر مربع مشاهده گردید، بطوریکه که تنها جو رقم ۶سراسری در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب تفاوت معنی‌دار نداشت و سایر ارقام از نظر صفت مذکور در شرایط تنش کاهش معنی‌دار نسبت به شرایط مطلوب خود داشتند (جداول ۲ و ۴).

جدول ۵- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مربوط به عملکرد دانه، اجزای آن و میزان محدودیت منبع بر اساس کلیه داده‌ها

منابع تنوع	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد دانه	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن تک دانه	تعداد دانه در سنبله	محدودیت منبع
آزمایش	۱	۱۴۷۵۹۶۸۱**	۲۳۱۰**	۳۳/۰**	۲۶۲۵/۵**	۴۵۸/۱**	۳۷/۴۵**
تکرار (آزمایش)	۴	۴۹۴۷۳۹	۳۹	۳/۲	۱۷/۸	۱۹/۵	۰/۷۸
رقم	۷	۶۸۹۷۴۸$^{n.s}$	۱۴۳**	۶۴۷/۸**	۶۳/۴*	۱۱۳/۸$^{n.s}$	۷/۵۰**
رقم * آزمایش	۷	۳۸۶۹۰۳$^{n.s}$	۵۶**	۲/۵$^{n.s}$	۲۶/۱**	۲۰/۲$^{n.s}$	۱/۶۳**
خطا	۲۸	۴۸۴۷۶۳	۱۴	۲/۵	۳۸۹/۰	۱۱/۹	۰/۸۵
ضریب تغییرات		۱۶/۵	۸/۶	۱۵/۰	۱/۲	۱/۰	۴/۲

n.s ،* و** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین و کمترین تعداد سنبلچه در سنبله به ترتیب به جو رقم ۶ سراسری و گندم رقم چمران اختصاص داشت. به هر حال مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ضریب تغییرات تعداد دانه در سنبلچه به رقم استورک اختصاص داشت (جداول ۲ و ۴). تقارن گرمای شدید آخر فصل با مرحله پر شدن دانه، کاهش وزن دانه را در ارقام مورد مطالعه در این آزمایش به همراه داشت، به طوری که که وزن دانه در تمام ارقام در شرایط تنش گرما نسبت به شرایط مطلوب ۳۴ درصد کاهش یافت، بیشترین تغییرات وزن دانه در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب به گندم رقم استورک و کمترین آن در دو رقم جو ۶ سراسری و جنوب مشاهده گردید، بررسی میانگین‌های دو آزمایش نشان داد که وزن دانه تمام ارقام در شرایط تنش با شرایط مطلوب خود تفاوت معنی‌دار داشت (جداول ۲ و ۴). ارقام جو از تغییرات وزن دانه کمتری نسبت به ارقام گندم برخوردار بودند، به نظر می‌رسد طول دوره رشد کوتاهتر و پایداری فیزیولوژیک بیشتر ارقام جو در شرایط تنش گرما از دلایل تحمل بیشتر این ارقام به تنش گرمای آخر فصل باشد. مقایسه میانگین داده های مربوط به تعداد دانه در سنبله در دو شرایط مطلوب و تنش نشان داد تعداد دانه در سنبله در تمامی ارقام در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب ۱۷ درصد کاهش داشت. بیشترین و کمترین ضریب تغییرات تعداد دانه در سنبله به ترتیب به گندم رقم استورک و جو رقم جنوب اختصاص داشت، پس از گندم رقم استار، رقم استورک بیشترین تغییرات تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب را به خود اختصاص داد (جداول ۲ و ۴). تعداد دانه بیشتر در سنبله در رقم چمران در شرایط تنش موجب شد که این رقم همانند شرایط مطلوب از عملکرد دانه بالایی برخوردار باشد. رقم فونگ به دلیل تعداد دانه و وزن دانه زیاد و شیب تغییرات کم تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و وزن تک دانه، در شرایط تنش از عملکرد دانه نسبتا خوبی در این شرایط بهره‌مند بود.

تغییرات وزن دانه در تیمار قطع سنبلچه

نتایج تجزیه واریانس وزن تک دانه در تیمارهای شاهد (سنبله‌های دست نخورده) و قطع سنبلچه در شرایط مطلوب در جدول (۶) ارائه شده است. نتایج نشان داد در شرایط مطلوب تفاوت صفت وزن دانه برای تیمار قطع سنبلچه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود، در حالیکه تفاوت این صفت در ارقام مورد مطالعه در شرایط تنش معنی‌دار نشد. بیشترین و کمترین وزن دانه در تیمار قطع سنبلچه‌ها و باقی گذاشتن پنج سنبلچه روی سنبله در شرایط مطلوب به ترتیب در گندم رقم استورک و جو رقم ۶ سراسری بود، در میان ارقام گندم، رقم گرین بیشترین وزن دانه را در سنبله‌های قطع سنبلچه شده پس از رقم استورک به خود اختصاص داد (جدول۷). افزایش وزن دانه در واکنش به حذف تعدادی از سنبلچه‌های روی سنبله در واقع نشاندهنده محدودیت منبع در ارقام مورد مطالعه بود. مدحج و ذاکرنژاد (۶) با قطع ۷۵ و ۵۰ درصد از سنبلچه‌های روی سنبله گزارش دادند که افزایش سطح قطع سنبلچه موجب افزایش وزن نسبی دانه شد، این محققان نتیجه گرفتند که کاهش تعداد مخازن اقتصادی باعث تخصیص مواد بیشتر به تعداد دانه کمتر شده و افزایش وزن دانه را در ارقام منبع محدود به همراه دارد. این نتایج با یافته‌های ما و همکاران (۱۳) نیز مطابق بود.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس وزن دانه در تیمار قطع سنبلچه و میزان محدودیت منبع در شرایط مطلوب و تنش گرما

		میانگین مربع			
منابع تغییرات	درجه آزادی	شرایط مطلوب		شرایط تنش	
		وزن دانه تیمار قطع سنبلچه	محدودیت منبع	وزن دانه تیمار قطع سنبلچه	محدودیت منبع
تکرار	۲	۱۵/۰۴	۴۹/۲۰	۶۲/۱۰	۰/۵۲
رقم	۷	۱۵۸/۹۰**	۳۸۲/۴۰**	۳۹/۹۰ns	۲/۶۵*
خطا	۱۴	۱۲/۶۱	۲/۰۳	۱۴/۶۰	۰/۹۶
ضریب تغییرات		۷/۰	۱۱/۲	۹/۲	۳/۶

n.s، *، و** به ترتیب غیر معنی دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- میانگین‌های وزن هزار دانه در تیمار قطع سنبلچه، شاهد و میزان محدودیت منبع در شرایط مطلوب و تنش گرما

میانگین صفات

ارقام	شرایط مطلوب			شرایط تنش		
	وزنه هزار دانه شاهد (گرم)	وزن هزار دانه در تیمار قطع سنبلچه (گرم)	محدودیت منبع (درصد)	وزنه هزار دانه شاهد(گرم)	وزن هزار دانه در تیمار قطع سنبلچه (گرم)	محدودیت منبع (درصد)
ارقام جو						
جنوب	۴۱^{e}	۴۷^{c}	۱۶^{b}	۳۱^{ab}	۳۷^{a}	۲۶^{ab}
۶ سراسری	۴۴^{cde}	۴۵^{c}	۶^{c}	۳۳^{a}	۴۳^{a}	۲۴^{ab}
میانگین	۴۲/۵	۴۶/۰	۱۱/۰	۳۲/۰	۴۰/۰	۲۵/۰
ارقام گندم						
شوا (دوروم)	۴۸^{b}	۵۳^{bc}	۱۰^{bc}	۳۴^{a}	۴۱^{a}	۱۷^{b}
گرین (دوروم)	۵۴^{a}	۵۷^{ab}	۸^{bc}	۳۳^{a}	۴۵^{a}	۳۳^{ab}
استورک (دوروم)	۴۷^{b}	۵۹^{a}	۲۸^{a}	۲۶^{c}	۴۱^{a}	۴۶^{a}
استار (نان)	۴۲^{de}	۵۱^{bc}	۲۲^{ab}	۳۰^{b}	۴۰^{a}	۳۰^{ab}
فونگ (نان)	۴۵^{c}	۵۰^{bc}	۱۰^{bc}	۳۳^{a}	۳۵^{a}	۱۴^{b}
چمران (نان)	۴۲^{de}	۴۸c	۶^{c}	۳۰^{b}	۳۵^{a}	۱۷^{b}
میانگین	۴۶/۳	۵۳/۰	۱۴/۰	۳۱/۰	۳۹/۵	۲۶/۱

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف غیر مشترک دارند دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ به روش دانکن هستند.

محدودیت منبع

نتایج تجزیه واریانس محدودیت منبع در شرایط مطلوب و تنش گرما نشان داد، تفاوت این صفت برای ارقام مورد مطالعه در شرایط مطلوب در سطح احتمال ۱٪ و در شرایط تنش گرما در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۶). بیشترین و کمترین میزان محدودیت منبع در شرایط مطلوب به ترتیب به ارقام گندم استورک و چمران اختصاص داشت، بیشترین و کمترین میزان محدودیت منبع در شرایط تنش گرما به ترتیب در ارقام گندم استورک و فونگ بود (جدول ۶). مقایسه میانگین‌های میزان محدودیت منبع در ارقام زودرس، متوسط رس و دیررس نشان داد، ارقام زودرس نظیر فونگ از محدودیت منبع کمتری نسبت به ارقام دیررس استار و گرین برخوردار بودند، دلیل این عکس العمل را می‌توان به تلاقی کمتر مرحله گرده‌افشانی در ارقام زودرس با شرایط گرم انتهای فصل مرتبط دانست. مدحج و همکاران (۷) گزارش دادند، رقم زودرس فونگ با گرده‌افشانی زودتر نسبت به سایر ارقام، به تنش گرمای پس از گرده‌افشانی متحمل‌تر بود. مقایسه ارقام گندم و جو نشان داد، ارقام گندم از محدودیت منبع بیشتری نسبت به ارقام جو در شرایط تنش برخوردار بودند (جدول ۷).

نتایج تجزیه مرکب دو آزمایش برای صفت محدودیت منبع ارقام مورد مطالعه در جدول (۵) ارائه شده است. تفاوت محدودیت منبع برای آزمایش، ارقام و همچنین اثر متقابل رقم و آزمایش در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های محدودیت منبع بر اساس کلیه داده‌ها نشان داد که تنش گرما باعث تشدید محدودیت منبع در تمامی ارقام مورد مطالعه شد (جدول۷). نادری (۹) با مطالعه برخی ارقام گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل گزارش داد محدودیت منبع در تمامی ارقام مورد مطالعه در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب افزایش یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

محدودیت منبع در شرایط تنش نسبت به پتانسیل منبع در شرایط مطلوب

بررسی میزان محدودیت منبع در شرایط تنش نسبت به پتانسیل منبع در شرایط مطلوب نشان داد، میزان محدودیت منبع در ارقام مورد مطالعه در شرایط تنش بین ۳۵ تا ۱۰۰ درصد بود (جداول ۸ و ۹). بیشترین میزان محدودیت منبع در شرایط تنش به گندم رقم استورک اختصاص داشت، ارقام جو ۶ سراسری و جنوب و ارقام گندم فونگ، شوا و چمران از محدودیت منبع کمتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بودند، با توجه به دیررسی و تلاقی مرحله پر شدن دانه با گرمای شدید در ارقام گندم استار و گرین این دو رقم محدودیت بالاتری داشتند (جدول ۸). جداول (۸ و ۹) میزان محدودیت منبع ارقام مورد مطالعه در شرایط تنش و همچنین درصد کاهش وزن و عملکرد دانه در شرایط تنش گرما نسبت شرایط مطلوب را نشان می‌دهند.

جدول ۸- میانگین وزن دانه در شرایط مطلوب و تنش گرما، تغییرات وزن دانه در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب و میزان محدودیت منبع در شرایط تنش

مولفه‌ها	ارقام							
	جو		گندم					
	جنوب	۶ سراسری	چمران	گرین	استورک	استار	فونگ	شوا
وزن دانه در شرایط مطلوب(میلی‌گرم)	۴۱	۴۴	۴۱	۵۴	۴۷	۴۲	۴۵	۴۸
وزن دانه در شرایط تنش(میلی‌گرم)	۳۱	۳۳	۳۰	۳۳	۲۹	۳۰	۳۳	۳۴
کاهش وزن دانه در شرایط تنش(درصد)	۲۴	۲۴	۲۷	۳۸	۳۹	۲۸	۲۶	۲۹
محدودیت منبع در شرایط تنش(درصد)	۵۵	۳۵	۶۰	۷۹	۱۰۰	۷۳	۶۰	۶۰
میانگین محدودیت منبع در شرایط تنش (درصد)	۴۵		۷۲					

جدول ۹- میانگین عملکرد دانه در شرایط مطلوب و تنش گرما، تغییرات عملکرد دانه در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب و میزان محدودیت منبع در شرایط تنش.

مولفه‌ها	ارقام							
	جو		گندم					
	جنوب	۶ سراسری	چمران	گرین	استورک	استار	فونگ	شوا
عملکرد دانه در شرایط مطلوب (گرم در متر مربع)	۵۳۵	۴۵۹	۵۱۳	۴۷۳	۴۴۲	۴۹۲	۴۳۲	۵۰۴
عملکرد دانه در شرایط تنش (گرم در متر مربع)	۴۶۱	۳۸۷	۴۰۵	۳۴۷	۳۴۶	۳۳۲	۳۸۳	۳۵۸
کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش (درصد)	۱۴	۱۵	۲۱	۲۶	۲۲	۳۳	۱۱	۲۸
محدودیت منبع در شرایط تنش (درصد)	۵۵	۳۵	۶۰	۷۹	۱۰۰	۷۳	۶۰	۶۰
میانگین محدودیت منبع در شرایط تنش (درصد)	۴۵		۷۲					

بیشترین درصد کاهش وزن دانه در شرایط تنش گرما به گندم رقم استورک اختصاص داشت، بیشترین میزان محدودیت منبع نیز در همین رقم مشاهده شد (جدول ۸). مدحج و ذاکرنژاد (۶) با مطالعه محدودیت منبع ارقام گندم و تریتیکاله گزارش دادند گندم رقم استورک از محدودیت منبع بیشتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود. جو رقم جنوب در میان ارقام مورد بررسی محدودیت منبع کمتر و تغییرات وزن دانه کمتری در شرایط تنش داشت (جدول ۸). ضریب همبستگی بین وزن دانه و میزان محدودیت منبع در شرایط تنش گرما منفی و معنی‌دار ($r = -0/81^{**}$) در سطح احتمال ۱٪ ارزیابی شد (داده‌ها ارائه نشده‌اند). بنابراین به نظر می‌رسد افزایش محدودیت منبع در شرایط تنش و کاهش تولید مواد فتوسنتزی به منظور انباشت در دانه، کاهش وزن دانه و

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه را در ارقام گندم و جو به همراه داشت. این نتایج با گزارشات مدحج و ذاکرنژاد (۶) مطابقت داشت. ارقام جو (۴۵ درصد) نسبت به ارقام گندم (۷۲ درصد) از محدودیت منبع کمتری در شرایط تنش برخوردار بودند، شیب تغییرات وزن و عملکرد دانه نیز در ارقام جو از ارقام گندم کمتر ارزیابی شد. مقایسه ارقام گندم دیررس، متوسط رس و زودرس نشان داد، ارقام دیررس نسبت به ارقام زودرس از محدودیت منبع و تغییرات وزن و عملکرد دانه بیشتری در شرایط تنش برخوردار بودند (جداول ۸ و ۹). این نتایج با یافته‌های مدحج (۵) مبنی بر محدودیت منبع بیشتر ارقام دیررس نسبت به ارقام زودرس به علت تلاقی بیشتر مراحل پس از گرده‌افشانی با شرایط تنش گرمای انتهای فصل مطابقت داشت.

منابع و مآخذ:

۱. حسامی، ع. ۱۳۷۹. بررسی و ارزیابی همبستگی بین دوره پر شدن دانه با عملکرد و دیگر صفات زراعی جو. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، بابلسر.

۲. دانایی، اخ، ع، سیادت، وم، رادمهر. ۱۳۷۹. بررسی عکس العمل ارقام دیررس، میان رس و زود رس گندم نسبت به تاریخ های کشت از نظر روند پر شدن دانه در بهبهان، چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، بابلسر.

۳. رادمهر. م. ۱۳۷۶. تاثیر تنش گرما بر فیزیولوژی رشد و نمو گندم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۰۱ صفحه.

۴. رادمهر. م، وغ، آینه. ۱۳۷۷. بررسی عکس‌العمل ژنوتیپ‌های زودرس، متوسط رس و دیررس گندم، نسبت به تاریخ کشت. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.

۵. مدحج، ع. ۱۳۸۰. بررسی اثرات تنش گرمای پس از گرده‌افشانی بر محدودیت منبع ارقام گندم و جو در شرایط آب و هوایی اهواز. چکیده مقالات اولین همایش تنشهای محیطی در گیاهان، تاکستان.

۶. مدحج، ع.، و س، ذاکر نژاد. ۱۳۸۳. بررسی اثرات قطع سنبلچه‌هاو میزان محدودیت منبع بر وزن دانه ارقام گندم و تریتیکاله. طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۹۸ صفحه.

۷. مدحج، ع.، الف، نادری.، و ع، سیادت. ۱۳۸۳. بررسی اثرات تنش گرمای پس از گرده افشانی بر ارقام گندم و جو. مجله علمی کشاورزی. جلد ۲۷، شماره ۲: ۹۹-۸۳ .

۸. نادری، الف.، الف.، مجیدی هروان، الف.، هاشمی دزفولی، ق.، نورمحمدی، وع الف، رضایی. ۱۳۷۸.تحلیل کارایی شاخص های ارزیابی کننده تحمل گیاهان زراعی به تنش های محیطی و معرفی یک شاخص جدید. مجله نهال وبذر:۴۰۱- ۳۹۰.

۹. نادری، الف. ۱۳۷۹. ارزیابی تنوع ژنتیکی و مدل سازی پتانسیل انتقال مجدد اسیمیلاتها و نیتروژن به دانه در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش خشکی، رساله دکترای تخصصی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی.

۱۰.هاشمی دزفولی، الف.، و ع، مرعشی. ۱۳۷۴. تغییرات مواد فتوسنتزی در زمان گلدهی و تأثیر آن بر رشد دانه، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم، مجلهٔ علوم و صنایع کشاورزی ۹ (۱) : ۳۲-۱۶.

11. Badrruuddin, M., M. Reynelds., and O. Ageeb. 1999. Wheat management in warm environments: Effect of organic and inorganic fertilizers, irrigation frequency and mulching. Agron. J. 91:975-983.
12. Entez, M. H., and D. B. Flower. 1990. Differential agronomic response of wheat cultivars to environmental stress. Crop Sci. 30:1119-1123.
13. Ma, Y. Z., C. MacKown, and D. A. Van Sanford. 1996. Differential effects of partial spikelet removal and defoliation on kernel growth and assimilate partitioning among wheat cultivars. Field Crops Res. 47 : 201 – 209.
14. McCaig, T. N., and J. M. Clark. 1982. Seasonal changes in nonstructural carbohydrates levels of wheat and out grown in semiarid environment. Crop Sci. 22:963-970.
15. Panozzo, J. F., and H. A. Eagles. 1999. Rate and duration of grain filling and grain nitrogen accumulation of wheat cultivars grown in different environments. Aust. J. Of Agric. Res. 50 (60):1007-1015.

www.SID.ir

JOURNAL OF
AGRICULTURAL
SCIENCES
Islamic Azad University
Archive of SID

Effect of Heat Stress After Anthesis on Source Limitation of Wheat and Barley Cultivars

A. modhej
Dep. Of agronomy, Islamic azad university of Shoushtar
A. Nadery
Assistant professor of Safe abad agricultural research station.
S. A. Siadat
professor in Ramin university

Abstract
In order to study the effects of heat stress after anthesis on source limitation of six wheat (Stork, Showa, Green, Star, Chamran and Fong) and two barley (Jonob and Sarasary 6) cultivars, two field experiments were conducted in delayed and optimum sowing dates. Plants in delayed sowing date experienced heat stress in after anthesis growth stage. Study of grain yield indicated that the highest grain yield was in Jonob in both conditions. Source limitation difference in experiments, cultivars in experiments and interaction between cultivars and experiments was significant in 1% probability level. Mean of source limitation in optimum and heat stress conditions was 12.5% and 25.5% respectively. Higher source limitation in late maturity cultivars such as Green and Star was related to delay in anthesis and contact of grain growth period with heat stress. In early mature cultivars such as Fong with early anthesis, grain growth period was before heat conditions, while source limitation and also grain yield and grain weight reduction was the lowest in Fong cultivar.

Keywords: heat stress, wheat, barley and source limitation.

www.SID.ir