مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۱، شماره ۲، ۱۳۸۹ (۲۸۹-۲۸۱)

الگوی تسهیم مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی گندم نان در شرایط دیم و ارتباط آن با عملکرد دانه

سید محمد علوی سینی[1]*، جلال صبا[2]، فرهاد جباری[3]، کاظم سلیمانی[4] و جابر نصیری[5]
۱، ۲، ۳، دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
۴، کارشناس مرکز تحقیقات دیم استان زنجان
۵، کارشناس ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان
(تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۱- تاریخ تصویب: ۸۸/۷/۸)

چکیده

این پژوهش برای بررسی الگوی تسهیم مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی گندم نان در شرایط دیم و همچنین ارتباط آن با عملکرد دانه و مقاومت به خشکی انجام شد. ۷ ژنوتیپ شامل ۲ رقم زراعی (آذر۲ و سرداری) و ۵ لاین تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان در آزمایشی مزرعه ای به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به مدت دو سال (۱۳۸۵ و ۱۳۸۶) تحت شرایط دیم مورد بررسی قرار گرفتند. اندازه‌گیری صفات در مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده اکثر صفات به جز درصد اختصاص ماده خشک به ساقه در زمان گرده‌افشانی، همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. هیچ رابطه‌ای بین درصد اختصاص ماده خشک به برگ و عملکرد دانه وجود نداشت. صفات تسهیم ماده خشک به سنبله در زمان گرده‌افشانی، زیست‌توده و شاخص برداشت رابطه فنوتیپی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در طی دو سال آزمایش داشتند، بنابراین می‌توان از این صفات به عنوان ویژگی کارآمد در گزینش ژنوتیپ‌های گندم با عملکرد بالا استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: **گندم، تسهیم مواد فتوسنتزی، سنبله، شاخص برداشت.**

مقدمه

گیاهان در دوره حیاتشان با تنش‌های متعددی مواجه می‌شوند، این تنش‌ها رشد، متابولیسم و عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهند. تنش‌های زیستی (حشرات، باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها) و تنش‌های غیرزیستی (خشکی دما، نور، مواد غذایی، ساختمان خاک و ...) اعمال فیزیولوژیکی همه گیاهان از جمله غلاتی که به لحاظ اقتصادی اهمیت زیادی دارند را دچار تغییر می‌کنند (Lichtenhaler, 1996).

در بین تنش‌های غیرزیستی، خشکی خطری جدی برای تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سرتاسر جهان است (Koocheki & Alizadeh, 1986; Boyer, 1982; Araus et al., 2002; Chaves, 2002; Ober & Luterbacher, 2002; Ashraf & Harris, 2005).

مطالعاتی که نشان دهند زیست‌توده با افزایش عملکرد دانه همبستگی مثبتی داشته است، کم است (Donmez et al., 2001؛ Siddique et al., 1989). اما مطالعات زیادی همبستگی مثبت بین شاخص برداشت با عملکرد دانه را نشان می‌دهند (Waddington et al., 1986; Austin, 1989; Slafer et al., 1990; Brancourt-Hulmel et al., 2003; Royo et al., 2007).

بنابراین یکی از موضوعات مهم در شکل‌گیری عملکرد دانه چگونگی توزیع مواد فتوسنتزی در گیاهان

*نویسنده مسئول: سید محمد علوی سینی تلفن: ۰۹۱۵-۸۰۶۰۷۹۱ E-mail: Agrimohammad@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

می‌باشد این موضوع خصوصاً زمانی که گیاه با تنش خشکی مواجه می‌شود ممکن است از اهمیت بیشتری برخوردار گردد (Ahmadi et al., 2005).

هر چند تجمع ماده خشک یک ژنوتیپ نشان‌دهنده کارایی مصرف آب تحت شرایط کمبود آب است. ولی مهمتر از آن اختصاص ماده خشک به اندام‌های اقتصادی گیاه است که منجر به شاخص برداشت بالاتر می‌گردد. بنابراین تجمع ماده خشک بیشتر به اندام‌های زایشی در زمان گرده‌افشانی می‌تواند فراسنجه محسوس و مناسبی برای گزینش تحت شرایط خشکی باشد (Kumar, 2004).

به دلیل این که ایجاد آغازه‌های گل در طی فاز رشد سریع رویشی، اتفاق می‌افتد و ممکن است که بین اندام‌های زایشی و رویشی برای محدود کردن منابع رقابت به وجود آید (Miralles et al., 2000).

در یک محیط خیلی خشک، ژنوتیپ‌هایی که سنبله نسبتاً بزرگتر دارند ممکن است در طول دوره پر شدن دانه زمانیکه کانوپی برگ ممکن است پیر باشد یا کارایی مصرف آب پائین‌تری داشته باشد، سودمندتر باشند (Reynolds et al., 2005). پر شدن دانه تحت این شرایط (جدا از مواد فتوسنتزی ذخیره شده قبل از گرده‌افشانی در ساقه‌ها) از طریق فتوسنتز جاری بخش‌های بالایی گیاه یعنی برگ پرچم و برگ‌های پنولتیمیت به اضافه سنبله‌ها ادامه می‌یابد (Carr & Wardlaw, 1965).

اکنون دانشمندان پذیرفته‌اند که فتوسنتز سنبله سهم عمده‌ای در عملکرد نهایی دانه دارد (Abbad et al., 2004). مخصوصاً در شرایط تنش خشکی سنبله ممکن است بخش فتوسنتزی اصلی برای پر شدن دانه به حساب آید (Sanchez-Dyaz et al., 2002).

نحوه اختصاص مواد در قبل از گرده‌افشانی (نسبت وزن سنبله به ساقه در مرحله گرده‌افشانی) می‌تواند در پیش‌بینی شاخص برداشت در مرحله‌ی رسیدگی مورد استفاده قرار گیرد. در حقیقت پیشنهاد شده که نسبت وزن سنبله به ساقه در مرحله گرده‌افشانی می‌تواند معیاری جهت انتخاب در برنامه‌های به‌نژادی در آینده به منظور افزایش عملکرد گندم حداقل برای مناطقی که شاخص برداشت ارقام جدید در آنجا از مقدار حداکثر و بالقوه آن پایین‌تر است، باشد (Siddique et al., 1989; Slafer et al., 1990).

هدف از انجام این آزمایش مقایسه لاین‌های مختلف گندم به لحاظ نحوه اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی تا مرحله گرده‌افشانی در شرایط دیم و بررسی ارتباط آنها با عملکرد و مقاومت به خشکی بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های زراعی ۸۵-۸۴ و ۸۶-۸۵ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان واقع در شهرستان خدابنده (قیدار) در شرایط دیم اجرا شد، آمار بارندگی در جدول ۱ آمده است. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار اجرا گردید. بافت خاک محل اجرای آزمایش لوم رسی تا رسی سیلتی و محل اجرای آزمایش سال قبل به صورت آیش بود. به منظور آماده‌سازی زمین جهت کاشت در اوایل فصل پائیز، زمین مورد آزمایش شخم و دیسک زده شد. تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد، هر ژنوتیپ در ۶ خط ۵ متری با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر در بیست و پنجم مهرماه سال ۱۳۸۴ و سی مهرماه ۱۳۸۵ کشت گردید. فاصله کرت‌ها در داخل بلوک، ۳۵ سانتی‌متر و فواصل بلوک‌ها، یک متر منظور شد. بر اساس نتیجه آزمایش انجام شده بر روی خاک از کودهای فسفره و پتاسه استفاده نشد، ولی کود نیتروژنه ۵۰ کیلوگرم در هکتار در

جدول ۱- آمار بارندگی و متوسط دمای ماهانه ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم خدابنده طی سال‌های زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۴ و ۱۳۸۶-۱۳۸۵

ماه		مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
۱۳۸۴-۱۳۸۵	بارندگی	۰/۲	۲۹/۳	۱۷	۷۷/۳	۱۴۴/۴	۱۰/۶	۳۹/۲	۳۸/۲	۵/۵	۴
	دما	۱۶/۶	۶/۷	۶/۵	-۳/۱	۰/۲	۵/۹	۹/۶	۱۴/۴	۲۰/۳	۲۴
۱۳۸۵-۱۳۸۶	بارندگی	۲۳/۲	۸۸/۱	۱۲/۳	۲۲	۴۲/۲	۳۳/۳	۱۲۱/۸	۸۲/۱	۲۲/۶	۲۲/۸
	دما	۱۶	۷/۴	-۳/۲	-۸/۱	-۱/۳	۱/۴	۶/۵	۱۳/۵	۲۰/۶	۲۲/۳

Archive of SID

www.SID.ir

زمان کاشت و ۵۰ کیلوگرم به صورت کود سرک در دو نوبت به زمین داده شد. ۵ لاین و دو رقم سرداری و آذر۲ گندم نان تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان تیمارهای این آزمایش را تشکیل دادند (جدول۲). برای بررسی نحوه تخصیص مواد فتوسنتزی نمونه‌برداری در زمان گرده‌افشانی در سال‌های زراعی ۸۵-۸۴ و ۸۶-۸۵ به ترتیب در ۱۵ و ۱۶ خرداد ماه انجام شد. برای نمونه‌برداری با رعایت حذف اثرات حاشیه ای یک قسمت ۰/۵ متری از خطوط کاشت برداشت گردید و نمونه‌ها در پاکت‌های مجزا قرار داده شدند. هر نمونه به قسمت‌های مجزای برگ، ساقه و سنبله تفکیک گردید نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید و وزن هر یک از اجزاء به تفکیک توسط ترازوی حساس اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد نهایی دانه، باقیمانده خطوط کاشت در هر کرت با لحاظ نمودن اثر حاشیه در پایان آزمایش و پس از رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ ۱۷ تیرماه سال ۱۳۸۵ و ۱۳ تیرماه سال ۱۳۸۶ به مساحت یک مترمربع برداشت شد و زیست‌توده، شاخص برداشت و عملکرد محاسبه گردید. پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC از نرم‌افزار SAS برای تجزیه‌های آماری لازم استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب ۱۱ صفت مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است در طول دو سال آزمایش اثرات ژنوتیپی معنی‌داری برای اکثریت صفات مورد مطالعه به جز درصد ماده خشک سنبله، نسبت سنبله به ساقه در زمان گرده‌افشانی و شاخص برداشت مشاهده شد. اختلافات معنی‌داری بین سال‌ها تقریباً برای همه صفات به جزء عملکرد مشاهده شد. سرانجام اثرات متقابل ژنوتیپ در سال برای صفات درصد ماده خشک برگ، ساقه، زیست‌توده و شاخص برداشت معنی‌دار شد. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ در سال نشان‌دهنده سازگاری اختصاصی ژنوتیپ‌ها با سال‌های مختلف بود و برای بدست آوردن اطلاعات بیشتر تجزیه واریانس و مقایسات میانگین برای هر سال به طور جداگانه انجام شد (جداول ۴ و ۵). معنی‌دار نشدن اثر سال و اثر متقابل ژنوتیپ در سال نیز بیانگر آن بود که متوسط عملکرد و متوسط تفاوت ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفت عملکرد دانه و برخی صفات دیگر در طی سال‌های مختلف، تغییرات چندانی نداشته است (جدول۳). در شرایط مدیترانه‌ای، تغییرات در زمان سنبله‌دهی معمولاً علت عمده اثرات متقابل ژنوتیپ در سال است.

جدول ۲- نام لاین‌ها و ارقام گندم مورد استفاده در آزمایش

شماره	نام لاین
۱	TAST/TORIM/3/MLC/4/CWW339.5/SPN/5 TCI97-0AP-0AP-5AP-0AP-1MAR
۲	TIRCHMIR1/LCO//CA 8055/9/P TCI98--0042-0AP-0AP-OMAR-7MAR
۳	GB-SARA-27
۴	GB-SARA-244
۵	Shahi/T-C(22) IRW-MR
۶	سرداری
۷	آذر-۲

جدول۳- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در هفت ژنوتیپ گندم نان در سال‌های زراعی ۱۳۸۵- ۱۳۸۴ و ۱۳۸۶- ۱۳۸۵

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		درصد ماده خشک برگ	درصد ماده خشک ساقه	درصد ماده خشک سنبله	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک سنبله	نسبت وزن سنبله به ساقه	وزن خشک کل در زمان گرده‌افشانی	زیست توده	شاخص برداشت	عملکرد دانه
سال	۱	۱۲۲/۷۷**	۱۳۴۳/۰۴**	۲۵۰۱/۸۱**	۱۴۳۶۳/۳۴**	۲۸۱۴۰۵/۶۵*	۳۷۳۹۵۱/۲۱**	۱/۴**	۱۵۹۲۲۳۸/۹۵**	۶۵۷۳۹/۳۹**	۴۳۶/۴۱*	۱۰۵/۸۷
تکرار در سال	۶	۱/۵۹	۱۸/۲۴	۳۶/۶۱	۸۹۸/۹۲	۱۳۱۳۱/۰۹	۱۴۲۹/۳۹	۰/۰۴	۲۹۰۲۵/۷۰	۳۸۳۶/۵۵	۴۳/۹۴	۱۰۷۴/۵
ژنوتیپ	۶	۳/۳۵*	۲۴/۷۹**	۲۱/۳۱	۱۶۸۳/۳۲**	۱۳۷۲۲/۱۷*	۵۱۹۹/۹۳*	۰/۰۳	۴۸۸۲۱/۶۲*	۳۵۸۰۹/۴۹**	۴۹/۴۵	۵۴۴۲/۸۵**
ژنوتیپ × سال	۶	۳/۰۸*	۹/۹۳*	۸/۵۷	۶۳۸/۰۳	۴۰۸۸/۰۶	۲۲۴۹	۰/۰۲	۱۵۳۶۳/۸۸	۱۳۰۵۹/۳۵**	۷۸/۰۸*	۲۳۲/۷۹
اشتباه	۳۶	۱/۲۹	۳/۷۳	۱۳/۷۳	۳۱۱/۷۶	۵۴۶۶/۷۶	۱۶۱۱/۱۷	۰/۰۲	۱۵۶۵۶/۰۹	۲۹۶۲/۳۷	۳۲/۳۵	۹۲۳/۷۷
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۱۸	۳/۲۴	۱۳/۷۶	۲۲/۴۳	۲۲/۱۹	۲۴/۴۸	۳۰/۳۷	۲۱/۷۳	۱۰/۵۴	۱۲/۳۹	۱۳/۴۹

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین داده‌ها، میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها برای هر صفت در هر سال به طور جداگانه به ترتیب در جداول ۴ و ۵ آورده شده‌اند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در تمام صفات مطالعه شده معنی‌دار بودند که این امر نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی لاین‌ها از لحاظ صفات مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به اینکه وجود تنوع، پایه و اساس انجام گزینش ارقام برتر و مطلوب می‌باشد، جمعیت مورد مطالعه می‌تواند تنوع مورد نظر را برای انتخاب برترین‌ها تأمین کند.

همبستگی فنوتیپی بین صفات برای هفت ژنوتیپ در طی دو سال در جدول ۶ نشان داده شده است. به جزء صفت درصد وزن خشک برگ تمامی صفات همبستگی فنوتیپی معنی‌داری با عملکرد دانه نشان دادند که در این میان درصد ماده خشک ساقه از کل همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان می‌دهد. عملکرد دانه در گیاهان زراعی مهمترین صفت بوده و بسیار مورد توجه اصلاح‌کنندگان نباتات است (Sattar et al., 2003). عملکرد مجموعه‌ای از صفات است که قابل توارث هستند، ولی توارث‌پذیری عملکرد معمولاً پایین بوده و تحت تأثیر تنش نیز کاهش می‌یابد. بسیار دیده شده که اصلاحگران از عملکرد به عنوان شاخصی جهت بهبود

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات بر اساس روش LSD در هفت ژنوتیپ گندم نان در سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۴

ژنوتیپ	میانگین										
	درصد ماده خشک برگ	درصد ماده خشک ساقه	درصد ماده خشک سنبله	وزن خشک ساقه (گرم درمترمربع)	وزن خشک برگ (گرم درمترمربع)	وزن خشک سنبله (گرم درمترمربع)	وزن خشک کل در زمان گرده‌افشانی (گرم درمترمربع)	نسبت وزن سنبله به ساقه	زیست‌توده (گرم درمترمربع)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (گرم درمترمربع)
۱	۱۱/۴۹	۵۷/۲۲	۳۱/۲۹	۶۹/۹۴	۳۵۰/۶۶	۱۸۷/۵۹	۶۰۷/۱۸	۰/۵۳	۵۲۵/۶۳	۳۹/۹۶	۲۰۸/۳۳
۲	۱۱/۶۲	۵۳	۳۵/۳۸	۸۴/۲۲	۳۸۱/۴۱	۲۵۵/۵۹	۷۲۱/۲۲	۰/۶۷	۶۱۸/۷۵	۴۴/۰۷	۲۶۹/۶۱
۳	۱۳	۵۴/۶۱	۳۲/۳۹	۹۰/۰۱	۳۷۳/۱۸	۲۲۰/۲۳	۶۸۳/۴۳	۰/۶	۶۸۸/۰۶	۳۴/۱۳	۲۳۲/۸۴
۴	۱۱/۰۱	۵۷/۰۷	۳۱/۹۱	۸۵/۶۹	۴۳۷/۳۷	۲۴۳/۹۰	۷۶۶/۹۶	۰/۵۶	۴۳۳/۱۳	۴۸/۴۲	۲۰۸/۳۳
۵	۱۳/۶۷	۵۳/۱۱	۳۷/۴۵	۱۰۲/۹۶	۳۷۸/۵۳	۲۶۲/۳۳	۷۴۳/۸۲	۰/۸۶	۵۴۰/۹۴	۴۱/۹۴	۲۲۵/۴۹
سرداری	۱۲/۷۱	۵۴/۴۴	۳۲/۸۵	۹۰/۴۳	۳۸۶/۵۴	۲۲۹/۱۵	۷۰۶/۱۱	۰/۶۱	۴۴۳/۹۴	۴۹/۰۳	۲۱۵/۶۹
آذر۲	۱۳/۴۸	۵۲/۵۷	۳۳/۹۵	۱۳۹/۷۵	۵۲۰/۲۶	۳۲۰/۹۷	۹۸۰/۹۹	۰/۶۲	۶۰۳/۱۳	۴۴/۲۶	۲۶۴/۷۱
LSD ۰/۰۵	۱/۶۶	۲/۹۴	۶/۵۸	۳۶/۰۷	۱۵۱/۵	۸۲/۷۴	۲۵۷/۰۷	۰/۲۹	۹۳/۲۹	۱۰/۳۶	۴۳/۶۴
میانگین مربعات ژنوتیپ	۴/۳۹*	۱۴/۵۹*	۱۸/۸۷	۱۹۶۱/۴*	۱۳۲۵۹/۲۵	۶۸۹۵/۸۹	۵۳۸۳۸/۶۲	۰/۰۴۵	۳۴۷۹۵/۷۰**	۱۰۴/۸۷	۲۶۰۸/۹۰*

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات بر اساس روش LSD در هفت ژنوتیپ گندم نان در سال زراعی ۱۳۸۶- ۱۳۸۵

ژنوتیپ	میانگین										
	درصد ماده خشک برگ	درصد ماده خشک ساقه	درصد ماده خشک سنبله	وزن خشک ساقه (گرم در مترمربع)	وزن خشک برگ (گرم در مترمربع)	وزن خشک سنبله (گرم در مترمربع)	وزن خشک کل در زمان گرده‌افشانی (گرم در مترمربع)	نسبت وزن سنبله به ساقه	زیست‌توده (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)
۱	۱۵/۵۲	۶۳/۱۷	۲۱/۳۲	۴۹/۳۴	۲۰۰/۸۸	۶۶/۸۶	۳۱۷/۰۹	۰/۳۴	۴۹۴/۱۱	۴۵	۲۲۳/۰۵
۲	۱۵/۷۱	۶۰/۷۱	۲۲/۵۳	۶۴/۴	۲۵۲/۲	۹۴/۳۲	۴۱۰/۹۲	۰/۳۷	۶۲۴/۳۸	۴۲	۲۶۵/۱۸
۳	۱۴/۱۷	۶۶/۰۷	۱۹/۷۶	۵۶/۲۴	۲۶۲/۲۱	۷۸/۷۴	۳۹۷/۱۹	۰/۳۰	۵۴۲/۶	۴۲	۲۳۰/۱۸
۴	۱۵/۴۷	۶۷/۳۴	۱۷/۱۹	۶۷/۷۴	۲۹۴/۶۷	۷۴/۷۸	۴۳۷/۱۹	۰/۲۶	۵۷۳/۷۷	۳۵	۲۰۱/۶۸
۵	۱۶/۳۸	۶۲/۹۳	۲۰/۶۹	۷۵/۸۲	۲۹۲/۰۷	۹۶/۵۲	۴۶۴/۴۲	۰/۳۳	۶۲۷/۶۱	۳۸	۲۴۲/۵۰
سرداری	۱۴/۷۷	۶۵/۵۵	۱۹/۶۸	۵۴/۹	۲۴۴/۶۲	۷۲/۸۹	۳۷۲/۴۱	۰/۳۰	۵۱۱/۴۸	۴۰	۲۰۷
آذر۲	۱۵/۷	۶۴/۸	۲۰/۴۸	۷۰/۳۵	۲۸۸/۸۶	۹۱/۶۱	۴۵۰/۸۱	۰/۳۲	۶۷۳	۴۱	۲۷۴/۶۵
LSD۰/۰۵	۱/۷۱	۲/۷۹	۴/۱۴	۸/۶۲	۳۴/۲۹	۱۶/۲۸	۴۴/۵۷	۰/۰۶	۹۴/۶۲	۴/۰۸	۴۳/۶۹
میانگین مربعات ژنوتیپ	۲/۰۵	۲۰/۱۳**	۱۱/۰۱	۳۵۹/۹۳**	۴۵۵۰/۹۷**	۵۵۳/۰۵**	۱۰۳۴۶/۸۸**	۰/۰۰۵*	۱۷۵۸۰/۱۹**	۲۱/۸۳**	۳۰۶۶/۷۵*

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

مقاومت به خشکی استفاده کرده‌اند که به جز موارد استثنایی کارآیی نداشته است (Blum, 2005). اما از نقطه نظر فیزیولوژیکی در شرایط تنش عملکرد بالا را می‌توان معیاری از مقاومت دانست. متوسط مقدار بارندگی در طی سال‌های زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۴ و ۱۳۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۳۶۰ و ۴۷۰ میلی‌متر می‌باشد که از این مقدار بارندگی در سال ۱۳۸۵-۱۳۸۴، ۳۵۰ میلی‌متر بارندگی قبل از گرده‌افشانی و ۱۰ میلی‌متر بعد از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک حادث شده است و این مورد برای سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۴۲۵ میلی‌متر و ۴۵ میلی‌متر می‌باشد.

آمار بلندمدت هواشناسی منطقه و آزمایش حاضر نشان می‌دهد که نوع تنش در منطقه تنش انتهایی بوده و ژنوتیپ‌ها بیشترین تنش را در دوره زایشی تحمل می‌کنند که باعث کاهش چشمگیری در عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که بتوانند تحت این شرایط عملکرد بالایی نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تولید کنند دارای صفات برتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها می‌باشند که آنها را از سایر ژنوتیپ‌ها متمایز می‌سازد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که رقم آذر۲ و لاین شماره ۲ بیشترین و لاین شماره ۴ کمترین عملکرد را دارند. هرچند در این آزمایش رابطه معنی‌داری بین درصد ماده خشک اختصاص یافته به برگ در زمان گرده‌افشانی پیدا نشد، به نظر می‌رسد اختصاص کمتر ماده خشک به برگ‌ها در زمان گرده‌افشانی یک نوع واکنش سازگاری به خشکی باشد، کاهش رشد برگ‌ها در شرایط تنش به نفع گیاه می‌باشد چون با کاهش سطح برگ، سطح تعرقی گیاه هم کاهش می‌یابد. ژنوتیپ‌هایی که تا مرحله گرده‌افشانی، درصد بیشتری از ماده خشک را به برگ‌ها اختصاص می‌دهند با افزایش دادن سطح تعرقی گیاه رطوبت خاک را تخلیه کرده و رطوبت ذخیره شده در خاک برای مصرف گیاه در مرحله رشد زایشی را کاهش می‌دهند. این نکته را هم می‌توان اضافه کرد که در اثر اختصاص بیشتر ماده

جدول۶ - تجزیه همبستگی فنوتیپی صفات مورد مطالعه در هفت ژنوتیپ گندم نان
(اعداد بالا و پائین به ترتیب نشان‌دهنده همبستگی‌ها در سال های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶)

ردیف	صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱	نسبت ماده خشک برگ از کل	۱	-۰/۲۲ -۰/۲۷	-۰/۰۸ -۰/۲۱	۰/۶۹** ۰/۵۵**	۰/۴۳* ۰/۰۲	۰/۴۴* -۰/۱۴	۰/۵۰** ۰/۰۸	۰/۰۵ -۰/۱۳	۰/۳۵ ۰/۰۹	-۰/۰۳ -۰/۳۶	۰/۳۵ -۰/۰۸
۲	نسبت ماده خشک ساقه از کل		۱	-۰/۷۴** -۰/۸۲**	-۰/۲۰ ۰/۰۴	۰/۰۸ ۰/۵۰**	-۰/۴۴** -۰/۴۸**	-۰/۱۳ ۰/۲۳	-۰/۶۲** -۰/۸۴**	-۰/۳۶ -۰/۵۷**	۰/۰۸ -۰/۱۱	-۰/۳۵ -۰/۴۴**
۳	نسبت ماده خشک سنبله از کل			۱	-۰/۲۳ -۰/۲۴	-۰/۴۷** -۰/۴۵*	۰/۱۳ ۰/۵۸**	-۰/۲۶ -۰/۲۱	۰/۹۶** ۰/۸۹**	۰/۱۵ ۰/۵۴*	-۰/۲۵ ۰/۱۱	-۰/۱۱ ۰/۵۲**
۴	وزن خشک برگ				۱	۰/۹** ۰/۸۰**	۰/۸۵** ۰/۳۹*	۰/۹۵** ۰/۸۷**	-۰/۲۰ -۰/۲۷	۰/۱۶ ۰/۳۸*	۰/۳۱ -۰/۵۱*	۰/۶۰** ۰/۰۸
۵	وزن خشک ساقه					۱	۰/۸** /۳۲	۰/۹۷** ۰/۹۵**	-۰/۴۶* ۰/۵۰**	۰/۰۱ ۰/۱۷	۰/۴۲* -۳۳/۹	۰/۵۴** ۰/۰۱
۶	وزن خشک سنبله						۱	۰/۹۱** ۰/۵۸**	۰/۱۲ ۰/۶۵**	۰/۱۶ ۰/۷۴**	۰/۲۹ -۰/۲۵	۰/۵۷** ۰/۵۱**
۷	نسبت وزن خشک سنبله به ساقه							۱	-۰/۲۶ -۰/۲۳	۰/۰۸ ۰/۳۹**	۰/۳۹* -۰/۴۰*	۰/۵۹** ۰/۱۵
۸	وزن خشک کل در گرده افشانی								۱	۰/۱۵ ۰/۵۷**	-۰/۳۰ ۰/۲۰	-۰/۱۸ ۰/۵۴**
۹	زیست توده									۱	-۰/۶۳** ۰/۰۷	۰/۴* ۰/۸۸**
۱۰	شاخص برداشت										۱	۰/۴۴** ۰/۵۲**
۱۱	عملکرد دانه											۱

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

خشک به برگ، وزن خشک ریشه کاهش یافته و به خاطر جذب پائین آب توسط ریشه ها، عملکرد کاهش می یابد. به نظر می‌رسد رابطه بین تسهیم ماده خشک به برگ و عملکرد و یا مقاومت بر اساس نوع ژنوتیپ متفاوت باشد.

تجمع ماده خشک یک ژنوتیپ نشان‌دهنده کارایی مصرف آب تحت شرایط کمبود آب است، ولی مهمتر از آن اختصاص ماده خشک به بخش‌های اقتصادی گیاه است که منجر به شاخص برداشت بالاتر می‌گردد. بنابراین تجمع ماده خشک بالاتر به بخش‌های زایشی در زمان گرده‌افشانی می‌تواند پارامتر محسوس و مناسبی برای گزینش تحت شرایط خشکی باشد (Kumar, 2004).

ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۵ و آذر۲ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها مقدار و درصد بیشتری از ماده خشک را به سنبله‌ها و درصد کمتری از ماده خشک را به ساقه‌ها اختصاص داده‌اند و متوسط عملکرد بالاتری در طی دو سال آزمایش دارند. جدول ۶ همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد و مقدار ماده خشک اختصاص یافته به سنبله در زمان گرده‌افشانی و عملکرد نشان می‌دهد. ژنوتیپ‌هایی که درصد بیشتری از مواد فتوسنتزی را در زمان گرده‌افشانی به سنبله‌ها اختصاص می‌دهند عملکرد بالاتری نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها دارند. این رابطه بر این نکته تاکید دارد که ژنوتیپ‌هایی که تا مرحله گرده‌افشانی، درصد بیشتری از وزن خشک کل را به سنبله‌ها اختصاص می‌دهند به خاطر ویژگی‌های خشکی پسندتر سنبله و ظرفیت بالای فتوسنتزی سنبله در شرایط خشکی این ژنوتیپ‌ها می‌توانند عملکرد بالاتری داشته باشند.

نتایج دیگر محققان نیز نشان‌دهنده اهمیت این صفت می‌باشد. Reynolds et al. (2005) گزارش کردند در یک محیط خیلی خشک، ژنوتیپ‌هایی که سنبله نسبتاً بزرگ‌تر دارند ممکن است در طول دوره پر شدن دانه زمانی که کانوپی برگ ممکن است پیر باشد یا کارایی مصرف آب پائین‌تری داشته باشد، سودمندتر باشند. Tambussi et al. (2005) عنوان کردند که کارایی فتوسنتزی بهتر سنبله نسبت به برگ پرچم تحت شرایط تنش آب به خاطر ظرفیت سنبله برای حفظ محتوای نسبی بالاتر آب می‌باشد. در کل جدا از اینکه سنبله نسبت به برگ‌ها به دانه‌ها (محل ذخیره مواد فتوسنتزی) نزدیک‌تر است، سنبله منبع عمده اسمیلات‌ها است، به خاطر اینکه کارایی فتوسنتزی آن در شرایط تنش بهتر است. چندین خصوصیت برای کارایی فتوسنتزی بالای سنبله پیشنهاد شده است که می‌توان به این صورت خلاصه کرد.

۱. ظرفیت تثبیت دوباره CO_2 حاصل از تنفس
۲. ساختارهای خشکی‌پسندتری هستند (به‌خاطر آناتومی و تنظیم اسمزی)
۳. برخی از ویژگی‌های متابولیسمی گیاهان C_4 یا گیاهان CAM را دارند (ساختاری هستند و یا در شرایط خشکی القاء می‌شود).

بنابراین فتوسنتز سنبله سهم عمده ای در عملکرد نهایی دانه دارد (Abbad et al., 2004). مخصوصاً در شرایط تنش خشکی سنبله ممکن است بخش فتوسنتزی اصلی برای پر شدن دانه به حساب آید (Sanchez-Dyaz et al., 2002). همبستگی منفی و معنی‌داری بین درصد و مقدار ماده خشک اختصاص یافته به سنبله با درصد و مقدار ماده خشک اختصاص یافته به ساقه مشاهده شد. همان طور که نتایج مقایسات میانگین نیز نشان می‌دهد اختصاص بیشتر ماده خشک به سنبله باعث کاهش اختصاص ماده خشک به ساقه می‌شود. این رابطه ممکن است به دلیل رقابت بین اندام‌های رویشی و زایشی برای محدود کردن منابع پیش آید (Miralles et al., 2000). از اینرو گزینش برای ژنوتیپ‌هایی که در مرحله گرده‌افشانی، درصد بیشتری از مواد فتوسنتزی را به سنبله اختصاص می‌دهند و یا وزن خشک سنبله بیشتری در این مرحله دارند برای پیش بینی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط خشکی مفید باشد.

از صفات دیگر که نحوه تسهیم مواد فتوسنتزی بین اندام‌های مختلف را نشان می‌دهد نسبت وزنی سنبله به ساقه در زمان گرده‌افشانی و شاخص برداشت می‌باشد. Siddique et al. (1989) و Slafer et al. (1990) شواهدی ارائه کرده اند که نشان می‌دهد نحوه اختصاص مواد قبل از گرده‌افشانی (نسبت وزن سنبله به ساقه در مرحله گرده‌افشانی) می‌تواند در پیش‌بینی شاخص

Archive of SID

www.SID.ir

برداشت در مرحله رسیدگی مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج جدول ۶ همبستگی مثبت و معنی‌داری بین نسبت وزنی سنبله به ساقه و عملکرد دانه نشان می‌دهد. بالا بودن نسبت وزن خشک سنبله به وزن خشک ساقه در برخی ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد که در این ژنوتیپ‌ها سنبله در شرایط تنش خشکی نسبت به ساقه رشد بیشتری دارد.

در شرایط تنش خشکی، تولید مواد فتوسنتزی کاهش یافته و رقابت برای جذب مواد فتوسنتزی در این شرایط عمدتا به نفع سنبله تمام می‌شود و وزن خشک سنبله به وزن خشک کل و وزن خشک ساقه افزایش می‌یابد. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که درصد کمتری از مواد فتوسنتزی را به ساقه‌ها اختصاص می‌دهند یا ارتفاع کمتری دارند درصد بیشتری از مواد فتوسنتزی را به سنبله اختصاص می‌دهند.

Miralles et al. (2000) عنوان کردند ژن‌هایی که در کاهش ارتفاع نقش دارند و باعث گلدهی زود هنگام می‌شوند راه‌های ساده و موثری برای افزایش شاخص برداشت هستند هر دو این صفات هم توارث پذیری بالایی دارند و هم رشد اندام‌های رویشی را کاهش می‌دهند. در مورد کاهش ارتفاع، رقابت کمتری برای مواد فتوسنتزی بین سنبله درحال رشد و ساقه در حال طویل شدن وجود دارد و دلیل اصلی برتری ارقام نیمه پاکوتاه نسبت به ارقام پا بلند این مورد می‌تواند باشد که چرا ارقام نیمه پا کوتاه هم در شرایط آبی و هم در شرایط دیم موفق هستند. همچنین رابطه مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک کل در زمان گرده‌افشانی و عملکرد مشاهده می‌شود به لحاظ این که بین وزن خشک سنبله و وزن خشک کل در زمان گرده‌افشانی همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری وجود دارد، افزایش عملکرد دراثر افزایش وزن خشک کل در زمان گرده‌افشانی به خاطر افزایش وزن خشک سنبله‌ها و کارایی فتوسنتزی بالای سنبله‌ها تحت شرایط تنش می‌باشد. بنابراین گزینش ژنوتیپ‌های با وزن خشک کل و وزن خشک سنبله بالاتر در زمان گرده‌افشانی به لحاظ ارتباط مثبت با عملکرد، عامل گزینشی مناسبی برای این شرایط خواهد بود.

برخی از محققین افزایش تولید زیست‌توده (میزان ماده خشک تولید شده در طول فصل رشد) در ارقام مختلف را از اهداف مهم گزینش تحت شرایط تنش خشکی می دانند، که باعث افزایش معنی‌داری در میزان عملکرد می‌گردد (Zarea-Fizabady & Ghodsi, 2004; Blum, 1998) ولی محققین دیگری بر این باورند که تا به حال، زیست‌توده به طور عمومی با بازده عملکرد در ارتباط نبوده است (Waddington et al., 1986; Sayre et al., 1997). در این آزمایش، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین زیست‌توده و عملکرد مشاهده شد.

نتایج جدول ۶ همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری بین شاخص برداشت و عملکرد نشان می‌دهند. با توجه به اینکه شاخص برداشت بیانگر درصد انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن است، پس ارقامی که دارای شاخص برداشت بالایی هستند، قادرند کربوهیدراتهای بیشتری را از اندام‌های سبز منتقل کنند و باعث افزایش عملکرد شوند.

چندین محقق گزارش کرده اند که افزایش در عملکرد دانه به طور عمده با اختصاص بهتر مواد پرورده به دست می‌آید (Calderini, et al., 1995; Sayre et al., 1997; Waddington et al., 1986). بنابراین ژن‌هایی که نسبت بیشتری از اسیمیلات‌ها را به دانه اختصاص می‌دهند منجر به افزایش در شاخص برداشت می‌شوند و انتظار این است که عملکرد دانه تحت شرایط خشکی را بهبود بخشد (Reynolds et al., 2005).

همچنین Richards et al. (2002) خاطر نشان کردند که شاخص برداشت بالا تحت شرایط خشکی ممکن است مربوط به صفات ساختاری (از قبیل صفاتی که با ژن‌های Rht در ارتباطند) یا صفات سازگار به تنش باشند. مورد اول بیشتر در ارتباط با کارایی بالای مصرف آب است (کارایی مصرف آب بر حسب افزایش عملکرد دانه نسبت به زیست‌توده تعریف می‌شود)، اما مورد آخری که باعث افزایش شاخص برداشت می‌شود ناشی از اثر پلیوتروپیک[1] صفات است که باعث بهبود عملکرد در دوره پر شدن دانه می‌شود و این مورد به خاطر حرکت دوباره ذخایر ساقه و افزایش قابلیت دسترسی به آب می‌باشد (Reynolds et al., 2005).

1. Pleiotropic

Archive of SID

www.SID.ir

همان طور که ملاحظه می گردد بین زیست‌توده و شاخص برداشت همبستگی فنوتیپی منفی و معنی‌داری وجود دارد این رابطه نشان‌دهنده این است که ژنوتیپ‌هایی که زیست‌توده پائین‌تری دارند مواد فتوسنتزی را به طور فزاینده‌ای به دانه‌ها منتقل می‌کنند و در نتیجه شاخص برداشت بالایی خواهند داشت. بنابراین افزایش شاخص برداشت در اثر کاهش زیست‌توده می‌تواند در شرایط تنش مطلوب باشد. چون ژنوتیپ‌هایی که رشد رویشی کمتری دارند با حفظ رطوبت خاک، در دوره رشد زایشی گیاه، کمتر تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند.

Angus & VanHerwaarden (2001) عنوان کردند که دستیابی به عملکرد دانه‌ای بالا (و شاخص برداشت بالا) وابسته به تعادل بین رشد قبل از گرده‌افشانی و بعد از گرده‌افشانی است. رسیدن به این تعادل در محیط‌های دیم که شرایط غیرقابل پیش‌بینی دارند بسیار مشکل است. برای مثال، رشد خیلی کم قبل از گرده‌افشانی ممکن است تولید ماده خشک کل را محدود کند و شاخص برداشت را حداکثر کند اما آب باقیمانده در خاک، مورد استفاده قرار نمی‌گیرد از طرف دیگر رشد بیش از حد قبل از گرده‌افشانی باعث خواهد شد که عملکرد کل ماده خشک حداکثر شود به خاطر اینکه همه آب قابل دسترس خاک مصرف شده که این مورد می‌تواند منجر به شاخص برداشت کم و عملکرد دانه‌ای پائین شود. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش خشکی درصد بیشتری از مواد فتوسنتزی قبل از گرده‌افشانی و پس از گرده‌افشانی را به سنبله‌ها اختصاص دهند در نهایت عملکرد بالایی خواهند داشت.

اختصاص کمتر مواد فتوسنتزی قبل از گرده‌افشانی به برگ‌ها و ساقه‌ها باعث حفظ رطوبت ذخیره شده در خاک شده و این رطوبت به طور موثرتری در زمان پر شدن دانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین اگر ژنوتیپ‌ها کارایی بالایی در اختصاص مواد فتوسنتزی قبل و بعد از گرده‌افشانی از طریق حرکت مجدد و انتقال مجدد داشته باشند عملکرد بالاتری از طریق شاخص برداشت بالا خواهند داشت. در بین همه صفات مورد مطالعه صفاتی که همبستگی بالا و معنی‌داری با عملکرد در طی دو سال آزمایش نشان دادند، مقدار ماده خشک اختصاص یافته به سنبله‌ها، زیست‌توده و شاخص برداشت بودند این روابط نشان‌دهنده کارایی بالای این صفات برای گزینش ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

اصلاح برای صفت عملکرد در شرایط تنش کاری بسیار پیچیده و مشکل است بررسی ارتباط این صفت با صفات دیگر و یافتن صفات دارای همبستگی بالا با عملکرد و وراثت‌پذیری بالا و در عین حال دارای هزینه کم می‌تواند به گزینش ارقام و لاین‌های برتر در شرایط تنش کمک شایانی نماید از این رو صفات تسهیم ماده خشک بالا به سنبله در زمان گرده‌افشانی، بیوماس و شاخص برداشت بالا در این آزمایش به عنوان صفات موثر در گزینش لاین‌های برتر می‌باشند که می‌توانند در گزینش لاین‌های با عملکرد بالا تحت شرایط تنش کمک کنند. رقم آذر ۲، لاین‌های ۲ و ۵ به خاطر عملکرد بالا در شرایط تنش خشکی می‌توانند در برنامه‌های تلاقی جهت اصلاح برای مقاومت به تنش خشکی مورد استفاده قرار گیرند.

REFERENCES

1. Abbad, H., El Jaafari, S. A., Bort, J. & Araus, J. L. (2004). Comparative relationship of the flag leaf and the ear photosynthesis with the biomass and grain yield of durum wheat under a range of water conditions and different genotypes. *Agronomie*, 24, 19–28.
2. Ahmadi, A., Saeidi, M. & Jahansooz, M. R. (2005). Pattern of photosynthetat distribution and grain filling in bread wheat cultivar under stress and non stress condition. *Journal of Agricultural Sciences*, 36(6), 1333-1343.
3. Angus, J. F. & Van Herwaarden, A. F. (2001). Increasing water use and water-use efficiency in dryland wheat. *Agronomy Journal*, 93, 290–298.
4. Araus, J. L., Slafer, G. A., Reynolds, M. P. & Royo, C. (2002). Plant breeding and drought in C_3 cereals: what should we breed for? *Annals of Botany*, 89, 925–940.
5. Ashraf, M. & Harris, P. J. C. (2005). *Abiotic stresses: Plant resistance through breeding and molecular approaches*. Haworth Press Inc., New York.
6. Austin, R. B. (1989). Maximizing crop production in water limited environments. P. 13-25. In F. W. G. Baker (ed.) *Drought resistance in cereals*. CAB International, Wallingford, England 2220.

Archive of SID

www.SID.ir

7. Blum, A. (1998). Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. *Euphytica*, 100, 77–83.
8. Blum, A. (2005). Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research*, 56, 1159–1168.
9. Boyer, J. S. (1982). Plant productivity and environment. *Science*, 218, 443–448.
10. Brancourt-Hulmel, M., Doussinault, G., Lecomte, C., Berard, P., Le Buanec, B. & Trottet, M. (2003). Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. *Crop Science*, 43, 37–45.
11. Calderini, D. F., Dreccer, M. F. & Slafer, G. A. (1995). Genetic improvement in wheat yield and associated traits. A reexamination of previous results and the latest trends. *Plant Breeding*, 114,108–112.
12. Carr, D. J. & Wardlaw, I. F. (1965). The supply of photosynthetic assimilates to the grain from the flag and ear of wheat. *Aust J Biol Sci*, 18, 711–719.
13. Chaves, M. (2002). Water stress in the regulation of photosynthesis in the field. *Annals of Botany*, 89, 907-916.
14. Donmez, E., Sears, R. G., Shroyer, J. P. & Paulsen, G. M. (2001). Genetic gain in yield attributes of winter wheat in the Great Plains. *Crop Science*, 41, 1412–1419.
15. Koocheki, A. & Alizadeh, A. (1986). *Crop production in dry region* (I. Arnon ed.). Astan Qods Razavi Publication. Pp: 263. (In Farsi).
16. Kumar, D. (2004). *Breeding for drought resistance*. In: Abiotic Stress: Plant Resistance Through Breeding and molecular approaches. Ashraf, M., P.J.C. Harris, (Eds). Food Products Press. pp: 145–175.
17. Lichtenhaler, H. K. (1996). Vegetation stress: An introduction to the stress in plants. *Journal of Plant Physiology*, 148, 4-14.
18. Miralles, D. J., Richards, R. A. & Slafer, G. A. (2000). Duration of the stem elongation period influences the number of fertile florets in wheat and barley. *Australian Journal of Plant Physiology*, 27, 931–940.
19. Ober, E. S. & Luterbacher, M. C. (2002). Genotypic variation for drought tolerance in *Beta vulgaris*. *Annals of Botany*, 89, 917-924.
20. Reynolds, M. P., Mujeeb-kazi, A. & Sawkins, M. (2005). Prospects for utilising plant- adaptive mechanisms to improve wheat and other crops in drought – and salinity- prone environments. *Annals of Applied Biology*, 146, 239-259.
21. Richards, R. A., Rebetzke, G. J., Condon, A. G. & Van Herwaarden, A. F. (2002). Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Science*, 42, 111–121.
22. Royo, C., Alvaro, F. Martos, V. Ramdani, A. Isidro, J. Villegas, D. & Garcia del Moral, L. F. (2007). Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italian and Spanish varieties during the 20th century. *Euphytica*, 155, 259-270.
23. Sanchez-Dyaz, M., Garcya, J. L., Antolyn, M. C. & Araus, J. L. (2002). Effects of soil drought and atmospheric humidity on yield, gas exchange, and stable carbon composition of barley. *Photosynthetica*, 40, 415–421.
24. Sattar, A., Chowdhry, M. A. & Kashif, M. (2003). Estimation of heritability and genetic gain of some metric traits in six hybrids populations of spring wheat. *Asian Journal of Plant Science*, 2, 495-497.
25. Sayre, K. D., Rajaram, S. & Fischer, R. A. (1997). Yield potential progress in short bread wheat in Northern Mexico. *Crop Science*, 37, 36–42.
26. Siddique, K. H. M., Kirby, E. J. M. & Perry, M. W. (1989). Ear-to-stem ratio in old and modern wheat varieties; relationship: with improvementin number of grains per ear and yield .*Field Crops Research*, 21, 59-78.
27. Slafer, G. A., Andrade, F. H. & Satorre, E. H. (1990). Genetic improvement effects on pre-anthesis physiological attributes related to wheat grain yield. *Field Crops Research*, 23, 255.
28. Slafer, G. A., Satorre, E. H. & Andrade, F. H. (1994). *Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes*. In: Genetic improvement of field crops. G.A. Slafer. (Ed.). P: 1-68. Marcel Dekker. New York..
29. Tambussi, E. A., Nogues, S. & Araus, J. L. (2005). Ear of durum wheat under water stress: water relations and photosynthetic metabolism. *Planta*, 221, 446–458.
30. Waddington, S. R., Ransom, J. K., Osmanzai, M. & Saunders, D. A. (1986). Improvement in the yield potential of bread wheat adapted to northwest Mexico. *Crop Science*, 26, 698–703.
31. Zarea-Fizabady, A. & Ghodsi M. (2004). Evaluation of yield and yield components of facultative and winter bread wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) under different irrigation regimes in khorasan province in Iran. *Journal of Agronomy*, 3, 184-187.

Archive of SID

www.SID.ir