

بررسی خصوصیات زراعی ارقام گندم‌های (*Triticum aestivum* L.) اصلاح شده ایرانی و روابط بین آنها در شرایط تنش گرمایی آخر فصل رشد

Evaluation of agronomic traits of Iranian wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars and their associations under terminal heat stress

مهدی جودی*^۱ و اصغر عبادی^۱

۱-استادیار ان گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی
*نویسنده مسئول: joudi@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۵/۰۱

چکیده

جهت مقایسه خصوصیات زراعی ارقام گندم های ایرانی و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر در شرایط تنش گرمایی آخر فصل رشد آزمایشی در مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان- دانشگاه محقق اردبیلی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا گردید. تعداد ۸۱ رقم گندم در قالب طرح لاتیس ساده با دو تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور اعمال تنش گرمایی آخر فصل تاریخ کاشت ارقام با تاخیر انجام گرفت. نتایج حاصل نشان داد که تنوع وسیعی برای صفات اندازه گیری شده در بین ارقام گندم های ایرانی وجود دارد. ارقام قدیمی گندم در مقایسه با انواع جدید طول ساقه و وزن ساقه بیشتری داشتند. در مقابل وزن سنبله در زمان رسیدگی و تعداد دانه در سنبله در گندم های جدید بیشتر از گندم های قدیمی بود. در شرایط تنش گرمایی کمترین و بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیکی ساقه اصلی به ترتیب ۲/۳۲ و ۵/۰۸ گرم بود. مقدار وزن دانه خوشه اصلی از ۱/۰۲ تا ۲/۵۱ گرم متغیر بود. عموماً ارقام جدید گندم نسبت به انواع قدیمی آن دارای وزن دانه در خوشه بالاتری بودند. ارتباط بسیار نزدیکی بین وزن دانه خوشه اصلی و عملکرد بیولوژیکی وجود داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط کاشت دیرهنگام و وجود تنش گرمایی آخر فصل رشد تنوع زیادی برای وزن دانه و سایر صفات مرتبط وجود دارد که نشان دهنده امکان انتخاب رقم و استفاده از آنها در برنامه های اصلاح گندم می باشد. ارقام فونگ، دوروم استارک و دوروم یاروس دارای بالاترین وزن دانه در خوشه در شرایط تنش گرمایی بودند.

واژه های کلیدی: ارقام قدیمی و جدید گندم، تنش گرمایی ، وزن دانه

مقدمه

گندم به عنوان یکی از مهمترین محصولات زراعی از لحاظ سطح زیر کشت و میزان تولید در جهان بوده و نقش مهمی را در تامین نیاز غذایی جوامع بشری دارد. کاشت گندم در کشور به استثناء چند منطقه در فصل پاییز انجام می شود. تحت چنین شرایطی دوره رویشی گیاه گندم مصادف با بارش های پاییز و زمستان بوده و معمولا گیاه محدودیت رشدی ندارد. در مقابل دوره زایشی و پر شدن گیاهان در اواخر بهار همزمان با افزایش دمای هوا و کمبود آب بوده و بنابراین رشد گیاه تحت تاثیر تنش های گرمایی و خشکی قرار گرفته و از پتانسیل تولید کاسته می شود (Joudi *et al.*, 2014). محققان پیش بینی می کنند که تا آخر قرن حاضر دمای جهانی زمین ۱/۸-۵/۸ درجه سانتیگراد افزایش یابد. در اقلیم آینده زمین تغییرات دمایی زیاد بوده و تعداد روزهای گرم افزایش خواهد یافت. بنابراین شدت، مدت و دفعات وقوع تنش گرمایی بیشتر شده و رشد و تولید را بیش از پیش محدود خواهد کرد (Farooq *et al.*, 2011).

دمای اپتیمم برای گرده افشانی و پر کردن دانه گندم از ۱۲-۲۲ درجه سانتیگراد متفاوت است. قرار گیری گیاهان در دماهای بالاتر از این محدوده عملکرد را به طور معنی داری کاهش می دهد (Farooq *et al.*, 2011). تعداد دانه و اندازه دانه در گندم به افزایش دما حساس هستند (Ferris *et al.*, 1998). گزارش شده است که واکنش اجزای وزن دانه در گندم تابع زمان وقوع تنش گرمایی می باشد. به عنوان مثال دمای بالای ۲۰ درجه سانتیگراد در زمان پیدایش سنبله تا گرده افشانی به طور قابل توجهی تعداد دانه در سنبله را کاهش می دهد. در این راستا تنش گرمایی باعث تسریع در نمو سنبله، کاهش در تعداد سنبلچه و بنابراین کم شدن تعداد دانه در سنبله می شود (Porter & Gawith, 1999).

تنش گرمایی در زمان پیدایش گلچه ها اثر شدیدی بر روی تعداد دانه دارد. فیشر (Fischer, 1985) گزارش کرد که به ازای هر درجه افزایش دما (بالاتر از ۱۵-۲۲ درجه سانتیگراد) در ۳۰ روز قبل از

گرده افشانی، تعداد دانه در سنبله به مقدار ۴ درصد کاهش یافت. ناکافی بودن عرضه فوتواسمیلاتها برای گلچه های در حال نمو علت مرگ گلچه و در نتیجه کاهش تعداد دانه بیان شد. گیاهان گندمی که در زمان تقسیم سلول های مادر گرده به مدت ۳ روز متوالی در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند، در آنها پیدایش دانه و عملکرد گیاه کم شد (Saini & Aspinall, 1982). تنش گرمایی همچنین باعث تضعیف گرده ها و در نتیجه تضعیف در گرده افشانی می شود (Ferris *et al.*, 1998). حساسیت گرده ها به دمای بالا مربوط به عدم توانایی گرده ها در ساخت پروتئین های شوک حرارتی می باشد (Mascarenhas & Crone, 1996). اثر تنش گرمایی در قبل از گرده افشانی بخصوص در طول میوز و رشد تخمدان ها محدودیتی برای پتانسیل اندازه دانه ایجاد میکند. افزایش دما باعث کاهش طول مرحله گرده افشانی - رسیدگی می شود که آن نیز به نوبه خود باعث کاهش وزن دانه می گردد. کاهش در وزن دانه (حدود ۱/۵ میلی گرم در روز) به ازای هر درجه افزایش دما در بالاتر از ۱۵-۲۰ درجه سانتیگراد رخ می دهد (Streck, 2005). افزایش در دما همچنین باعث چروکیدگی شدن دانه ها از طریق تغییرات فراساختاری در لایه آلورن و آندوسپرم می شود. دیاس و لیندون (Dias & Lidon, 2009) بیان کردند زمانی که دمای شب/روز از ۲۵/۱۴ به ۳۱/۲۰ درجه سانتیگراد افزایش یافت تغییرات مذکور در گندم دیده شد. نامبردگان در ادامه افزودند در نبود تنش گرمایی، لایه آلورن دانه گندم دارای سلولهای بزرگی است که اطراف آندوسپرم نشاسته ای را احاطه میکنند، در صورتیکه در شرایط تنش گرمایی ساختار آندوسپرمی فشرده تر می شود.

اگر چه دماهای بالا باعث کاهش وزن دانه گندم می گردد، ولی یک تنوعی در بین ارقام مختلف گندم در پاسخ به تنش گرمایی مشاهده می شود (Anjum *et al.*, 2008). به نظر می رسد که تنوع در خصوص اثرات دمای بالا در تعداد دانه و وزن دانه گندم مربوط به تفاوت ژنوتیپی گندم ها در تحمل تنش گرمایی

اساس سیستم طبقه بندی آمبرژه جز مناطق نیمه خشک معتدل محسوب می شود (<http://www.ardebilmet.ir>). خاک محل آزمایش دارای بافت لومی-رسی می باشد.

پژوهش مورد نظر در شرایط فاریاب و در قالب طرح لاتیس ساده (شامل ۹ بلوک ناقص) و با ۲ تکرار اجرا شد. آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح، کود پاشی و ایجاد جوی و پشته در اواخر آبان ماه سال ۱۳۹۲ انجام شد. عرض پشته ها برای کشت نهایی ۵۰ سانتی متر بود. هر کرت شامل ۴ ردیف با فواصل ۲۰ سانتی متری و به طول ۱/۵ متر بود. بعد از آماده سازی زمین، بذور ارقام مورد بررسی روی پشته ها بصورت دستی در تاریخ ۲۰ آذر ماه کاشته شدند. علت تاخیر در تاریخ کاشت این بود که رشد ارقام گندم به عقب افتاده و در زمان گرده افشانی و پر کردن دانه با تنش گرمایی روبرو شوند. با توجه به بارندگی در بعد از کاشت عمل آبیاری انجام نشد و اولین آبیاری در اواخر اسفند انجام شد. آبیاری های بعدی در زمان ساقه دهی، خوشه دهی و پر شدن دانه انجام شد. در مجموع تعداد آبیاری چهار بار و یکبار کمتر از تعداد آبیاری معمول در منطقه بود که علت آن تاخیر در کاشت و کوتاه بودن دوره رشدی گندم ها بود. جهت کنترل علف های هرز از علف کش های گرانستار و تاپیک به ترتیب با مقدار مصرف ۲۰ گرم و یک لیتر در هکتار استفاده شد. مخلوط علف کش های مذکور با نسبت مناسب در اواخر فروردین ماه بر روی مزرعه پاشیده شد.

با توجه به اینکه تراکم بوته در تعدادی از کرت های آزمایشی به دلیل نامعلومی پایین تر از تراکم مطلوب بود، لذا خصوصیات زراعی ساقه اصلی ارقام مد نظر قرار گرفت. بدین منظور یک هفته بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی، تعداد ۱۰ ساقه اصلی از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب شده و توزین شدند (عملکرد بیولوژیکی). در مرحله بعدی سنبله ها از ساقه اصلی جدا شده و وزن سنبله و ساقه و نیز طول ساقه به تفکیک مشخص گردید. وزن دانه و تعداد دانه در سنبله اندازه گیری و میانگین آنها محاسبه شد. از تقسیم

باشد. مشتطی و همکاران (Moshattati *et al.*, 2010) در تحقیقی که در اهواز انجام دادند تعداد ۲۰ رقم گندم را در شرایط عدم تنش و تنش گرمایی آخر فصل رشد بررسی کرده و گزارش کردند که پاسخ ارقام گندم به تنش گرمایی از لحاظ عملکرد و اجزای آن متفاوت از یکدیگر بود. تاهیر و ناکاتا (Tahir & Nakata, 2005) واکنش ۱۴ رقم گندم به تنش دمایی بالا را بررسی و بیان کردند که افزایش دما از ۳۰ به ۳۸ درجه سانتیگراد در طول مرحله زایشی این ارقام وزن دانه ساقه اصلی را از ۲۰ تا ۴۴ درصد کاهش داد. نتایج امیددی و همکاران (۲۰۱۳) و همچنین مدرسی و همکاران (Modarresi *et al.*, 2010) نیز نشان دهنده وجود تنوع در پاسخ ارقام و لاین های مختلف گندم به تنش گرمایی آخر فصل رشد دارد.

با توجه به اینکه طیف وسیعی از ارقام گندم در مناطق مختلف آب و هوایی ایران مورد کشت و کار قرار می گیرد احتمالاً تنوع وسیعی برای مقاومت و تولید عملکرد در شرایط تنش گرمایی در بین این ارقام مشاهده می شود. شناخت و آگاهی از این تنوع در جمعیت ارقام گندم زمینه موفقیت هر چه بیشتر محققان اصلاح نبات را در تولید ارقام گندم با پتانسیل عملکرد بالا در شرایط تنش گرمایی را فراهم خواهد ساخت. هدف تحقیق حاضر مطالعه خصوصیات زراعی ارقام گندم های ایران در شرایط تنش گرمایی آخر فصل رشد و بررسی رابطه صفات مختلف زراعی با عملکرد تحت شرایط مذکور بود.

مواد و روشها

در این تحقیق ۸۱ رقم از گندم های ایران با تنوع فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی، فنولوژیکی و ژنتیکی به شرح جدول ۱ با سوابق اصلاحی متفاوت مورد استفاده قرار گرفتند. تحقیق حاضر به صورت آزمایش مزرعه ای در طی سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان-دانشگاه محقق اردبیلی (۳۶° ۳۹' عرض شمالی، ۵۷° ۴۷' طول شرقی و ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا) اجرا شد. این منطقه از نظر تقسیم بندی آب و هوایی بر

نشان دهنده تاثیر معنی دار کوتاه بودن فصل رشد و نیز تنش گرمایی بر روی ارتفاع گیاهان گندم بوده است. همچنان که انتظار می رفت مقایسه ارقام قدیمی و جدید گندم نشان داد که در طی سال های آزادسازی ارقام گندم در ایران طول ساقه ارقام کاهش یافته (شکل ۱- الف) که مطابق با گزارش سایر محققان می باشد (Royo *et al.*, 2007; Sener *et al.*, 2009).

بسته به رقم، ساقه و سنبله در زمان رسیدگی فیزیولوژیک درصد متفاوتی از وزن کل بوته را تشکیل می دادند. سهم سنبله از ۴۷ تا ۷۴ درصد و سهم ساقه از ۲۶ تا ۵۳ درصد متغیر بود (جدول ۱). نسبت های بیشتر ساقه از کل بوته مربوط به ارقام قدیمی و نسبت های پایین مربوط به ارقام جدید بود (شکل ۱- ب). در مقابل نسبت های بیشتر از وزن سنبله در ارقام جدید و نسبت های کمتر آن در ارقام قدیمی گندم دیده شد (شکل ۱- ج). این نتایج نشان می دهد که در طی روند اصلاح و معرفی ارقام گندم در کشور از وزن ساقه کم و به وزن سنبله اضافه شده است. به عبارت دیگر تسهیم مواد فتوسنتزی به نفع سنبله و در نتیجه وزن دانه در سنبله بوده است. نتایج مشابهی توسط سایر محققان ارائه شده است (Fischer, 2009 & references therein).

متوسط وزن دانه و تعداد دانه در سنبله

تنوع بسیار زیادی برای متوسط وزن تک دانه وجود داشت. حداکثر وزن تک دانه به مقدار ۵۲ میلی گرم مربوط به رقم چناب و حداقل وزن تک دانه به مقدار ۱۹ میلی گرم مربوط به رقم کرج ۳ بود (جدول ۱). علت تنوع در وزن تک دانه تفاوت در تعداد سلول های آندوسپرمی، طول دوره پر شدن دانه، سرعت پر شدن دانه و قدرت در جذب مواد فتوسنتزی (قدرت مخزن) عنوان شده است (Fischer, 2011).

وزن دانه به تعداد دانه متوسط وزن تک دانه در سنبله بدست آمد. شاخص برداشت برای تک ساقه از تقسیم وزن دانه در سنبله به عملکرد بیولوژیکی بدست آمد. تجزیه داده ها بر اساس طرح لاتیس ساده انجام گرفت. حداقل اختلاف معنی دار (LSD) جهت مقایسه ارقام استفاده شد. از تجزیه رگرسیونی برای بررسی روند تغییرات صفات اندازه گیری شده در طی سال های آزادسازی ارقام استفاده شد. رابطه صفات مختلف با وزن دانه توسط همبستگی پیرسون بررسی گردید. از نرم افزارهای SAS، SPSS و Excel برای تجزیه داده ها، محاسبه ضرایب همبستگی و تجزیه رگرسیون استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول ۲ تعداد روزهای با حداکثر دمای بالاتر از ۲۵ و ۳۰ درجه سانتیگراد را در طی مرحله گرده افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک دانه ارقام کشت شده در شرایط کشت دیر هنگام در منطقه مغان را نشان می دهد. همانطوری که از جدول مذکور مشخص است تعداد روزهای بین گرده افشانی (اولین رقم که وارد مرحله گرده افشانی شده است) و رسیدگی فیزیولوژیک (آخرین رقم که وارد مرحله رسیدگی فیزیولوژیک شده است) ارقام کشت شده ۴۵ روز می باشد. در طی این مدت تعداد روزهای با دمای حداکثر بالای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتیگراد به ترتیب ۴۳ و ۲۷ روز می باشد. این امر نشان می دهد که ارقام کشت شده در بیشتر زمان دوره پر شدن دانه تنش دمای بالا را تجربه کرده اند.

طول ساقه، وزن ساقه و وزن سنبله در رسیدگی فیزیولوژیک

میانگین طول ساقه در بین ۸۱ رقم کاشته شده ۷۱ سانتیمتر بود (جدول ۱). در تحقیق قبلی ما که بر روی همین ارقام و با تاریخ کاشت مناسب در دو منطقه انجام شد میانگین طول ساقه در شرایط فاریاب و تنش خشکی آخر فصل کرج به ترتیب ۸۵ و ۸۳ سانتی متر و همچنین در شرایط فاریاب مغان ۸۵ سانتی متر بود (Joudi, unpublished). این نتایج

جدول ۱- میانگین صفات مختلف زراعی در ۸۱ رقم گندم زراعی ایران با تاریخ کاشت دیر هنگام به منظور اعمال تنش گرمایی انتهایی فصل رشد در منطقه مغان.

Table 1- Mean of measured traits in 81 Iranian wheat cultivars grown in Moghan region under late sowing conditions.

رقم	Cultivar	سال معرفی رقم	Year of cultivar release	طول ساقه در رسیدگی	Stem length at maturity (cm)	وزن ساقه در رسیدگی	Stem weight at maturity (mg)	وزن سنبله در رسیدگی	Spike weight at maturity (mg)	وزن دانه در سنبله	Individual grain weight per spike (mg)	تعداد دانه در سنبله	Grain number per spike	عملکرد بیولوژیکی ساقه اصلی	Main stem biological yield (g)	وزن دانه ساقه اصلی	Main stem grain yield(g)	شاخص برداشت ساقه اصلی	Main stem HI (%)
آرتا	Arta	1385	2006	53	77#	1340	42	2790	23	37	62	51	16	4.13	29	1.93	28	47	37
آزادی	Azadi	1358	1979	73	29	1500	22	2470	49	28	77	60	1	3.97	36	1.66	54	42	65
آذر	Azar 1	1335	1956	87	11	1800	7	2160	68	39	51	40	59	3.96	38	1.54	64	39	73
آذر ۲	Azar2	1378	1999	77	22	1660	13	3020	9	49	4	45	38	4.68	8	2.20	8	47	38
اترک	Atrak	1374	1995	58	73	1300	48	3140	6	38	56	57	2	4.44	13	2.15	13	48	23
اروند موتانت	Arvand	1352	1973	81	16	1510	21	2350	53	42	32	37	70	3.87	45	1.53	66	39	74
استار	Star	1374	1995	60	68	1290	50	2870	19	50	3	43	45	4.16	27	2.15	14	52	3
اکبری	Akbari	1385	2006	70	36	1350	41	2620	34	42	33	45	39	3.96	39	1.84	39	46	45
البرز	Alborz	1357	1978	75	25	1380	34	2920	14	45	15	48	26	4.30	22	2.19	9	51	6
الوند	Alvand	1374	1995	78	21	1290	51	2250	60	45	16	35	75	3.54	59	1.60	57	45	50
الموت	Alamut	1374	1995	69	42	1240	57	2530	46	45	17	41	54	3.77	52	1.82	45	48	24
امید	Omid	1335	1956	82	15	1610	15	1830	76	30	76	39	62	3.44	68	1.18	79	34	78
اینیاء	Inia	1347	1968	67	52	1090	74	2240	62	37	63	44	42	3.32	72	1.61	56	48	25
بک کراس روشن بهاره	Spring BC Roshan	1377	1998	70	37	1150	70	2190	65	45	18	35	76	3.34	71	1.53	67	46	46
بک کراس روشن زمستانه	Winter BC Roshan	1377	1998	81	17	1370	36	2430	52	37	64	47	31	3.80	49	1.70	52	45	51
بم	Bam	1385	2006	70	41	1290	52	2590	38	47	7	39	63	3.88	44	1.83	42	47	39
بولانی	Bulani	-	-	69	44	1280	56	2710	28	43	24	46	34	3.99	34	1.98	22	49	16
بیات	Bayat	1355	1976	83	14	1720	8	2710	29	43	25	44	43	4.43	16	1.90	30	43	62
بیستون	Bistun	1359	1980	71	35	1620	14	2880	18	47	8	46	35	4.50	12	2.13	15	47	40
پیشتاز	Pishtaz	1381	2002	60	69	1220	61	2520	47	44	19	43	46	3.74	53	1.89	32	50	13
چمران	Chamran	1376	1997	52	78	1070	76	2130	69	39	52	40	60	3.20	74	1.55	63	48	26
چناب	Chanab	1354	1975	68	45	1540	20	3020	10	52	1	47	32	4.55	11	2.21	7	48	27
خزر ۱	Khazar 1	1352	1973	67	48	1500	23	3230	3	42	34	54	7	4.73	6	2.29	4	48	28
خلیج	Khalij	1339	1960	57	74	1310	45	2620	35	48	6	39	64	3.93	41	1.88	34	48	29
داراب ۲	Darab 2	1374	1995	55	76	1240	58	2750	25	42	35	49	24	3.99	35	2.04	19	51	7
دریا	Darya	1385	2006	66	57	1460	26	2980	11	43	26	50	20	4.44	14	2.17	11	49	17

ادامه جدول ۱
Table 1- Continued

دز	Dez	1381	2002	70	38	1370	37	2650	32	42	36	45	40	4.02	33	1.89	33	47	41
دوروم یاواروس	Durum Yavarus	1375	1996	66	55	1500	24	3330	1	43	27	57	3	4.82	5	2.41	3	50	14
رسول	Rasul	1371	1992	67	51	1370	38	2710	30	47	9	43	47	4.08	31	1.98	23	49	18
روشن	Roshan	1337	1958	92	8	1680	10	2210	63	41	42	38	67	3.89	42	1.58	58	41	68
زاگرس	Zagros	1375	1996	67	49	1200	63	2170	66	42	37	38	68	3.37	70	1.56	59	46	47
زرین	Zarrin	1374	1995	71	34	1560	19	3120	7	39	53	57	4	4.68	9	2.22	6	48	30
سایسون	Soissons	1373	1994	48	80	770	81	1550	80	39	54	31	79	2.32	81	1.20	76	51	8
سبلان	Sabalan	1360	1981	73	28	2090	2	2820	21	38	57	49	25	4.91	3	1.88	35	38	75
۱۸-۷۳-۱	Sepahan	1385	2006	60	66	1320	44	2970	12	43	28	51	17	4.29	23	2.18	10	51	9
سرخ تخم	Sorkhtokhm	1336	1957	81	18	1240	59	1800	77	34	72	39	65	3.04	76	1.33	71	44	56
سرداری	Sardari	1309	1930	93	7	1190	66	1630	79	47	10	26	81	2.82	78	1.21	75	43	63
سومای ۳	Somaye 3	-	-	112	1	990	77	1450	81	38	58	27	80	2.44	80	1.02	81	42	66
سیستان	Sistan	1385	2006	66	56	1180	67	2310	55	46	13	35	77	3.49	64	1.62	55	46	48
سیمینه	Simineh	1376	1997	59	71	1360	40	2500	48	44	20	43	48	3.86	46	1.86	37	48	31
شاهپسند	Shahpasand	1321	1942	90	10	1930	4	1700	78	26	79	41	55	3.63	56	1.06	80	29	80
شاهی	Shahi	1346	1967	102	2	1460	27	2070	71	36	67	41	56	3.52	61	1.46	69	41	69
شعله	Shole	1336	1957	96	6	1310	46	2280	58	47	11	36	73	3.59	57	1.69	53	47	42
شوامالد	Shovamald	1382	2003	69	43	1370	39	2730	26	37	65	53	11	4.09	30	1.95	25	48	32
شهریار	Shahryar	1381	2002	63	62	1680	11	2680	31	36	68	50	21	4.36	20	1.79	48	41	70
شیرودی	Shirodi	1376	1997	72	32	1430	31	2540	44	43	29	42	51	3.97	37	1.78	49	45	52
شیراز	Shiraz	1381	2002	72	33	1160	68	2330	54	40	47	43	49	3.49	65	1.71	51	49	19
طیسی	Tabasi	1330	1951	96	5	1590	16	2250	61	42	38	37	71	3.85	47	1.56	60	41	71
عدل	Adl	1341	1962	83	13	1290	53	1880	74	32	73	37	72	3.17	75	1.20	77	38	76
فروناتا	Frontana	-	-	102	3	1590	17	2590	39	43	30	42	52	4.18	25	1.83	43	44	57
فلات	Falat	1369	1990	60	67	1080	75	2450	51	40	48	46	36	3.53	60	1.81	46	51	10
فونگ	Fongh	-	-	70	39	1430	32	3240	2	47	12	53	12	4.67	10	2.51	1	54	1
قدس	Ghods	1368	1989	72	30	1410	33	2170	67	23	80	54	8	3.58	58	1.28	72	35	77
کاوه	Kavch	1359	1980	79	20	1850	5	3190	5	40	49	52	14	5.04	2	2.11	16	42	67
کاسکوژن	Gascogen	1373	1994	57	75	1150	71	2300	56	44	21	42	53	3.45	66	1.81	47	52	4
کراس البرز	Crossed Alborz	-	-	61	64	1160	69	2280	59	37	66	41	57	3.45	67	1.54	65	44	58
کراس شاهی	Crossed Shahi	-	-	77	23	1950	3	2910	15	41	43	51	18	4.86	4	2.07	18	43	64
کراس فلات هامون	CFH	1381	2002	62	63	1110	73	2210	64	43	31	35	78	3.32	73	1.47	68	45	53

ادامه جدول ۱
Table 1- Continued

کویر	Kavir	1376	1997	59	72	1290	54	2780	24	39	55	48	27	4.07	32	1.90	31	47	43
کرج ۱	Karaj 1	1352	1973	91	9	2150	1	2930	13	38	59	54	9	5.08	1	2.01	21	40	72
کرج ۲	Karaj 2	1352	1973	99	4	1720	9	2720	27	42	39	48	28	4.44	15	1.98	24	45	54
کرج ۳	Karaj 3	1355	1976	67	53	1830	6	2540	45	19	81	57	5	4.37	17	1.20	78	25	81
گاسپارد	Gaspard	1373	1994	65	58	1440	30	2080	70	40	50	39	66	3.52	62	1.56	61	44	59
گلستان	Golestan	1365	1986	72	31	1210	62	2620	36	41	44	46	37	3.83	48	1.91	29	50	15
مارون	Maron	1370	1991	63	59	1340	43	2800	22	49	5	40	61	4.14	28	1.94	27	47	44
مرودشت	Marvdasht	1378	1999	67	54	1240	60	2560	43	38	60	48	29	3.80	50	1.84	40	48	33
مغان ۱	Moghan 1	1352	1973	86	12	980	78	1870	75	31	74	41	58	2.85	77	1.25	74	44	60
مغان ۲	Moghan 2	1353	1974	63	60	1200	64	2590	40	36	69	54	10	3.80	51	1.95	26	51	11
مغان ۳	Moghan 3	1385	2006	67	50	1290	55	3050	8	41	45	55	6	4.35	21	2.24	5	51	12
مهدوی	Mahdavi	1374	1995	80	19	1380	35	2870	20	42	40	50	22	4.25	24	2.09	17	49	20
ناز	Naz	1357	1978	70	40	1460	28	2910	16	44	22	47	33	4.37	18	2.03	20	46	49
نوید	Navid	1347	1968	74	27	1670	12	1990	72	28	78	44	44	3.66	54	1.26	73	34	79
نیک نژاد	Niknezhad	1374	1995	76	24	1460	29	2900	17	42	41	52	15	4.37	19	2.16	12	49	21
هامون	Hamun	1381	2002	61	65	1140	72	2290	57	41	46	38	69	3.43	69	1.56	62	45	55
هیرمند	Hirmand	1370	1991	63	61	1300	49	2640	33	44	23	43	50	3.94	40	1.88	36	48	34
وری ناک	Verinak	-	-	50	79	840	80	1940	73	31	75	45	41	2.78	79	1.37	70	49	22
دی ان ۱۱	DN-11	-	-	60	70	1200	65	2460	50	36	70	48	30	3.66	55	1.76	50	48	35
استارک	Stork	1384	2005	68	46	1490	25	3200	4	46	14	53	13	4.69	7	2.46	2	53	2
WS-82-9	WS-82-9	-	-	68	47	1590	18	2600	37	51	2	36	74	4.18	26	1.83	44	44	61
کاز	Kauz	-	-	46	81	930	79	2590	41	36	71	51	19	3.52	63	1.84	41	52	5
مونتانا	Montana	-	-	75	26	1310	47	2580	42	38	61	50	23	3.89	43	1.86	38	48	36
مینیمم	Minimum			46		770		1450		19		26		2.32		1.02		25	
ماکزیمم	Maximum			112		2150		3330		52		60		5.08		2.51		54	
میانگین	Mean			71		1390		2520		40		45		3.91		1.79		46	
حداقل اختلاف معنی دار	LSD			15.2		410		680		8		14.5		1.05		0.58		6.6	

Cultivar rank

جدول ۲- تعداد روزهای با دماهای حداکثر بالای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتیگراد در زمان پر شدن دانه ارقام گندم

های زراعی ایران (۸۱ رقم) در شرایط با کشت دیرهنگام در منطقه مغان

Table 2- Number of days with daily maximum air temperature exceeding 25 or 30 °C during grain filling of Iranian wheat cultivars grown in Moghan region under late sowing condition.

تعداد روز از زودترین گرده افشانی تا دیرترین رسیدگی فیزیولوژیک Days number from the earliest anthesis date to the latest maturity date	تعداد روز با حداکثر دمای روزانه Days with maximum air temperature	
	بالای ۲۵ درجه سانتیگراد > 25 °C (days)	بالای ۳۰ درجه سانتیگراد >30 °C (days)
45	43	27

مقدار کارایی استفاده از نور خورشید به معنای بالا بودن مقدار فتوسنتز و در نتیجه بالا بودن مقدار تولید ماده خشک یا عملکرد بیولوژیکی می باشد. لذا افزایش تقاضا برای مواد پرورده به دلیل افزایش قدرت مخزن توسط افزایش عملکرد بیولوژیکی در بعد از گرده افشانی جبران می شود بدون اینکه مقدار عملکرد بیولوژیکی در کل دوره رشد گیاه دچار تغییر معنی دار گردد (Joudi *et al.*, 2014).

وزن دانه خوشه اصلی

تفاوت بسیار زیادی از نظر وزن دانه خوشه اصلی در بین ارقام گندم مورد استفاده دیده شد (جدول ۱). اختلاف بین بیشترین و کمترین مقدار وزن دانه ۱/۴۹ گرم بود. در این شرایط میانگین عملکرد ۱۰ رقم برتر گندم ۲/۲ گرم و میانگین عملکرد ۱۰ رقم پایین ۱/۲ گرم بود. این نتایج بیانگر پتانسیل‌های متفاوت ارقام گندم ایران از نظر وزن دانه بوده و نشان می دهد که امکان انتخاب ارقام با عملکرد بالا در شرایط تنش گرمایی و استفاده از آنها در برنامه های اصلاحی گندم وجود دارد. نتایج مشابه توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Modarresi *et al.*, 2010; Tewolde *et al.*, 2006).

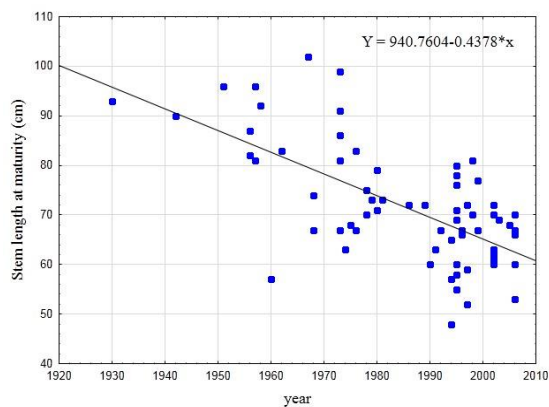
ارقام فونگ، دوروم استارک، دوروم یاواروس، خزر ۱ و مغان ۳ به ترتیب با ۲/۵۱، ۲/۴۶، ۲/۴۱، ۲/۲۹ و ۲/۲۴ گرم بیشترین و ارقام سومای ۳، شاهپسند، امید، سائسون و عدل به ترتیب با ۱/۰۲، ۱/۰۶، ۱/۱۸، ۱/۲۰ و ۱/۲۰ گرم در خوشه اصلی کمترین مقدار وزن دانه را داشتند. عوامل مختلفی باعث تفاوت در وزن دانه در سنبله ارقام گندم در شرایط تنش گرمایی می شود. تعدادی از محققان بر این باورند که طولانی بودن طول پر شدن دانه در شرایط تنش گرمایی منجر به عملکردهای بالا در گندم می شود (Tewolde *et al.*, 2006).

تفاوت محسوسی بین ارقام گندم در خصوص تعداد دانه در سنبله وجود داشت. ارقام آزادی، زرین و دورم یاواروس به ترتیب با ۶۰، ۵۷ و ۵۷ دانه در سنبله و ارقام سرداری، سومای ۳ و سائسون به ترتیب با ۲۶، ۲۷ و ۳۱ کمترین تعداد دانه در سنبله را داشتند (جدول ۱).

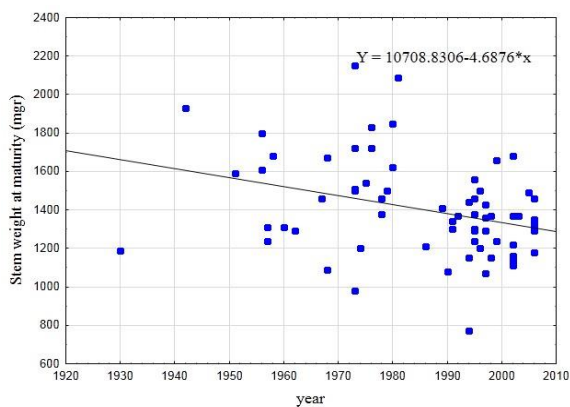
تنوع در تعداد دانه در ارقام گندم های ایران نشان می دهد که این صفت در برنامه های اصلاحی گندم قابل تغییر می باشد. همانطوریکه انتظار می رفت در شرایط آزمایشی حاضر یک ارتباط منفی و معنی داری بین وزن تک دانه و تعداد دانه در سنبله دیده شد که نشان دهنده ناکافی بودن عرضه مواد فتوسنتزی به طرف دانه ها می باشد (جدول ۳).

عملکرد بیولوژیکی ساقه اصلی

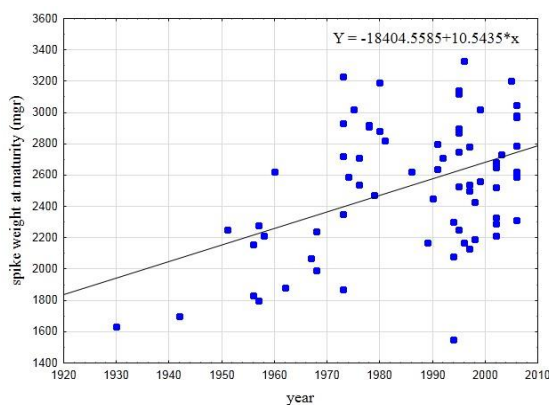
تولید ماده خشک در گیاهان یکی از مهمترین فاکتورهای تاثیر گذار بر روی عملکرد می باشد. این صفت نشان دهنده پتانسیل گیاه در جذب نور و تبدیل انرژی نورانی به شیمیایی می باشد (Reynolds *et al.*, 2009). در این تحقیق تنوع بسیار زیادی برای عملکرد بیولوژیکی در بین ارقام رشد کرده در شرایط تنش گرمایی آخر فصل رشد دیده شد (جدول ۱). مقدار عملکرد بیولوژیکی ساقه اصلی از ۲/۳۲ تا ۵/۰۸ گرم متغیر بود. منحنی رگرسیون که تغییرات عملکرد بیولوژیکی ساقه را در طی سال های آزادسازی ارقام گندم نشان می دهد، بیانگر عدم تغییر معنی دار این صفت در طی روند اصلاحی گندم در ایران می باشد (شکل ۱- ز). عدم تغییر عملکرد بیولوژیکی در طی سال های اصلاح گندم به معنی بی تاثیر بودن عملکرد بیولوژیکی بر روی وزن دانه در سنبله نیست. گزارش شده است که در گندم های جدید به علت بالا بودن قدرت مخزن مقدار کارایی استفاده از نور خورشید در بعد از گرده افشانی بیشتر می باشد (Araus *et al.* 2008). افزایش در



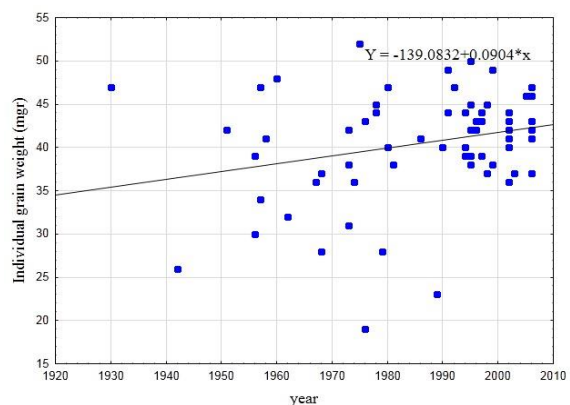
الف)



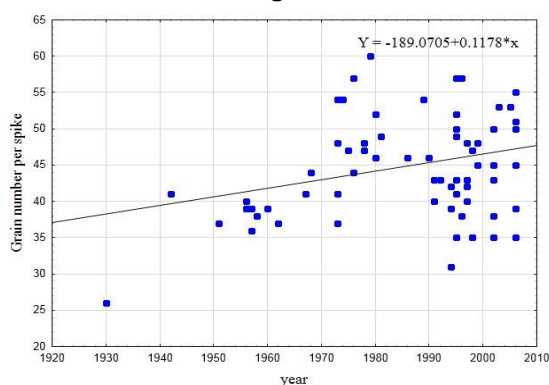
ب)



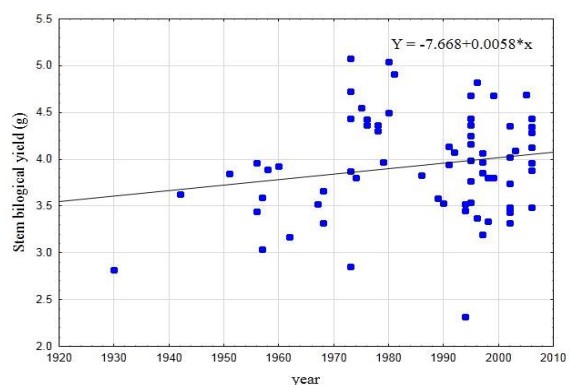
ج)



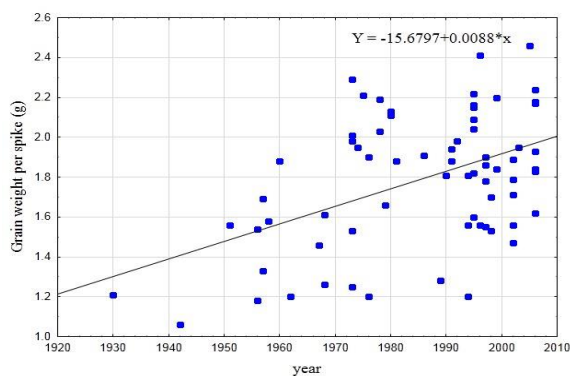
د)



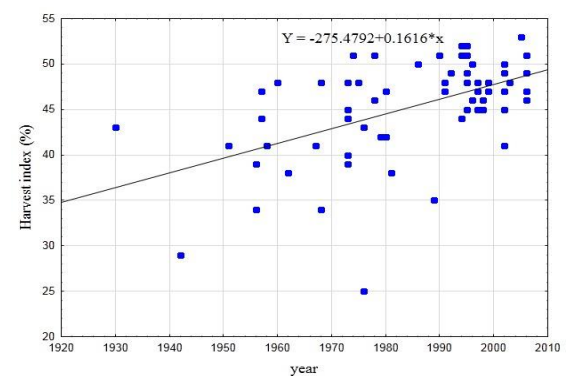
ر)



ز)



س)



ش)

شکل ۱- رابطه بین سال معرفی رقم و صفات مختلف در ارقام مختلف گندم های ایرانی با تاریخ کشت دیر هنگام در منطقه مغان. ارقامی که سال معرفی آنها مشخص نبود وارد منحنی رگرسیونی نشد. خط برازش تنها برای رگرسیون های معنی دار رسم شده است.

Fig 1- Relationships between year of release and measured traits in Iranian wheat cultivars grown in Moghan region under late sowing conditions. Only significant linear regressions were plotted.

جدول ۳- همبستگی فنوتیپی بین صفات اندازه گیری شده در ارقام گندم های ایران با کشت دیر هنگام در منطقه مغان

Table 3. Phenotypic correlation between measured traits in Iranian wheat cultivars grown in Moghan region under late sowing condition.

	وزن ساقه در رسیدگی	وزن ساقه در رسیدگی	وزن سنبله در رسیدگی	وزن تک دانه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	عملکرد بیولوژیکی ساقه	وزن دانه ساقه
	Stem length at maturity	Stem weight at maturity	Spike weight at maturity	Individual grain weight	Grain number per spike	Stem biological yield	Stem grain yield
وزن ساقه در رسیدگی	0.43**						
وزن سنبله در رسیدگی	-0.26*	0.36**					
وزن تک دانه در سنبله	-0.07 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	0.41**				
تعداد دانه در سنبله	-0.26*	0.33**	0.73**	-0.27*			
عملکرد بیولوژیکی ساقه	0.01 ^{ns}	0.72**	0.90**	0.26*	0.69**		
وزن دانه ساقه	-0.27*	0.21*	0.95**	0.57**	0.62**	0.80**	
شاخص برداشت ساقه	-0.47**	-0.55**	0.42**	0.62**	0.14 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.64**

^{ns}: not significant difference; **, * Significance at 0.01 and 0.05 of probability of level respectively.

در تحقیق حاضر وزن دانه خوشه اصلی همبستگی بالایی با تعداد دانه و نیز وزن تک دانه در سنبله داشت (جدول ۳). بیشتر محققان اعتقاد دارند که افزایش عملکرد گندم بیشتر از طریق افزایش تعداد دانه در واحد سطح امکان پذیر است و بنابراین تاثیر تعداد دانه در بهبود عملکرد بیشتر از تاثیر وزن دانه می باشد (Sadras, 2007 & references therein). همچنین ارتباط بسیار نزدیکی بین وزن دانه خوشه اصلی با عملکرد بیولوژیکی ساقه اصلی مشاهده شد (جدول ۳) که مطابق با گزارش سایر محققان می باشد (Joudi *et al.*, 2014).

شاخص برداشت

تنوع بسیار وسیعی برای شاخص برداشت در بین ارقام گندم دیده شد. مقدار این صفت از ۲۵ تا ۵۴ درصد متغیر بود (جدول ۱). عواملی که باعث تنوع در شاخص برداشت می شوند متفاوت می باشند. به عنوان مثال تفاوت در ارتفاع گیاهان (Hay, 1995)، تنوع در توان سنبله برای جذب مواد فتوسنتزی در مقایسه با ساقه (Reynolds *et al.*, 2009)، تفاوت در دوام سبز برگها و سایر اندامهای فتوسنتزی (Hay, 1995) از عواملی هستند که باعث تغییرات در شاخص برداشت می شود. این عوامل از طریق تاثیر بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و یا هر دوی آنها باعث افزایش یا کاهش شاخص برداشت می شوند. ارقام فونگ، استارک و کاسکوژن به ترتیب با ۵۴، ۵۳ و ۵۲

تعدادی دیگر تاثیر بالا بودن سرعت پر شدن دانه بر وزن دانه در شرایط تنش گرمایی را بیشتر از تاثیر طول دوره پر کردن دانه عنوان کرده اند (Dias & Lindon, 2009). در یک مطالعه مروری کوسانی و رینولد (Cossani & Reynolds, 2012) بیان کردند که در گیاه گندم بالا بودن راندمان استفاده از نور خورشید، توانایی و کارایی بالای فتوسنتزی، پایین بودن تنفس نگهداری، تولید زیاد متابولیت های حمایت کننده گیاه از نور زیاد مانند کارتنوئیدها، فلاونوئیدها، گلوکاتینون، آسکوربات و توکوفرول، تولید مواد واکسی زیاد در سطح اندام های سبز، تولید بالای کربوهیدرات های ذخیره ای و انتقال مجدد آنها و نیز تسهیم بهتر مواد فتوسنتزی بین اندام های اقتصادی و غیر اقتصادی گیاه منجر به مقاومت به تنش گرمایی و در نتیجه تولید عملکرد بالا خواهد شد. در شرایط مورد آزمایش به طور عمومی ارقام جدید و نسبتاً جدید دارای وزن دانه در خوشه بالا ولی ارقام قدیمی دارای وزن دانه در خوشه پایین بودند (شکل ۱- س). بررسی رابطه رگرسیونی عملکرد و سال معرفی ارقام نشان داد که از سال ۱۳۰۹ که رقم سرداری معرفی شد تا سال ۱۳۸۵ که ارقامی مانند آرتا، بم و غیره آزاد شده اند وزن دانه ساقه اصلی به صورت خطی ($p < 0.01$ و $r = 0.21$) افزایش یافته است (شکل ۱- س). بر اساس رابطه رگرسیونی وزن دانه ساقه اصلی به میزان ۸ میلی گرم در ساقه اصلی در سال افزایش یافته است.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط کاشت دیرهنگام و وجود تنش گرمایی آخر فصل رشد تنوع زیادی برای وزن دانه خوشه اصلی و صفات مرتبط با آن وجود دارد. ارقام فونگ، دوروم استارک، دوروم یاواروس، خزر ۱ و مغان ۳ جزء ارقامی بودند که در شرایط تنش گرمایی توانستند وزن دانه در ساقه بالایی را تولید کنند. در صورتیکه در آزمایشات دیگر باز توان تولید آنها در شرایط تنش گرمایی آخر فصل رشد مورد تایید محققان قرار گیرد آنگاه این ارقام می توانند در برنامه های اصلاحی گندم مورد توجه قرار بگیرند. در بین صفات ارزیابی شده تاثیر وزن سنبله، عملکرد بیولوژیکی ساقه و تعداد در سنبله بر روی وزن دانه خوشه اصلی بیشتر از سایر صفات بود

درصد بیشترین و ارقام کرج ۳، شاهپسند و امید به ترتیب با ۲۵، ۲۹ و ۳۴ درصد کمترین شاخص برداشت را در بین ارقام داشتند. منحنی رگرسیونی نشان داد که در طی سال های گذشته شاخص برداشت به صورت خطی ($p < 0.01$) و $r = 0.29$ افزایش یافته است (شکل ۱-ش). آستین و همکاران (Austin *et al.*, 1980) در سال ۱۹۸۰ پیشنهاد کردند که بیشترین مقدار تئوریک برای شاخص برداشت دانه در گندم ۶۲ درصد می تواند باشد. پری و آنتونو (Perry & Antuno, 1989) بیان کردند که در صورتیکه وزن دانه در گندم های جدید استرالیا به ۴۵ میلی گرم برسد و تغییری در بیوماس گیاه ایجاد نشود شاخص برداشت تا ۶۴ درصد نیز خواهد رسید. این نتایج نشان می دهد که در گندم های ایرانی مقدار شاخص برداشت هنوز به سقف نهایی خود نرسیده و امکان افزایش این صفت در برنامه های اصلاحی گندم همچنان وجود دارد.

References

- Anjum, F., Wahid, A., Javed, F. and Arshad, M. 2008. Influence of foliar applied thiourea on flag leaf gas exchange and yield parameters of bread wheat (*Triticum aestivum*. L) cultivars under salinity and heat stresses. **Int. J. Agric. Biol.** 10: 619-626.
- Araus, J.L., Slafer, G.A., Royo, C. and Serreat, M.D. 2008. Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. **Crit. Rev. Plant Sci.** 23: 377-412
- Austin, R.B., Bingham, J., Blackwell, R.D., Evans, L.T., Ford, M.A., Morgan, C.L. and Taylor, M. 1980. Genetic improvement in winter wheat yield since 1900 and associated physiological changes. **J. Agric. Sci.** 94:675-689.
- Cossani, C.M. and Reynolds, M.P. 2012. Physiological traits for improving heat tolerance in Wheat. **Plant Physiol.** 160: 1710-1718.
- Dias, A.S. and Lidon, F.C. 2009. Evaluation of grain filling rate and duration in bread and durum wheat, under heat stress after anthesis. **J. Agron. Crop Sci.** 195: 137-147.
- Farroq, M., Bramley, H., Palta, J.A. and Siddique, K.H.M. 2011. Heat stress in wheat during reproductive and grain filling phases. **Crit. Rev Plant Sci.** 30: 1-17.
- Ferris, R., Ellis, R.H., Wheeler, T.R. and Hadley, P. 1998. Effect of high temperature stress at anthesis on grain yield and biomass of field-grown crops of wheat. **Ann. Bot.** 82: 631-639.
- Fischer, R.A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. **J. Agric. Sci.** 105: 447-461.
- Fischer, R.A. 2011. Wheat physiology: a review of recent developments. **Crop Past. Sci.** 62: 95-114.
- Hay, R.K. 1995. Harvest index: a review of it use in plant breeding and crop physiology. **Ann. App. Biol.** 126: 197-216
- Joudi, M., Ahmadi, A., Mohammadi, V., Abbasi, A. and Mohammadi, H. 2014. Genetic changes in agronomic and phenologic traits of Iranian wheat cultivars grown in different environmental conditions. **Euphytica** 196: 237-249.
- Mascarenhas, J.P. and Crone, D.E. 1996. Pollen and the heat shock response. **Sex. Plant Rep.** 9: 370-374.
- Modarresi, M., Mohammadi, V., Zali, A. and Mardi, M. 2010. Response of wheat yield and yield related traits to high temperature. **Cereal Res. Commun.** 38(1):23-31.
- Moshattati, A., Alami-Saied, Kh., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A.M. and Jalal-Kamali, M.R. 2010. Evaluation of terminal heat stress tolerance in spring bread wheat cultivars in Ahwaz conditions.

- Iran. J. Crop Sci.** 12(2): 85-99 (In Farsi with English Summary).
- Omidi, M., Siahpoosh, M.R., Mamghani, R. and Modarresi, M. 2013. The effects of terminal heat stress on yield, yield components and some morpho-phenological traits of wheat genotypes in Ahwaz weather conditions. **Elect. J. Plant. Product.** 6(4): 33-53 (In Farsi with English Summary).
- Perry, M.W. and Antuno, M.F.D. 1989. Yield improvement and associated characteristics of some Australian spring wheat cultivars introduced between 1860-1982. **Aust. J. Agric. Sci.** 40: 457-472.
- Porter, J.R. and Gawith, M. 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. **Eur. J. Agron.** 10: 23-36.
- Reynolds, M., Foulkes, M.J., Slafer, G.A., Berry, P., Parry, M.A.J., Snape, J.W. and Angus, W.J. 2009. Raising yield potential in wheat. **J. Exp. Bot.** 60: 1899-1918.
- Royo, C., Alvaro, F., Martos, V., Ramdani, A., Isidro, J., Villegas, D. and 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.
- Sadras, V.O. 2007. Evolutionary aspects of the trade-off between seed size and number in crops. **Field Crops Res.** 100: 125-138.
- Saini, H.S. and Aspinall, D. 1982. Abnormal sporogenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.) induced by short periods of high temperature. **Ann. Bot.** 49: 835-846.
- Sener, O., Arslan, M., Soysal, Y. and Eryman, M. 2009. Estimates of relative yield potential and genetic improvement of wheat cultivars in the Mediterranean region. **J. Agric. Sci.** 147: 323-332.
- Streck, N.A. 2005. Climate change and agroecosystems: the effect of elevated atmospheric CO₂ and temperature on crop growth, development and yield. **Cien. Rural.** 35: 730-740.
- Tahir, I.S.A. And Nakata, N. 2005. Remobilization of nitrogen and carbohydrate from stems of bread wheat in response to heat stress during grain filling. **J. Agron. Crop Sci.** 191: 106-115.
- Tewelde, H., Fernandez, C.J. and Erickson, C.A. 2006. Wheat cultivars adapted to post-heading high temperature stress. **J. Agron. Crop Sci.** 192: 111-120.

Evaluation of agronomic traits of Iranian wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars and their associations under terminal heat stress

Mehdi Joudi*, Asghar Ebadi

1- Assistant professor, Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Iran.

*Corresponding author: joudi@uma.ac.ir

Received: 2015.04.21

Accepted: 2015.07.23

Abstract

In order to study of agronomic characters of Iranian wheat cultivars and their associations under terminal heat stress, an experiment was performed at Moghan College of Agriculture and Natural Resources research farm during 2013-2014. The plant materials (81 wheat cultivars) were evaluated using a simple lattice design with two replications under late sowing condition. Large variations were found for measured traits among Iranian wheat cultivars under examined condition. Old cultivars showed higher values of stem length and stem weight measured at maturity. The reverse trends were observed in the cases of spike weight and grain number per spike. Under terminal heat stress, the highest and the lowest values of main stem biological yield were 5.08 and 2.32 g, respectively. Main stem grain yield ranged from 1.02 to 2.51 g. This trait was generally higher in modern than old cultivars. Main stem grain yield correlated positively with main stem biological yield. The results of current study showed that under late sowing conditions and therefore terminal heat stress, large variations exist for grain yield and its related traits among Iranian wheat cultivars, suggesting that these traits could be manipulated for breeding programs. Fongh, Stark, and Yavarus were the cultivars that showed the highest amount of grain weight per spike.

Key word: Heat stress, Modern and old wheat cultivars, Spike grain weight.