

A study on source-sink relationship of wheat genotypes under favourable and terminal heat stress conditions in Khuzestan

محمد رادمهر^۱، غلامعباس لطفعلی آینه^۲ و احمد نادری^۳

(Favourable conditions)

(Unfavourable conditions)

همواره رضایت‌بخش توصیف می‌شود. از اواسط اسفند
ماه به بعد بنا به علی‌از جمله بالا رفتن درجه حرارت
(هم متوسط درجه حرارت روزانه، و هم حداکثر درجه
حرارت)، نوسانات شدید رطوبت نسبی، ضعف
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۳/۵/۱۵

۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان

معمولًاً، اغلب مزارع گندم دشت خوزستان، تا
مرحله ظهور سنبله از وضعیت خوبی از نظر شرایط
رشد برخوردار می‌باشند، به نحوی که پیش‌بینی تولید
تاریخ دریافت: ۱۳۸۱/۷/۲۶

۱- محقق سابق مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان

۳- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان

(فاجریا، ۱۳۷۵). بر اساس گزارش ایوانز و همکاران (Evans et al., 1975) بخش زیادی از هیدرات کربن دانه از طریق ثبیت CO_2 در خلال دوره پر شدن دانه تأمین می‌شود، فیشر و همکاران (Fischer et al., 1977) نتیجه‌گیری کردند که حداقل عملکرد دانه به ظرفیت تولیدی (منبع قوی) و قابلیت بهره‌برداری (مخزن قوی)، از فتوسترنز در خلال دوره پر شدن دانه بستگی دارد.

همیشه تشخیص محدودیت منبع یا مخزن امکان‌پذیر نمی‌باشد. گاهی به طور تجربی به وسیله تغییر در منبع یا مخزن می‌توان محدودیت را تشخیص داد به عنوان مثال چنان‌چه منبع کاهش داده شود (مثلاً حذف برگ‌ها)، و عملکرد تغییر نکند، محدودیت مخزن وجود دارد. در صورت تغییر تعداد محل‌های زایشی و تغییر نکردن عملکرد، محدودیت منبع وجود دارد. البته اولویت منبع فیزیولوژیکی شاخ و برگ بر مخزن فیزیولوژیکی اندام‌های زایشی یا ذخیره‌ای، موجب محدودیت منبع می‌شود (رابرت و همکاران، ۱۳۷۳). برای ارزیابی میزان محدودیت منبع در دوره پر شدن دانه ارقام گندم و تریتیکاله در طول پنج فصل زراعی متوالی در مکزیک در شرایط مطلوب پرورش داده شدند، در هنگام گلدهی حدود ۸۰ درصد تعداد سنبلاچه‌های هر سنبله حذف گردید، و در هنگام برداشت، وزن دانه‌های سنبلاچه‌های باقی مانده در هر سنبله را به عنوان وزن بالقوه دانه فرض شد. آنگاه درصد افزایش وزن بالقوه دانه نسبت به وزن دانه شاهد (بدون کاهش در تعداد سنبلاچه) را به عنوان محدودیت منبع (Source limitation = SL) معرفی گردید (رابرت و همکاران، ۱۳۷۳).

روش متدائل در مطالعه محدودیت منبع، حذف تعدادی از سنبلاچه‌های است (نادری، ۱۳۷۹)، ایزوله کردن بوته‌ها، حذف نیمه بالائی سنبله‌ها و یا سنبلاچه‌های یک طرف سنبله و نیز فراهمی CO_2 بعد از گردهافشانی به عنوان راه کار افزایش مواد فتوسترنز برای

نفوذپذیری خاک، کمبود اکسیژن در محیط اطراف ریشه، شوری و یا ترکیبی از این عوامل، رشد و نمو دچار اختلال می‌گردد و بالاخره میزان عملکرد بالفعل (Realized yield) به کمتر از حد مورد انتظار (Expected yield) تقلیل می‌یابد و در مواردی دانه‌ها چروکیده و یا پوک می‌شوند. سلول‌های اولیه مولد اندوسپرم تحت کنترل هورمون‌ها تولید و به سرعت تقسیم می‌شوند و هر یک از آن‌ها در دانه، یک مخزن محسوب می‌شود. بدیهی است اثر هر گونه تنفس در مرحله گردهافشانی و پر شدن دانه، منجر به محدودشدن تعداد و اندازه آن‌ها خواهد شد. حفظ توازن تشخیص و تقسیم ماده خشک بین مخزن‌های فیزیولوژیک گیاه به عنوان نتیجه نهائی فرایند اسیمیلات سازی، در تعیین میزان عملکرد نقش اساسی را دارد. همان طوری که دائی (Daei, 1996) بیان داشته است عرضه پائین کربن به همراه کربن مورد نیاز برای فرایند تنظیم اسمزی، بیشتر از کربن مورد نیاز برای رشد و ذخیره، نیازمند تغییرات در میزان تقاضای مخزن و نیز تغییرات نسبت ساقه به ریشه و رابطه بین منبع و مخزن می‌باشد. در اغلب اوقات این تغییرات باعث رشد بیشتر ریشه و کاهش بارگیری مخزن می‌گردد که هر دو معکس‌کننده افزایش نسبت ریشه به ساقه می‌باشد. گیاهان برای افزایش نسبت منبع به مخزن یک راه کار دارند و آن کاهش مخزن‌های اضافی است. چنین پدیده‌ای را «کاهش مخزن» (Sink pruning) گویند که خود باعث تغییر مؤثر در تشخیص الگوی هیدرات کربن می‌گردد.

حرکت مواد فتوسترنز از منبع (Source) به سوی مخزن (Sink) مبتنی بر ظرفیت تولید مواد فتوسترنز (منبع) از یک طرف و ظرفیت مصرف مواد فتوسترنز (مخزن) از طرف دیگر است. در صورت عدم تعادل بین این دو، عملکرد کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر موازن نه درست بین منبع و مخزن عامل مهم دست‌یابی به عملکردهای مطلوب است

در تعیین عملکرد دانه نقش دارد. بعضی از محققان نتیجه‌گیری کرده‌اند که عملکرد دانه گندم توسط منبع محدود می‌شود (Stoy, 1965). در صورتی که پژوهشگران زیادی بر محدودیت هم زمان منبع و مخزن تأکید داشتند (Aggarwal et al., 1966) (Blum et al., 1983) بیان داشتند، با حذف تعدادی از سنبلاچه‌های یک سنبله، محدودیت مخزن کاهش و در مقابل آن مقادیر هورمون آبسیسیک اسید (ABA) افزایش می‌یابد، در نتیجه با افزایش راه کار پس خور (Feed Back)، مواد فتوستتری کل گیاه کاهش می‌یابد.

شانahan و همکاران (Shanahan et al., 1984) نتیجه‌گیری نمودند که دستکاری در عوامل ژنتیکی و محیطی هر دو در راستای بهبود ظرفیت مخزن، به افزایش عملکرد منجر می‌گردد. واردلا (Wardlaw, 1980) براین مطلب تأکید دارد که عوامل فیزیولوژیک کنترل کننده رشد دانه کاملاً شناخته شده نمی‌باشند. تغییرات منبع و مخزن در مراحل مختلف رشد می‌تواند کمک مؤثری در شناخت عوامل فیزیولوژیکی کنترل کننده رشد دانه بنماید. چنان‌چه عرضه مواد پرورده فراوان پیش از گل‌دهی (Pre- anthesis) اجازه تشکیل تعداد زیادی دانه را بدهد، ولی پس از گل‌دهی (Post - anthesis)، عرضه این مواد برای مثال بر اثر خشکی، حرارت زیاد یا حمله آفات و بیماری‌ها کم شود، محدودیت منبع در پرشدن دانه تشدید می‌شود (Rabرت و همکاران، ۱۳۷۳) و کاهش عملکرد اتفاق می‌افتد. بهر حال شناخت محدودیت‌های محیطی و فیزیولوژیکی و نیز شناسائی راه کارهای رفع و یا تعدیل اثرات این محدودیت‌ها در افزایش عملکرد اهمیت خاصی دارد. شانahan و همکاران (Shanahan et al., 1984) نتیجه‌گیری نمودند که روابط منبع و مخزن ممکن است توسط شرایط محیطی تحت تأثیر قرار گیرد. به عنوان مثال در مناطق گرم، دوره پرشدن دانه گندم اغلب با تنش‌های دمای

نمود و افزایش وزن دانه‌های باقی مانده (Rabرت و همکاران، ۱۳۷۳، اسکویر، ۱۳۷۳، آرنون، ۱۳۷۷، Biade and Baker, 1991، Aggarwal et al., 1990 Shanahan et al., 1984، Ma et al., 1990) حذف برگ پرچم و یا قسمتی از آن، سایه‌اندازی و بکارگیری مواد شیمیایی برای حذف برگ‌ها (خشک کردن برگ‌ها) بعد از گردهافشانی به عنوان راه کار کاهش مواد پرورده قابل دسترسی برای دانه‌های در حال رشد (اسکویر، ۱۳۷۳؛ رابرت و همکاران، ۱۳۷۳؛ آرنون، ۱۳۷۷؛ نادری، ۱۳۷۹، Biade and Baker, 1991، Aggar wal et al., 1990) استفاده شده است. و بدین وسیله با محاسبه تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به شاهد، وجود یا فقدان محدودیت در ظرفیت‌های منبع و مخزن و نیز رابطه آن‌ها در شرایط مساعد و نامساعد محیطی (تش‌های خشکی، گرما و ...) بررسی گردید. واردلا (Wardlaw, 1980) بیان داشت، چنانچه مواد پرورده در مخازن فیزیولوژیک مورد بهره‌برداری واقع نشوند، تولید مواد فتوستتری کاهش می‌یابد. کاهش تعداد دانه جهت مطالعه روابط منبع - مخزن به شرطی قرین موقوفیت خواهد بود که اساساً منبع محدود کننده باشد. در حالی که مخزن محدود کننده باشد، حذف بعضی از سنبلاچه‌ها، با اثر پس خور هورمون‌ها و کاهش فتوستتر ممکن است باعث تشدید کاهش وزن دانه گردد (Fischer, 1976). فیشر (Fischer, 1976) براین عقیده بوده‌اند که منبع و مخزن هر دو دارای محدودیت می‌باشند و ترکیبی از ژنوتیپ و محیط معین می‌سازد که کدام محدودیت سرنوشت‌ساز خواهد بود. در اغلب موارد مشخص شده است که در صورت انجام کامل فتوستتر، محدودیت مخزن غالباً می‌شود. شانahan و همکاران (Shanahan et al., 1984) بیان داشتند که تعداد دانه به مراتب بیش از اندازه آن با عملکرد همبستگی دارد. بنابراین قدرت مخزن در خلال پرشدن دانه بیشتر از قدرت منبع

و آبیاری بر حسب نیاز گیاه، در تاریخ کاشت مطلوب شش نوبت و در دیر کاشت به تعداد هفت نوبت در طول فصل رشد و نمو انجام شد. همچنین به منظور کنترل علف‌های هرز از علف‌کش و مبارزه مکانیکی استفاده گردید.

در زمان ظهور سنبله، از گیاهان خط دوم در هر کرت آزمایشی تعداد ۳۰ سنبله ساقه اصلی توسط رو بان قرمز مشخص گردید. بدین منظور برای هر یک از دو تیمار مورد نظر ۱۰ سنبله (پنج سنبله برای اجرای تیمار و پنج سنبله به عنوان شاهد)، در نظر گرفته شد و پنج تا هفت روز بعد از گردهافشانی به شرح زیر نسبت به اعمال تیمارها، اقدام شد.

الف- به منظور بررسی محدودیت مخزن (Sink limitation)، برگ پرچم ساقه اصلی در پنج بوته حذف گردید و در زمان رسیدن سنبله‌های بوته‌های مزبور به همراه پنج سنبله شاهد (بدون حذف برگ پرچم) به طور جداگانه برداشت شدند.

ب- برای بررسی محدودیت منبع (Source limitation) کلیه سنبله‌های یک طرف سنبله را نگهداری و سنبله‌های طرف دوم توسط پنس حذف شدند. در زمان رسیدن محصول با اجرای عملیات مشابه بر روی سنبله‌های شاهد، فقط سنبله‌های یک طرف سنبله نگهداری شدند. بالاخره پنج سنبله تحت تیمار و پنج سنبله شاهد به طور جداگانه برداشت و دانه‌های هر سنبله در هر دو تیمار اصلی به تفکیک جدا گردید. تعداد دانه در هر تیمار و شاهد مربوطه شمارش و توزین شد و متوسط وزن دانه محاسبه گردید. از طریق مقایسه کاوش وزن دانه‌های باقی مانده در تیمار و شاهد، محدودیت‌های منبع و مخزن ارقام و لاین‌ها در دو شرایط محیطی مساعد و غیر مساعد، مورد بررسی قرار گرفتند. درصد محدودیت منبع با استفاده از فرمول $SL = \frac{[(a-b)]}{b} \times 100$ محاسبه گردید (رابرت و همکاران، ۱۳۷۳) در این فرمول SL درصد

بالا و کمبود رطوبت مواجه می‌شود. بنابراین آگاهی از اثر محدودیت منبع و مخزن برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا و با پایداری عملکرد مناسب، جهت این مناطق سودمند خواهد بود. بدیهی است آگاهی از این که منبع یا مخزن کدام یک عملکرد یک ژنوتیپ را بیشتر محدود می‌کند، می‌تواند خط مشی برنامه بهترادی موفق را تعیین و اصلاح ژنوتیپ مناسب را تضمین نماید. هدف این تحقیق در همین راستا بوده است.

این تحقیق به منظور بررسی محدودیت منبع و مخزن در دو وضعیت متفاوت کاشت شامل تاریخ کاشت مناسب به عنوان شرایط مساعد محیطی (Favourable Conditions) و کاشت دیر هنگام به منظور مواجه شدن دوره‌های آخر رشد و نمو بخصوص گردهافشانی و پُر شدن دانه، با دمای بالا به عنوان شرایط نامساعد محیطی (Unfavourable Conditions) از سال زراعی ۱۳۷۸ به مدت دو سال در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوزستان (اهواز) اجراه گردید.

این تحقیق با شرکت ۲۰ رقم و لاین گندم نان و دوروم با تیپ رشد بهاره (Spring habit) در دو آزمایش جداگانه (تاریخ‌های متفاوت کاشت اوائل آذر ماه و اوائل بهمن ماه) و هر یک در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراه شد. هر ۲۰ رقم یا لاین در شش خط سه متری به فاصله سانتیمتر کشت گردید. در هر کرت آزمایش خطوط یک، سه و شش به عنوان حاشیه و خط دو جهت اجرای تیمارهای مورد بررسی و بالاخره خطوط چهار و پنج پس از حذف نیم متر از طرفین طول به عنوان حاشیه، برای محاسبه عملکرد دانه ارقام و لاین‌ها در دو شرایط متفاوت منظور گردید. عناصر غذائی N, P, K به ترتیب معادل ۱۳۵، ۶۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار طبق توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب مصرف شد

در این رابطه \bar{Y}_s و \bar{Y}_p به ترتیب میانگین عملکرد دانه کلیه ارقام و لاین‌ها در شرایط نامساعد و شرایط مساعد محیطی می‌باشد. جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به عملکرد دانه وزن دانه تیمار و شاهد از نرم‌افزار آماری Mini Tab استفاده گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۱ استفاده شده است.

با حذف برگ پرچم، چه در شرایط مساعد و چه در شرایط نامساعد، وزن دانه کلیه ژنتیپ‌ها در مقایسه با تیمار شاهد (بدون حذف برگ پرچم) کاهش یافت. این موضوع بیانگر آن است که کلیه ژنتیپ‌ها قادر محدودیت مخزن بوده‌اند. به عبارت دیگر علی‌رغم تشدید فتوستتر جاری در سایر اندام‌های گیاه و انتقال مجدد مواد پرورده، به علت کاهش فتوستتر جاری ناشی از حذف برگ پرچم، وزن دانه کاهش یافته است (جدول ۱).

در تمامی ژنتیپ‌های مورد مطالعه اختلاف بسیار معنی‌داری از نظر وزن دانه بین تیمار شاهد و تیمار

محدودیت منبع، a وزن دانه پتانسیل (دانه‌های باقی مانده) و b وزن دانه در سنبله‌های شاهد است.

برای محاسبه درصد محدودیت مخزن از همین رابطه استفاده شد. با این تفاوت که a معرف وزن دانه شاهد، و b معرف وزن دانه تیمار حذف برگ پرچم بود. تشدید محدودیت منبع ناشی از شرایط محیطی غیرمساعد (دیر کاشت)، از طریق تفاضل محدودیت هر رقم یا لاین در شرایط نامساعد، از محدودیت همان رقم یا لاین در شرایط محیطی مساعد (تاریخ کاشت مطلوب)، محاسبه شد (رابرت و همکاران، ۱۳۷۳ و نادری، ۱۳۷۹). با استفاده از فرمول فیشر و ماورر (Fischer and Maurrer, 1978)، شاخص حساسیت محیطی (S) بر مبنای عملکرد دانه و وزن دانه محاسبه گردید.

$$S = [1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)] / D \times 100$$

در این فرمول S شاخص حساسیت محیطی، \bar{Y}_s میانگین عملکرد دانه هر رقم یا لاین در شرایط نامساعد محیطی، \bar{Y}_p میانگین عملکرد دانه همان رقم یا لاین در شرایط مساعد محیطی و D شدت سختی محیطی می‌باشد که مقدار آن از رابطه $D = [1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)] \times 100$ به دست می‌آید.

جدول ۱- تغییرات میانگین وزن دانه ۲۰ ژنتیپ گندم و درصد کاهش ناشی از حذف برگ پرچم در شرایط مساعد و نامساعد محیطی

Table 1. Variation in mean grain weight (mg) of twenty wheat genotypes as affected by flag leaf removal under favourable & unfavourable conditions

سال Year	Favourable condition			Unfavourable condition			شاخص Shade
	شاهد Control	تیمار Treatment	کاهش Reduction	شاهد Control	تیمار Treatment	کاهش Reduction	
	%			%			
First year	سال اول	38.4	34.4	10.4	30.0	24.7	17.7
Second year	سال دوم	37.8	32.5	14.0	29.4	27.8	5.4
Mean	میانگین	38.1	33.5	12.2	29.7	26.3	11.6

با حذف سنبلاچه‌های یک طرف سنبله، در مقایسه با شاهد (بدون حذف سنبلاچه)، تفاوت متوسط وزن دانه ۲۰ ژنوتیپ گندم بسیار معنی دار بود. بدین معنی که با کاهش ظرفیت مخزن (دانه‌ها)، وزن دانه‌های باقی مانده افزایش یافته است (جدول ۲). بنابراین ظرفیت دانه محدود کننده نبوده و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه فقط دارای محدودیت منع بوده‌اند.

حذف برگ پرچم وجود داشت. تغییرات وزن دانه به تنوع ژنتیکی، اثرات تیمار حذف برگ پرچم و نیز اثرات مکانیسم پس خور (Feed Back) و اثرات هورمونی بستگی دارد (Blum et al., 1983، نادری، ۱۳۷۹). این روند هم در شرایط مساعد و هم در شرایط نامساعد محیطی تا اندازه‌ای یکسان بوده است (جدول ۱).

جدول ۲- تغییرات میانگین وزن دانه (میلیگرم) ناشی از حذف سنبلاچه‌های یک طرف سنبله و شاهد (بدون حذف سنبلاچه) در شرایط مساعد و نامساعد

Table 2. Variation in mean grain weight (mg) as effected by the removal spikelet from one side of spike under favourable & unfavourable conditions

سال Year		شرایط مساعد				شرایط نامساعد			
		Favourable condition		Treatment Treatment	Control Control	محدودیت Source limitation	Unfavourable condition		تشدید محدودیت Source limitation aggravation
		%	%						
First year	سال اول	42.6	38.4	10.9	34.0	30.0	13.3	2.4	
Second year	سال دوم	43.1	37.8	14.0	35.5	29.4	20.8	6.8	
Mean	میانگین	42.9	38.1	12.5	34.8	29.7	17.1	4.6	

مناطق گرم نامگذاری و از سال ۱۳۷۶ کشت آن توصیه شده است. این رقم هم اکنون به عنوان رقم تجاری سطح غالب کشت منطقه را به خود اختصاص داده است.

کاهش وزن دانه ناشی از اعمال حذف برگ پرچم بر این امر دلالت دارد که فتوستتر جاری برگ پرچم برای ذخیره مواد پرورده در دانه مورد نیاز بوده است. اسکویر، (۱۳۷۳)، نادری (۱۳۷۹)، آگاروال و همکاران (۱۹۹۰) و ۱۹۸۶ (Aggarwal et al., 1986) نتایج مشابهی گزارش نموده‌اند. در حالی که شاناها و همکاران (Shanahan et al., 1984) بر وجود محدودیت در ظرفیت مخزن تأکید داشتند. البته ما و همکاران

اثر حذف سنبلاچه‌های یک طرف سنبله بر وزن تک دانه و نیز محدودیت منع و عملکرد دانه در شرایط مساعد و نامساعد محیطی و همچنین تشدید محدودیت منع ناشی از تأخیر در کاشت و مواجه شدن مراحل آخر رشد و نمو با دمای بالا در جدول ۳ نشان داده شده است. همان طوری که ملاحظه می‌شود، در شرایط مساعد، محدودیت منع بین صفر تا ۳۴/۸ درصد متغیر بود (متوسط ۱۲/۶٪). بنابراین بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تنوع ژنتیکی بالایی وجود دارد. بیشترین محدودیت منع ۳۴/۸ مربوط به ژنوتیپ F12... و کمترین محدودیت منع (۰) مربوط به رقم چمران بوده است. این رقم از بین لاین‌های ارسالی از مؤسسه بین‌المللی تحقیقات گندم و ذرت (سیمیت) انتخاب و پس از اثبات سازگاری با شرایط آب و هوایی

در شرایط نامساعد محیطی، دامنه تغیرات محدودیت منبع بین ۵/۷ تا ۴۱/۳ (متوسط ۱۷/۲) درصد متغیر بود. بیشترین محدودیت به لاین توراکو (Turaco) و کمترین محدودیت به لاین ویناک (Vee/Nac) اختصاص داشت. نادری (۱۳۷۹)، متوسط محدودیت منبع را برای شرایط مطلوب ۱۲/۷ درصد و برای شرایط تشخیصی آخر فصل ۱۹/۸ درصد گزارش داد.

با تأخیر کاشت و مواجه شدن مراحل آخر رشد و نمو با دمای بالا، به استثنای ژنوتیپ‌های ۱۳، ۱۸ و ۱۹ محدودیت منبع تشدید شده است. تشدید محدودیت منبع را می‌توان به تسریع نمو، کاهش دوام رشد دانه، کوچک شدن سطح برگ، پری زودرس برگ‌ها (Wardlaw, 1980)، و کاهش دوام سطح برگ و سایر اندام‌های فتوسترنز کننده، نسبت داد. میزان تشدید محدودیت منبع در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بین ۰/۲ تا ۲۲/۸ درصد متغیر بود. در واقع اعداد ستون تشدید محدودیت منبع (جدول ۳) میان درصد کاهش عملکرد هر یک از ژنوتیپ‌ها می‌باشد. بدیهی است این کاهش ناشی از تشدید محدودیت منبع در شرایط تأخیر کاشت و مواجه شدن مراحل آخر رشد و نمو با دمای بالا بوده است. به طور متوسط از ۵۶/۹ درصد کاهش عملکرد در شرایط نامساعد معادل شش درصد آن مربوط به تشدید محدودیت منبع بوده است. اسکات و همکاران (Scott et al., 1990) بیان داشتند که تنش از طریق کاهش فعالیت منبع، باعث کاهش عملکرد می‌شود. نامبرگان اضافه نمودند، هر چند که تنش از طریق کاهش ظرفیت مخزن، عملکرد را محدود می‌سازد، دلایل کافی دلالت دارند که فعالیت منبع توسط گرمای صدمه می‌بیند، زیرا هم دوام سطح برگ و هم اسیمیلات‌سازی کاهش یافته‌ند.

لازم به یادآوری است که در ژنوتیپ‌های ۱۳ و ۱۹ محدودیت منبع در شرایط نامساعد نسبت به شرایط نامساعد، کمتر شده است. به عبارت دیگر تشدید

محدودیت مخزن احتمالاً (Ma et al., 1990) با بیان «محدودیت مخزن احتمالاً با تجمع مواد فتوسنتری اضافی از سایر اندام‌های گیاه (با استثناء برگ پرچم) و انتقال مجدد بهبودیافته است». در واقع راه میانه‌ای انتخاب نموده‌اند. بهر حال مشاهده نتایج ضد و نقیض را می‌توان به وجود تنوع ژنتیکی، اثرات مکانیسم پس خور (Feed back)، اثر تحریک‌پذیری و شوک وارد به گیاه ناشی از اعمال تیمار و بالاخره زمان و شدت تغیرات شرایط محیطی نسبت داد بلوم و همکاران (Blum et al., 1983) و ما و همکاران (Ma et al., 1995).

وزن دانه ۲۰ ژنوتیپ گندم کاهش یافته است (جدول ۱) میزان این کاهش هم در شرایط مساعد و هم در شرایط نامساعد محیطی حدود ۱۲ درصد بوده است. آگاروال و همکاران (Aggarwal et al., 1990)، کاهش تعداد دانه در مترمربع ناشی از حذف کامل برگ‌های گیاه را ناچیز و غیر معنی‌دار، اما میزان کاهش وزن دانه را حدود ۱۶ درصد گزارش نمودند در صورتی که بیادی و بیکر (Biade and Baker, 1991)، بیان داشتند که حذف برگ پرچم در مرحله گرده‌افشانی منجر به کاهش ۳–۲۰ درصد در وزن دانه بر حسب رقم و میزان فراهم نمودن CO_2 گردید. نتایج این تحقیق با کلیه این گزارشات موافقت دارد.

:

کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط مساعد و نامساعد محیطی (دمای بالا)، از نظر محدودیت منبع واکنش‌های متفاوتی نشان داده‌اند. به عبارت دیگر تغیرات دما در مراحل آخر رشد و نمو، اثرات متقابل مثبت و بسیار معنی‌داری روی محدودیت منبع داشتند، بدین ترتیب که میزان محدودیت منبع در بعضی از ژنوتیپ‌ها در شرایط مساعد ثابت بود در صورتی که در ژنوتیپ‌های دیگر، تغیرات دما، باعث افزایش محدودیت منبع (تشدید محدودیت) گردیده است (جدول ۳).

در مقایسه با شاهد ۹ درصد و دانه بزرگ ۱۲/۲ درصد افزایش یافته است.

ما و همکاران (Ma et al., 1990) به نقل از بلوم و همکاران (Blum et al., 1988) اضافه نموده‌اند که کاهش اندازه مخزن دو رقم گندم با متوسط اندازه‌های متفاوت دانه، به افزایش وزن دانه‌های باقی مانده در ارقام دانه کوچک و بدون تغییر در ارقام دانه بزرگ منجر شده است. نامبردگان اضافه نمودند که جبران رشد دانه در سنبله همراه با کاهش تعداد دانه، به متوسط اندازه دانه رقم بستگی دارد. کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین دانه‌ها در ارقام شاهد و تیمار تفاوت معنی‌داری نداشتند. اما متوسط اندازه بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین دانه در سنبله‌های تیمار شده پنج درصد افزایش یافت. ملاحظه می‌شود که نتایج بلوم و همکاران در حد وسط این تناقض‌ها بوده است. بهر حال با وجود همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار وزن دانه تیمار با شاهد در شرایط مساعد و نامساعد محیطی این سؤال مطرح می‌شود که آیا محدودیت منبع ژنتیک‌هایی که پتانسیل وزن دانه بیشتری دارند را می‌توان از طریق افزایش شاخص سطح برگ و یا دوام آن، مرتفع نمود؟ هر چند که رادمه‌رو همکاران (نتایج منتشر نشده) با کشت ارقام دیررس در ابتدای فصل کاشت، با وجود افزایش شاخص سطح برگ و دوام آن، موفق به افزایش عملکرد نشده‌اند. بهر حال برای رسیدن به جواب این سؤال بررسی‌های بیشتری مورد نیاز است.

عدم همبستگی وزن دانه شاهد با عملکرد دانه بر این نتیجه دلالت می‌کند که این جزء عملکرد (وزن دانه)، در تعیین عملکرد نهایی دانه نقش اساسی ندارد، و کمبود عملکرد را می‌بایستی در تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متربمع و به طور کلی تعداد دانه در متربمع جستجو نمود. عدم همبستگی محدودیت منبع که از طریق وزن دانه محاسبه شده است با عملکرد دانه نیز مؤید این نتیجه می‌باشد. میزان عملکرد ژنتیک‌ها مستقل از محدودیت منبع بوده است (جدول ۶). بنابراین می‌توان

محدودیت منفی گردیده است. به نظر می‌رسد این امر ناشی از اثرات تحریکی اعمال تیمار، مکانیزم پس‌خور (آرنون ۱۳۷۷، نادری ۱۳۷۹، Ma et al., 1990; Blum et al., 1983 (رابرت و همکاران، ۱۳۷۳؛ Ma et al., 1990)، پیری زودرس (Wardlaw, 1980)، و یا اشتباه در نمونه‌گیری بوده است. همچین زمان حذف سنبله‌های یک طرف سنبله ممکن است بر ذخیره مواد فتوستزی و موازنی هورمون‌ها اثر معکوس داشته باشد. (Ma et al., 1990)

ضریب همبستگی صفات مورد بررسی در این تحقیق در شرایط مساعد و نامساعد محیطی در جدول‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. همبستگی فوتیپی وزن تک دانه تیمار شاهد، هم در شرایط مساعد و هم در شرایط نامساعد مثبت و بسیار معنی‌داربود. نتایج نشان می‌دهد ژنتیک‌هایی که وزن دانه بیشتری داشتند، محدودیت منع در آن‌ها نیز بیشتر بود و بالعکس. به عبارت دیگر در این ژنتیک‌ها بین ظرفیت‌های منبع و مخزن توازنی وجود ندارد. این نتایج با نتایج تحقیقات ما و همکاران (Ma et al., 1990) مطابقت دارد. در Biade and Baker, 1991 صورتی که بیادی و بیکر (Biade and Baker, 1991) نتایج مغایری گزارش کردند. به هر حال نتایج ضد و نقیضی از طرف محققان مختلف گزارش شده است. بیادی و بیکر (Biade and Baker, 1991) نتیجه‌گیری نمودند که ارقام دانه بزرگ ممکن است در ظرفیت مخزن نسبت به ارقام دانه کوچکتر محدودیت کمتری داشته باشند. حتی در گزارش ما و همکاران (Ma et al., 1990) نیز نتایج متناقضی ارائه شده است. به عنوان مثال نامبردگان در حالی که در نتیجه‌گیری نهایی گزارش دادند که حذف سنبله‌های یک طرف سنبله در نهایت به افزایش بیشتر وزن دانه در ارقام دانه کوچک گندم زمستانه منجر شده است، در قسمت دیگر نتایج خود، بیان داشتند که واکنش اندازه دانه رقم دانه کوچک

با شرایط مساعد، حساسیت کمتری به تنش گرما داشتند و عدم همبستگی این شاخص با عملکرد دانه در شرایط مساعد، نشان می‌دهد که انتخاب برای پتانسیل عملکرد در شرایط مساعد می‌تواند ارزشمند باشد. به هر حال به نظر می‌رسد که گزینش برای پتانسیل عملکرد دانه با کاهش محدودیت منبع می‌بایستی همراه باشد. شاخص حساسیت محیطی (جدول ۶) نشان می‌دهد که کلیه ژنوتیپ‌ها از حد متوسط تا زیاد نسبت به گرما، حساس می‌باشند. با توجه به عدم همبستگی محدودیت

نتیجه‌گیری کرد که انتخاب برای پتانسیل عملکرد می‌تواند ارزشمند باشد. در حقیقت انتخاب بر مبنای عملکرد به طور همانگی با انتخاب برای صفات مطلوب زراعی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی نیز عمل می‌نماید، به گونه‌ای که برآیند اثرات متقابل چند گانه این صفات، به عملکرد دانه بالا منجر می‌گردد. همبستگی منفی و معنی‌دار شاخص حساسیت محیطی با عملکرد دانه در شرایط نامساعد محیطی بیانگر این مطلب است که ارقام با کاهش کمتر عملکرد در مقایسه

جدول ۳- تغییرات وزن دانه (میلیگرم) ناشی از حذف سنبلاچه‌های یک طرف سنبله در شرایط مساعد و نامساعد محیطی

Table 3. Variation of grain weight (mg) in twenty wheat genotypes as effected by the removal of spikelet from one side of spike under favourable & unfavourable conditions

ژنوتیپ Genotypes	Favorable conditions			Unfavorable conditions			تشدید محدودیت منبع Source limitation aggravation
	تیمار Treatment	شاهد Control	شاخص منبع٪ Source limitation	تیمار Treatment	شاهد Control	شاخص منبع٪ Source limitation	
Chamran	39.2	39.3	0.0	31.9	29.1	9.6	9.6
Fong/chen	46.4	42.3	9.7	34.5	30.8	12.0	2.3
Vee/Nac	36.4	35.0	4.0	27.8	26.3	5.7	1.7
Attrac	36.0	33.4	7.8	32.4	26.3	23.2	15.4
Falat	40.7	33.2	22.6	30.7	24.1	27.4	4.8
Turaco	42.9	36.2	18.5	34.2	24.2	41.3	22.8
Turaco...	44.4	41.4	7.3	35.2	32.0	10.0	2.7
Bloudan...	44.0	40.0	10.0	32.2	28.1	14.6	4.6
Kauz's ...	39.9	32.9	21.3	32.8	27.0	21.5	0.2
Bow's ...	39.9	38.2	4.5	34.2	28.9	18.3	13.8
Zagros	42.2	39.9	5.8	32.5	29.8	9.1	3.3
AttilaBCN	39.9	38.4	3.9	33.0	29.3	12.6	8.7
Dove's ...	39.2	31.5	24.4	30.7	26.6	15.4	-9.0
dove's'	40.4	35.9	12.5	32.9	27.3	20.5	8.0
Simarah	52.3	45.8	14.2	42.9	36.6	17.2	3.0
Shwamald	51.3	44.9	14.0	41.7	36.0	15.8	1.8
Chanab88	45.7	42.9	6.5	42.2	34.4	22.7	16.2
F.12...	47.7	35.4	34.8	40.9	35.4	15.5	-19.3
Yavaros	53.4	42.6	25.4	45.5	37.1	22.6	-2.8
Chenab 70	35.5	33.7	5.3	27.0	25.3	6.7	1.4
Mean	44.9	38.2	12.6	34.8	29.7	17.2	6.0
LSD	4.47	4.47	-	3.25	3.25	-	-
درصد کاهش	-	-	-	22.5	22.3	-	-

منبع بر مبنای برآورده در شرایط مطلوب محل اجرای آزمایش بوده است. برآورده عملکرد نظری ژنوتیپ‌ها در شرایط بسیار مطلوب و به فرض حذف محدودیت منبع در جدول ۶ آورده شد. در این جدول عملکردهای هر ژنوتیپ (عملکرد واقعی و نظری) در دو وضعیت محیطی مساعد و نامساعد و نیز عملکردهای هر ژنوتیپ در شرایط نامساعد محیطی با شاخص حساسیت محیطی، میزان حساسیت ژنوتیپ‌ها نسبت به محدودیت منبع در هر دو شرایط محیطی مقایسه شده‌اند.

منبع با شاخص حساسیت محیطی، به نظر می‌رسد علت کاهش عملکرد را بایستی در عوامل دیگر به طور مثال دو مؤلفه دیگر عملکرد و نیز رابطه آن‌ها با منبع کل گیاه، بررسی کرد.

براساس مقادیر محدودیت منبع ژنوتیپ، پتانسیل عملکرد نظری ژنوتیپ‌ها از رابطه $Y_p = Y_o + (Y_o \times SL)$ برآورده شده است (نادری، ۱۳۷۹). در این رابطه Y_p و Y_o به ترتیب پتانسیل عملکرد در شرایط بسیار مطلوب و مطلوب و SL درصد محدودیت

جدول ۴ - ضریب همبستگی ساده (فتوتیپی) وزن دانه تیمار و شاهد (میلیگرم)، محدودیت منبع و عملکرد دانه در فاکتور حذف سنبلاچه‌های یک طرف سنبله در شرایط مساعد محیطی و شاخص حساسیت محیطی

Table 4. Simple phenotypic correlation grain weight (mg) in treatment and control, source limitation, and grain yield in removal spikelet in one side of spike under favourable condition & heat susceptible index

صفات Traites	وزن دانه (شاهد) Grain weight (Control)	محدودیت منبع Source limitation	عملکرد دانه Grain yield	شاخص حساسیت محیطی Susceptibility index
Grain weight (treatment)	وزن تک دانه تیمار	0.79**	0.41*	0.27
Grain weight (Control)	وزن دانه (شاهد)	1	-0.24	0.22
Source limitation %	محدودیت منبع		1	0.12
Grain yield	عملکرد دانه (میلیگرم)			1

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱٪ احتمال.

* and **: Significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۵ - ضریب همبستگی ساده (فتوتیپی) وزن دانه تیمار و شاهد، محدودیت منبع و عملکرد دانه در فاکتور حذف سنبلاچه‌های یک طرف سنبله در شرایط نامساعد محیطی و شاخص حساسیت محیطی

Table 5. Simple phenotypic correlation of treatment and control, source limitation and grain yield in removal spikelet in one side of spike under unfavourable condition & heat susceptible idndex

صفات Traites	وزن دانه شاهد Grain weight (Control)	محدودیت منبع Source limitation	عملکرد دانه Grain yield	شاخص حساسیت محیطی Susceptiblity index
Grain weight (treatment)	وزن تک دانه تیمار (گرم)	0.91**	0.27	0.10
Grain weight	وزن دانه شاهد (گرم)	1	-0.16	0.07
Source limitation	محدودیت منبع		1	0.11
Grain yield	عملکرد دانه (کیلو گرم)			1

**: Significant at the 1% level of probability. **: معنی دار در سطح ۱٪ احتمال.

تقلیل یافته است. به نظر می‌رسد این کاهش ناشی از اثر مستقیم دمای بالا در مرحله پرشدن دانه و هم‌چنین کاهش دوام سطح برگ بوده است.

نتایج نشان می‌دهد که در شرایط طبیعی و بدون حذف برگ پرچم وزن دانه در تاریخ کاشت مطلوب به ۳۸/۱ گرم و در تاریخ کاشت نامطلوب به ۲۹/۷ گرم

فقدان تنفس نسبتاً بیشتر از وجود شرایط تنفس بود. بهر حال میزان کاهش عملکرد در اثر مواجه شدن با گرمای آخر فصل ۲۲/۲ درصد بوده است.

با حذف برگ پرچم، وزن دانه در هر دو تاریخ کاشت به ترتیب به ۳۳/۵ و ۲۶/۳ گرم، کاهش یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گیری نمود که نقش برگ پرچم در تأمین مواد فتوستزی در شرایط

جدول ۶- برآورد پتانسیل عملکرد (عملکرد نظری)، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و شاخص حساسیت محیطی بر مبنای عملکرد در شرایط مساعد و نامساعد و میزان محدودیت منبع

Table 6. Yield potential (Calculated yield) of twenty wheat genotypes and Susceptibility index yield under

favourable / unfavourable and source limitation rate in two years (1997- 2000)

ژنوتیپ‌ها Genotypes	شرایط مساعد Favourable condition				شرایط نامساعد Unfavourable condition				شاخص حساسیت محیطی Susceptibility index
	عملکرد واقعی		عملکرد	عملکرد	عملکرد واقعی		عملکرد	عملکرد	
	Actual yield	Limitation %	محاسبه شده Calculated yield	محاسبه شده Calculated yield	Actual yield	Limitation %	محاسبه شده Calculated yield	محاسبه شده Calculated yield	
Chamran	5666	13.0	6403	2472	16.2	2872	0.99		
Fong/chen	4277	3.6	4431	2264	14.0	2581	0.83		
Vee/Nac	5137	5.7	5430	2042	15.6	2361	1.06		
Atrac	5180	12.0	5802	219	14.5	2513	1.02		
Falat	5166	7.5	5553	2056	12.0	2303	1.06		
Turaco	5249	10.2	5784	2459	11.2	2734	0.93		
Turaco...	5402	13.3	6121	2681	23.4	33.8	0.88		
Bloudan...	5902	15.0	6787	2459	4.6	25.72	1.02		
Kauz's ...	5902	9.7	6475	2403	15.9	2785	1.04		
Bow's ...	5152	18.1	6085	2361	9.3	2581	0.95		
Zagros	4138	16.0	4800	2069	10.1	2278	0.88		
AttilaBCN	5416	10.4	5979	2500	16.4	2910	0.95		
Dove's ...	5235	8.3	5670	2486	14.7	2851	0.92		
Dove's'	5097	13.7	5795	2542	6.6	2710	0.88		
Simarah	6152	14.9	7069	2151	14.5	2463	1.14		
Karkheh	5582	12.0	6252	2195	7.5	2360	1.07		
Chanab88	4916	22.6	6027	2320	7.3	2489	0.93		
F.12...	4638	17.0	5427	1945	13.3	2204	1.02		
Yavaros	5860	9.9	6440	2348	13.2	2658	1.05		
Chenab 70	4499	8.0	4859	1067	9.5	1168	1.3		
Mean	5229	12.1	5857	2256	12.5	2538	—		

۱- برای استان خوزستان و شرایط مشابه برای کشت زود، ژنوتیپ‌هایی اصلاح و یا گرینش و توصیه شوند که دوره رشد رویشی نسبتاً طولانی و دور رشد دانه سریعی داشته باشند.

با توجه به نتایج این تحقیق، به منظور کاهش محدودیت منبع و متوازن ساختن ظرفیت‌های منبع و مخزن و نیز کاهش اثر گرمای آخر فصل رعایت موارد بهترادی و بهزیزی زیر توصیه می‌شود:

و یا بارانی انجام شود و یا از روش هیرم کاری استفاده گردد.

بدین وسیله از شورای محترم پژوهش‌های علمی کشور به خاطر تأمین بودجه و نیز از آفای مهندس ماشاءالله خادم الرسول رئیس وقت مرکز تحقیقات کشاورزی استان خوزستان به خاطر همکاری‌های بی‌شایبه و آقایان مهندس ایرج لک زاده و عزیز معاوی به خاطر همکاری‌های صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

۲- کشت ارقام زودرس و متتحمل به گرمابرای کشت دیر هنگام

۳- برای ارقام متوسط رس تاریخ کاشت دقیقاً رعایت شود. بدین ترتیب که کشت در محدوده اوخر آبان تا اوخر آذر انجام شود. به نحوی که از اول اسفند ماه تا حداقل بیستم اسفند ماه مزارع گندم به مرحله ظهور سنبه برستند. به عبارت دیگر حداقل طول دوره رشد دانه از ۳۵ روز کمتر نباشد.

۴- برای تضمین تعداد مطلوب سنبه در مترمربع که در تعیین عملکرد نهایی دانه نقش اساسی را دارد تأکید می‌نماید که حداقل اولین آبیاری به صورت نشتشی

References

- اسکویر، ۱۳۷۳. فیزیولوژی تولید گیاهان گرمسیری ترجمه: امام، ی. انتشارات دانشگاه شیراز ۲۳۱ صفحه.
رابرت، ک.م. و ج. واکر، ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی ترجمه: امام، ی. و. م. نیکنژاد- انتشارات دانشگاه شیراز.
- آرنون، ۱۳۷۷. اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک. ترجمه: کوچکی، ع. و. ا. سلطانی- نشر آموزش کشاورزی صفحه‌های ۳۲۰- ۳۲۱.
- نادری، ۱. ۱۳۷۹. ارزیابی تنوع ژنتیکی و مدل‌سازی پتانسیل انتقال مجدد اسیمیلات‌ها و نیتروژن به دانه در ژنتیک‌های گندم در شرایط تنفس خشکی، رساله دکتری واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی اهواز.
- فاجریا، ۱۳۷۵. افزایش عملکرد گیاهان زراعی- ترجمه: هاشمی دزفولی، ا.، ع. کوچکی و م. بنیان اول- انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد ۲۸۷ صفحه.

Aggarwal, P. K. Q. S., Chaturvedi, A. K, Singh, and S. K. Sinha. 1986. Performance of wheat and triticale cultivars in a variable soil- water environment. I11 Source- Sink relationships. Field Crops Research **13**: 317 – 330.

Aggarwal, P. K., R. A. Fischer and S. P. Liboon. 1990. Source- Sink relations and effects of post- anthesis canopy defoliation in wheat at two latitudes. J. Agric. Sci . Combridge Vol. **114**: 93-00.

Biade, S. F. and R. J. Baker 1991. Kernel weight response to source- sink changes in spring wheat. Crop Sci Vol **31**: 1117 – 1120 .

Blum, A., H Polarkova, G. Golan, and J. Mayer. 1983. Chemical desiccation of wheat plants as simulators of post- anthesis stress.I. Effects on translocation and kernel growth. Field Crops Res. Vol . **6**: 51- 58.

Evans, L. t., L. F. Wardlaw, and R. A. Fischer. 1975. Wheat P. 101- 149 . In L. T. Evans, (ed). Crop Physiology. Combridge University Press Newyork.

- Fischer, R. A., I. Aquilar and D. R. Laing. 1977. Post-anthesis sink size in high yielding dwarf wheat, yield response to grain number. *Aust. J. Agric. Res* Vol **28**: 165- 175.
- Fischer, R. A., and R. Maurrer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars, 1- Grain yield responses, *Aust. J. Agric. Res.* **29**: 897- 903 .
- Ma, Y. Z., C. T. Mackown, and D. A. Van Sanford. 1990. Sink manipulation in wheat, compensatory changes in kernel size. *Crop Sci.* Vol. **30**: 1099- 1105.
- Scott, A. Harding, James A. Guikema, and Gry M.Paulsen. 1990. Photosynthetic decline from high temperature stress during maturation of wheat II. Interaction with source and sink processes. *Plant Physiol.* Vol. **92**: 654- 658.
- Shanahan, J. F., D. H. Smith, and J. R. Welsh. 1984. An analysis of Post-anthesis sink limited winter wheat grain under various environments *Agron . J.* **76**: 611-615.
- Wardlaw, Lan F.1980. Translocation and source – sink relationships. pp: 297-333. In (eds) *The biology of crop productivity*. Academic prees. New york.

A study on source-sink relationship of wheat genotypes under favourable and terminal heat stress conditions in
Khuzestan

M. Radmehr¹, G. A. Lotf-Ali Aeyneh² and A. Naderi³

ABSTRACT

In order to determine, source of grain yield limitation under different environmental conditions, as well as identifying the rate of restriction caused by terminal heat stress on development and growth of wheat, this research was conducted with twenty wheat genotypes using Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications, in two separate experiments in two years(1998-2000). The experiments were sown in late of december and january to stimulate favorable and unfavourable conditions, respectively. Five to seven days after anthesis flag leaf and spikelets from one side of spike were removed to stimulate, sink and source limitation respectively. After harvest, source and sink restriction percentage were calculated according to the mean of remaining grains in treated spike and control (without removal of flag leaf and spikelets). Results indicated that all genotypes had not sink restriction and the contribution of flag leaf to grain dry weight was 12%. However, some genotypes showed source restriction. This restriction was estimated from 0 to 34% (mean: 12.6%) and 5.7 – 41.2% (mean:17.2%) for favourable and unfavourable conditions, respectively. Therefore, source restriction caused by exposure to terminal heat stress was greater by 6%. Likewise, results indicated that source restriction was higher in genotypes with large grain size. Grain weight had not significant effect in the determination of final yield. Reduction in grain yield must be sought in other yield components, such as grain number per spike and spikes number per square meter.

Key word: Restriction, Unfavourable condition, Favourable conditions, Source, Sink, Terminal heat stress.

1- Former Scientific member Seed and Plant Improv. Institute Khozestan, Iran.
2- Scientific member, Seed and Plant Improv. Institute Khozestan, Iran.
3- Assistant professor of Khozestan Agricultural Research Center, Iran.

