نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد ششم، شماره چهارم، زمستان ۹۲
۳۳-۵۳
http://ejcp.gau.ac.ir

اثر تنش گرمای انتهای فصل بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات مورفو–فنولوژیک ژنوتیپ‌های گندم در شرایط آب و هوایی اهواز

مهیار امیدی[۱]، *محمدرضا سیاهپوش[۲]، رضا مامقانی[۳] و محمد مدرسی[۴]

[۱و۲و۳] به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد، استادیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید چمران اهواز،
[۴] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید چمران، خلیج فارس، بوشهر

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/٤/۱۱

چکیده

دمای بالا در مرحله گلدهی و پر شدن دانه یکی از عوامل مهم کاهنده عملکرد در بسیاری از مناطق دنیا، به‌خصوص مناطق جنوبی ایران می‌باشد. لذا به‌منظور بررسی اثر گرما بر عملکرد، اجزای عملکرد و هم‌چنین برخی خصوصیات مورفو–فنولوژیک گندم، آزمایشی در سال زراعی ۹۰–۱۳۸۹ در دو شرایط نرمال و تنش گرما بر روی ۱۱ ژنوتیپ گندم شامل یاواروس، زاگرس، چمران، نیک‌نژاد، کوهدشت، الوند، مانتنا (رقم حساس)، M6، کاز (رقم متحمل)، گهر و Durum-ch-89 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه آزمایشی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تنش گرما باعث کاهش معنی‌دار صفات فنولوژیک شامل تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی (۲۹ درصد) و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی (۳۵ درصد)، صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته (۳۱ درصد)، طول پدانکل (۲۷ درصد) و عملکرد بیولوژیک (۳۷ درصد) و صفات مرتبط با عملکرد دانه شامل طول سنبله با ریشک (۱۲ درصد)، طول سنبله بدون ریشک (۱۵درصد)، تعداد سنبلچه در سنبله (۱۵ درصد)، تعداد دانه در سنبله (۱۹درصد)، وزن هزار دانه (۱٤درصد)، شاخص برداشت (۵درصد)، تعداد سنبله در متر مربع (۹ درصد) و عملکرد دانه (٤۱ درصد) گردید. نتایج این تحقیق ضمن تأکید بر اهمیت صفات فنولوژیک نشان داد که تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت صفات مناسبی جهت غربالگری ارقام و لاین‌های گندم از نظر تحمل به گرمای انتهای فصل می‌باشند. ارقام کاز، چمران و الوند عملکرد خود را در مواجه با تنش گرما در حد مطلوبی حفظ نمودند. این ارقام جهت کشت مستقیم در مناطق گرم و یا بکارگیری در برنامه‌های اصلاحی افزایش تحمل به گرما توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تنش گرما، خصوصیات مورفو–فنولوژیک، گندم.

*مسئول مکاتبه: siahpoosh@scu.ac.ir

مقدمه

در حال حاضر گندم با تولید سالانه بیش از ٦٠٠ میلیون تن به‌عنوان یک منبع ارزشمند کربوهیدرات برای میلیون‌ها انسان، بعد از ذرت و برنج، بیشترین تولید در دنیا را به‌خود اختصاص داده است (آسنگ و همکاران، ٢٠١١). تنش‌های غیرزنده از جمله دمای بالا، رشد و نمو گیاهان زراعی از جمله غلات را به‌شدت محدود نموده و باعث کاهش عملکرد آنان می‌گردد (بارناباس و همکاران، ٢٠٠٨). از مجموع تنش‌های غیرزنده کاهنده عملکرد، مقدار ٤٠ درصد مربوط به تأثیر دمای بالا، ٢٠ درصد شوری، ١٧ درصد خشکی، ١٥ درصد دمای پایین و ٨ درصد عوامل دیگر می‌باشد (اشرف و هریس، ٢٠٠٥). از این‌رو بر اساس رایزنی و هم‌فکری انجام شده توسط سازمان تحقیقات کشاورزی جهانی (NARS)[1] در نواحی گندم خیز جهان، تنش گرما به عنوان اولویت برتر تحقیقاتی تعیین شده است (رینولدز و همکاران، ٢٠٠١). تنش گرما اغلب به‌عنوان افزایش دما به بالاتر از یک حد آستانه و برای یک دوره زمانی مشخص که خسارت غیرقابل برگشت به رشد و نمو گیاه وارد کند تعریف می‌گردد (وحید و همکاران، ٢٠٠٧). در سطح دنیا، گندم در محدوده وسیعی از محیط‌ها کشت و کار می‌شود که حدود ٧ میلیون هکتار از این اراضی در نواحی نیمه‌حاره با تنش گرمایی مواجه می‌باشند (رینولدز و همکاران، ٢٠٠١). در ایران سالانه حدود ٦/٥ میلیون هکتار گندم کشت می‌گردد که حدود ١٠ درصد از این اراضی واقع در مناطق جنوبی با تنش گرمای انتهای فصل، خصوصاً در مرحله گلدهی و دوره پر شدن دانه مواجه می‌باشند، که باعث کاهش ٥ تا ٤٠ درصدی عملکرد در این مناطق می‌گردد (جلال کمالی و دوویلر، ٢٠٠٨). برای مقابله با این مشکل، انتخاب رقم مناسب و تطبیق فنولوژی آن با تاریخ کاشت مطلوب به‌عنوان یکی از راهکارهای اصلی پیشنهاد می‌شود (میان و همکاران، ٢٠٠٧؛ انجوم و همکاران، ٢٠١٠).

بیشترین آسیب وارده ناشی از تنش گرما در مرحله زایشی به‌صورت کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌باشد (رحمان و همکاران، ٢٠٠٩). دمای بالا تمامی مراحل رشدی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، گل‌دهی را تسریع نموده، دوره نمو سنبله، تعداد سنبلچه و طول سنبله را کاهش داده و به نحو نامطلوبی نمو دانه گرده را تحت تأثیر قرار می‌دهد (آینه و همکاران، ٢٠٠٢؛ استون، ٢٠٠١؛ وحید و همکاران، ٢٠٠٧). هم‌چنین، دمای بالا با تسریع فرآیند پیری برگ باعث کاهش سطح سبز برگ در مراحل زایشی شده و در نهایت با کاهش پنجه‌های بارور در بوته منجر به کاهش عملکرد گندم می‌گردد. پاسخ

1-National Agricultural Research Systems

اجزای عملکرد به دمای بالا با توجه به زمان وقوع و مدت زمان قرار گرفتن در معرض دمای بالا و هم‌چنین نوع رقم متفاوت می‌باشد (رحمان و همکاران، ۲۰۰۹: گیبسون و پالسن، ۱۹۹۹). طول دوره پر شدن دانه به‌وسیله دما تعیین می‌شود به‌طوری‌که وقوع دمای بالاتر از ۳۱ درجه سانتی‌گراد در مرحله بعد از گل‌دهی می‌تواند باعث کاهش معنی‌دار این دوره و در نهایت میزان پر شدن دانه شود. وقوع دمای بالا در مرحله گل‌دهی با کاهش تعداد دانه در سنبله و در نهایت کاهش شاخص برداشت منجر به افت عملکرد می‌شود (فریس و همکاران، ۱۹۹۸). مدرسی و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی ۱٤٤ لاین اینبرد حاصل از تلاقی رقم کاز[1] (متحمل به گرما) و رقم مانتنا[2] (حساس به گرما) و تعدادی از ارقام تجاری تحت شرایط نرمال و تنش گرمایی گزارش کردند که عملکرد دانه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، ارتفاع بوته، طول پدانکل و وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری در اثر گرما کاهش می‌یابد. سیال و همکاران (۲۰۰۵) بیان داشتند که تنش گرمایی انتهای فصل باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی، تعداد میانگره، دوره پر شدن دانه و در نهایت کاهش عملکرد و اجزای عملکرد می‌گردد. الئوتیک (۲۰۱۰) با اعمال تیمار گرمای طبیعی با استفاده از تغییر تاریخ کاشت روی ۱۲ رقم گندم گزارش کرد که عملکرد دانه به‌علت اثر دمای بالا بر روی فرآیند پر شدن دانه و رسیدگی آن قبل از پر شدن کامل، به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. هم‌چنین آنان ابراز داشتند که ارتفاع بوته و شاخص برداشت به علت مواجه شدن با گرمای انتهای فصل تحت تاثیر قرار می‌گیرد. آینه و همکاران (۲۰۰۲) بیان داشتند که مواجه شدن دوره زایشی و مرحله پر شدن دانه با تنش گرمای انتهای فصل باعث تسریع نمو و کاهش اندازه گیاه می‌شود. هم‌چنین گرمای بالاتر از حد آستانه تحمل گیاه موجب کاهش فتوسنتز، افزایش تنفس، تسریع پیری، کاهش تعداد سنبله در گیاه، کاهش تعداد دانه در سنبله، بازداری سنتز نشاسته در دانه‌های در حال رشد.

یکی از راه‌های ارزیابی و هم‌چنین غربال ژنوتیپ‌ها برای تحمل به تنش گرمای آخر فصل در شرایط مزرعه، کاشت ژنوتیپ‌ها در تاریخ کشت تأخیری می‌باشد (رین و ناگاراجان، ۲۰۰٤). با توجه به محدود بودن تحقیقات انجام شده در این زمینه، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر تنش گرمای طبیعی بر عملکرد، اجزای عملکرد و هم‌چنین برخی خصوصیات مورفو–فنولوژیک ارقام گندم انجام شد.

1- Kauz
2- Montena

مواد و روش‌ها

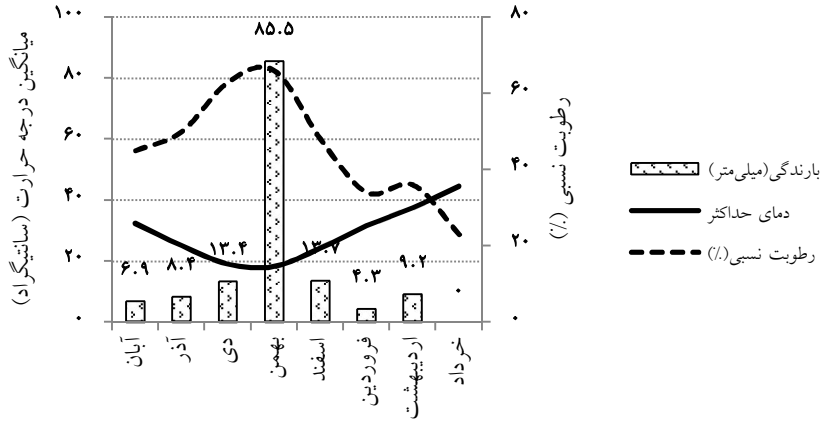
این آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در جنوب‌غربی شهرستان اهواز، با موقعیت جغرافیایی طول ٤٨ درجه و ٤١ دقیقه شرقی و عرض ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی با ۲۰ متر ارتفاع از سطح دریا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو شرایط نرمال (تاریخ کاشت طبیعی منطقه) و تنش (تاریخ کاشت تأخیری) به صورت جداگانه اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱۱ رقم گندم، متشکل از سه رقم خارجی به نام‌های کاز (رقم استاندارد متحمل به گرما)، مانتنا (رقم استاندارد حساس به گرما) و M6 (رقم بین‌المللی در مطالعات تنش گرما) و هشت رقم داخلی به اسامی چمران، زاگرس، گهر، نیک‌نژاد، یاواروس، کوهدشت، الوند و Durum-ch-89 بود. بعضی از خصوصیات این ارقام در جدول (۱) آورده شده است. کاشت ژنوتیپ‌ها در ۱۵ آبان (تاریخ کاشت نرمال) و ۳۰ دی (تاریخ کاشت تأخیری) انجام شد. مزرعه پژوهشی دارای بافت خاک شنی لوم، با قلیایت (pH=۷/۷۲) و هدایت‌الکتریکی ۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر بود. اطلاعات مربوط به دما، میزان بارندگی و رطوبت‌نسبی منطقه در طول فصل زراعی در شکل (۱) ارائه شده است. به‌جز اعمال تنش طبیعی گرما به‌واسطه تأخیر در تاریخ کاشت، کلیه عملیات کاشت، داشت و برداشت در هر دو شرایط نرمال و تنش، به‌صورت یکسان انجام شد. بذور هر رقم روی سه پشته ۲ متری با در نظر گرفتن سه خط کشت روی هر پشته با تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع کشت شدند. کوددهی بر اساس فرمول کودی N-P-K به‌ترتیب معادل ۵۰-۱۰۰-۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس نتایج آزمایشات خاک به‌صورت پایه و سرک به خاک داده شد. مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره رشد گیاه با وجین دستی صورت گرفت. در این مطالعه صفات تعداد روز از کاشت تا سنبله‌دهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، ارتفاع بوته، طول پدانکل ساقه اصلی، طول سنبله ساقه اصلی (با ریشک و بدون ریشک)، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفتند. عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در متر مربع بر مبنای سطح برداشتی و اجزای عملکرد، شاخص برداشت و خصوصیات مورفولوژیک بر مبنای ۱۰ بوته در هر کرت آزمایشی مورد محاسبه قرار گرفتند. برداشت نهایی برای عملکرد دانه از پشته وسط با حذف ۱۰ سانتی‌متر از بالا و پایین آن در مرحله رسیدگی کامل انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس تجزیه مرکب داده‌ها در دو شرایط نرمال و تنش گرما با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. قبل از انجام آنالیز واریانس دو فرض اصلی تجزیه واریانس شامل نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون‌های شاپیر–ویلک[1] و کلموگروف–سمیرنوف[2] و یکنواخت بودن واریانس خطاهای آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت[3] مورد بررسی قرار گرفت و در صورت نیاز، تبدیل داده به روش جذری جهت برقرار شدن این مفروضات صورت گرفت. برای انجام مقایسات میانگین از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

جدول ۱- خصوصیات ارقام گندم مورد مطالعه

شماره	رقم	گونه (ژنوم)	منشاء	تیپ رشدی	زمان‌رسیدن
۱	یاواروس	تتراپلوئید (دوروم)	مکزیک- مرکز بین‌المللی سیمیت	زمستانه–بهاره	زودرس
۲	Durum-ch-89	تتراپلوئید (دوروم)	ایران- مرکز تحقیقات کشاورزی‌زرقان	زمستانه–بهاره	زودرس
۳	زاگرس	هگزاپلوئید	سوریه- ایکاردا	زمستانه–بهاره	متوسط‌رس
٤	چمران(Attila)	هگزاپلوئید	مکزیک - مرکز بین‌المللی‌سیمیت	زمستانه–بهاره	متوسط‌رس
٥	نیک‌نژاد	هگزاپلوئید	سوریه- ایکاردا	زمستانه–بهاره	متوسط‌رس
٦	کوهدشت	هگزاپلوئید	سوریه - ایکاردا	زمستانه–بهاره	متوسط‌رس
۷	الوند	هگزاپلوئید	ایران-مرکز تحقیقات کشاورزی‌کرج	زمستانه–بهاره	متوسط‌رس
۸	مانتنا	هگزاپلوئید	آمریکا - دانشگاه ایالت مانتنا	زمستانه–بهاره	دیررس
۹	M6	هگزاپلوئید	مکزیک - مرکز بین‌المللی‌سیمیت	زمستانه–بهاره	متوسط‌رس
۱۰	کاز	هگزاپلوئید	مکزیک - مرکز بین‌المللی‌سیمیت	زمستانه–بهاره	متوسط‌رس
۱۱	گهر	هگزاپلوئید	سوریه–ایکاردا	زمستانه–بهاره	متوسط‌رس

1- Shapiro-Wilk
2- Kolmogorov-Smirnow
3- Bartlett's test



شکل ۱- میانگین درجه حرارت حداکثر ماهیانه، رطوبت نسبی و مجموع بارندگی در طول دوره رشد در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب و مقایسات میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات مورد اندازه‌گیری در جداول (۲، ۳ و ٤) ارائه شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن تفاوت بین ارقام و محیط‌ها برای کلیه صفات بود. هم‌چنین اثرات متقابل محیط و رقم برای صفات تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله بدون ریشک، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲).

تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی: شرایط تنش باعث کاهش معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی گردید. هم‌چنین تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) در بین ارقام در ارتباط با این صفت مشاهده گردید. رقم مانتنا با ۱۱۵/۸۳ روز و رقم کوهدشت با ۸۳/۸۸ روز، به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد روز را از کاشت تا خوشه‌دهی نسبت به بقیه ارقام داشتند (جدول ۳). اثر متقابل رقم و محیط برای این صفت معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) گردید. رقم مانتنا با ۱٤۰ روز در شرایط نرمال و رقم زاگرس با ۷۱/۵ روز در شرایط تنش به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر تعداد روز تا خوشه‌دهی را داشتند. نکته مهم در ارزیابی این صفت در بین ارقام مختلف تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی بیشتر در رقم حساس مانتنا می‌باشد به‌طوری‌که این رقم چه در شرایط نرمال و چه در شرایط تنش، بالاترین تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی را نشان داد. تعداد روز بیشتر از کاشت تا خوشه‌دهی به مفهوم برخورد مرحله گلدهی در

این رقم با دمای بالاتر محیطی است، لذا به‌نظر می‌رسد که دیررسی بیشتر، یکی از عوامل مهم در حساسیت بیشتر رقم مانتنا به گرما باشد (جدول ٤).

تعداد روز از کاشت تا رسیدگی: تعداد روز از کاشت تا رسیدگی در شرایط تنش گرمایی انتهای فصل به‌طور معنی‌داری (P≤۰/۰۱) با شرایط نرمال اختلاف داشت. ارقام مختلف هم تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۱) در ارتباط با این صفت از خود نشان دادند که در این بین ارقام مانتنا (١٥٤ روز) و کوهدشت (۱۳۱/۵ روز) بیشترین و کمترین مقادیر را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۳). اثر متقابل رقم و محیط برای صفت تعداد روز از کاشت تا رسیدگی معنی‌دار گردید. رقم مانتنا در شرایط نرمال با ۱۸۱/۷۵ و رقم کوهدشت با ۱۰۲ روز در شرایط تنش به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر را نشان دادند (جدول ٤). سینگ و همکاران (۲۰۱۱)، ارفاق و همکاران (۲۰۰۷) و اشپیلر و بلوم (۱۹۹۱) کاهش تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی و هم‌چنین تعداد روز از کاشت تا رسیدگی را در کشت تأخیری به‌دلیل وقوع تنش گرمایی انتهای فصل و کاهش در دوره رشد و نمو گندم گزارش کرده‌اند. در مورد این صفت فنولوژیک نیز رقم مانتنا در هر دو شرایط نرمال و تنش بیشترین مقادیر را نشان داد. این موضوع تأییدی بر نظریه ارائه شده در قسمت قبل است که این رقم به دلیل مراحل فنولوژیک طولانی، با تنش گرمای بیشتر و دوره طولانی‌تر برخورد کرده است و افت عملکرد بیشتری داشته است.

ارتفاع بوته: تنش گرما باعث کاهش معنی‌دار ۳۱ درصدی ارتفاع بوته گردید. ارتفاع بوته در ارقام مختلف به‌طور معنی‌داری (P≤۰/۰۱) متفاوت بود. رقم الوند با میانگین ۸۷/٦٨ سانتی‌متر بیشترین و رقم کاز با میانگین ٦٢/١٨ سانتی‌متر، کمترین ارتفاع بوته را نشان دادند (جدول ۳). اثر متقابل محیط و رقم برای ارتفاع بوته معنی‌دار (P≤۰/۰۱) گردید که حاکی از اختلاف رشدی ارقام در محیط‌های مختلف نرمال و تنش می‌باشد. رقم الوند در تاریخ کشت اول با میانگین ٩٩/٤٦ سانتی‌متر، بیشترین و رقم متحمل کاز در شرایط تنش گرما با میانگین ٤٨/٣٥ سانتی‌متر، کمترین ارتفاع بوته را به‌خود اختصاص دادند (جدول ٤).

جدول ٢- نتایج تجزیه مرکب مربوط به صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و صفات مرتبط با عملکرد در دو تاریخ کشت مختلف.

منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی	تعداد روز از کاشت تا رسیدگی	ارتفاع بوته	طول پدانکل	طول سنبله باریشک	طول سنبله بدون ریشک	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	تعداد سنبله در واحد سطح	عملکرد دانه
محیط(تاریخ‌کشت)	١	٢٢٦٥٦/١٨**	٧٥٨٧٥/٦٤**	١٥٩٧٤/٦١**	٢٤٤٥/٤٩**	٩٣/٦٩**	٥١/٧٠**	١٤٧/٣٢**	١٨٦٦/٦٨**	٧٥٦/٤١**	٦٧٨٠٩٧٢٥٧/٢**	٠/٠١٠*	٤٩٩٩٤/٣٩*	١٥٠١٢٧٣١٣/٦**
بلوک (محیط)	٦	٢/٢١	١/٩٤	٧/١٧	٦/٢٢	١/٠٣	٠/٧٤	٣/٤٤	٢٣/٢٧	٥/٩٦	٦٤٢٩٥٨٤/٥	٠/٠٠١	٨٨٢١/٩٦	١٠٤٩٤٢٨/٨
رقم	١٠	٦٤٨/٦٣**	٢٩٠/٦٠**	٣٢١/٨٨**	٧٩/١٩**	٢١/٢٨**	٢٠/٢٢**	١٧/٢٦**	٤٣٢/٣٣**	٣١٧/٢٤**	١٢٩٩٣٣٨٠/١**	٠/٠٢٠**	٣٢٢٦٦/٠٩**	٣٤٤١٩٢٤/٥**
محیط × رقم	١٠	١٠٠/٩٦**	١٢/٢٤**	٨٧/٣٤**	٨/٢٧**	٠/٤٠ns	٠/٦٦*	٠/٨٨ns	٤٢/١٠**	١١/٥٩**	٤٥١٣٠٢١/٦ns	٠/٠٠٢*	٣٥٣٧/٧٥ns	٨٨٥٣٩٣/٦*
خطا	٦٠	٠/٩١	١/٧٣	٩/٧٦	٣/٤٢	٠/٦٩	٠/٣١	١/٢٥	١٦/١١	٤/٥١	٣٣٦٩٤٥٣/٠	٠/٠٠١	٤٩٨٢/٣٥	٤٣٥٠٥٥/٥

**و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد، ns: غیر معنی‌دار

در این رابطه مدرسی و همکاران (۲۰۱۰) نیز در آزمایشی مشاهده کردند که تحت شرایط تنش گرما ارقام متحمل، ارتفاع کمتری را از خود نشان می‌دهند. گندم با شروع تنش گرما، رشد رویشی خود را متوقف و فاز زایشی و تولید سنبله را شروع می‌نماید. به‌عبارتی با وجود تنش گرما، تبدیل اپکس[4] رویشی به زایشی تسریع می‌شود که این امر موجب کاهش ارتفاع گیاه در شرایط تنش گرما می‌گردد (ایناموالله و همکاران، ۲۰۰۷؛ الئوتیک، ۲۰۱۰، مدرسی و همکاران، ۲۰۱۰).

طول پدانکل: نتایج آزمایش حاکی از اختلاف معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) طول پدانکل در بین شرایط تنش گرما و نرمال بود (جدول ۲). بیشترین طول پدانکل مربوط به شرایط نرمال (۳۹/۱٤ سانتی‌متر) و کمترین آن (۲۸/٦ سانتی‌متر) مربوط به شرایط تنش گرما بود. ارقام مختلف مورد آزمایش نیز از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) داشتند. بیشترین طول پدانکل مربوط به رقم نیک‌نژاد (۳۸/۳٦ سانتی‌متر) و کمترین آن مربوط به رقم کاز (۲٦/۵۸ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). اثر متقابل رقم در محیط در مورد این صفت معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) گردید. رقم نیک‌نژاد در شرایط نرمال با میانگین ٤٤/۵۳ سانتی‌متر و رقم کاز در شرایط تنش با میانگین ۲۱/٦۳ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول پدانکل را به‌خود اختصاص دادند. در بین ارقام مورد بررسی رقم پایدار چمران و رقم متحمل کاز به ترتیب با ۸/۸۷ و ۹/۹۱ سانتی‌متر کمترین کاهش طول پدانکل را در تاریخ کشت تأخیری نشان دادند (جدول ٤). مدرسی و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند که طول پدانکل به تنش گرما حساسیت بالایی داشته و در همین راستا کاهش ۲۰/۲۳ درصدی طول پدانکل را با تأخیر در کاشت و تنش گرمایی انتهای فصل گزارش نمودند. هم‌چنین سینگ و همکاران (۲۰۱۱) کاهش شدید طول پدانکل را با تاخیر در کاشت و تنش گرمایی انتهای فصل گزارش کرده‌اند. این گزارشات با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد.

طول سنبله با ریشک: بیشترین مقدار طول سنبله (۱٦/۹۵ سانتی‌متر)، مربوط به شرایط نرمال و کمترین آن (۱٤/۸۹ سانتی‌متر) متعلق به شرایط تنش بود. ارقام یاواروس و کاز به‌ترتیب با طول سنبله باریشک ۱۹/۱۷ و ۱۳/۵۱ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول سنبله را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۳). اثر متقابل محیط و رقم برای صفت طول سنبله باریشک معنی‌دار نگردید (جدول ۲). ریشک نقش بسیار مهمی در مقابله با تنش گرما داشته و زمانی که تنش گرما انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی از برگ را به‌صورت منفی تحت تأثیر قرار می‌دهد، وجود ریشک نقش حمایتی خوبی خواهد داشت (رینولدز و

1- Apex

همکاران، ۲۰۰۱). از طرف دیگر محققان دریافته‌اند که وجود ریشک باعث کاهش دمای کانوپی در شرایط استرس گرما شده و به‌دلیل نمو دیرتر ریشک‌ها نسبت به برگ پرچم و ادامه آن تا زمان دوره پر شدن دانه، ارتباط زیادی بین عملکرد مطلوب و وجود ریشک در شرایط تنش گرما گزارش شده است (آینه و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که علیرغم اهمیت فیزیولوژیکی که برای ریشک در شرایط تنش گزارش شده است، کوتاهی و یا بلندی آن ارتباط چندانی با میزان تحمل به گرما ندارد و همانطوری که در جدول (٤) ملاحظه می‌شود رقم کاز از نظر این صفت، بعد از رقم M6 بیشترین (١٦ درصد) کاهش و رقم حساس مانتنا بعد از رقم گهر کمترین (١٠ درصد) کاهش در این صفت را در بین ارقام از خود نشان دادند.

طول سنبله بدون ریشک: میانگین طول سنبله از حداکثر (۹/۹۱ سانتی‌متر) در شرایط نرمال به حداقل مقدار خود (۸/۳۸ سانتی‌متر) در شرایط تنش گرما کاهش پیدا کرد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که از نظر این صفت، رقم مانتنا حائز بیشترین طول (١١/٤٨ سانتی‌متر) بوده و رقم Durum-ch-89 کمترین طول سنبله (٦/٤ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). اثر متقابل شرایط محیطی و رقم در مورد این صفت نیز معنی‌دار (P≤۰/۰۵) گردید. رقم مانتنا در شرایط نرمال و رقم Durum-ch-89 در شرایط تنش با میانگین‌های ١٢/٧٣ و ٦/٠٥ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول سنبله را دارا بودند. هم‌چنین رقم حساس مانتنا طول سنبله بیشتری را نسبت به رقم متحمل کاز در شرایط نرمال و تنش نشان داد (جدول ٤). باید توجه داشت که درصورتی سنبله بلندتر مطلوب است که تعداد سنبلچه بارور و تعداد دانه در سنبله نیز به همان نسبت افزایش یابد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، رقم متحمل کاز نسبت به مانتنا با وجود طول سنبله کمتر، کاهش کمتری در تعداد سنبلچه بارور و تعداد دانه در شرایط تنش گرما داشته است (جدول ٤). کاهش طول سنبله ناشی از تنش گرما به‌دلیل حساسیت زیاد گندم به دمای بالا می‌باشد. زمانی که دما افزایش می‌یابد، گندم دوره رشدی خود را با سرعت بیشتری کامل نموده و وارد فاز زایشی می‌گردد، به‌همین دلیل دوره کوتاه‌تری را برای افزایش طول سنبله و تولید سنبلچه در اختیار داشته لذا طول سنبله کاهش می‌یابد (ایناموالله و همکاران، ۲۰۰۷). احمد و همکاران (۲۰۱۰)، مدرسی و همکاران (۲۰۱۰) نیز کاهش طول سنبله ناشی از مصادف شدن دوره رشدی با گرمای انتهای فصل و محدود شدن دوره رشدی مریستم زایشی در ایجاد سنبله را گزارش کرده‌اند.

تعداد سنبلچه در سنبله: نتایج حاصل از تجزیه داده‌های مربوط به تعداد سنبلچه در سنبله نشان داد که هر دو عامل شرایط محیطی و رقم به‌طور معنی‌داری (P≤۰/۰۱) تعداد سنبلچه در سنبله را تحت تأثیر قرار می‌دهند (جدول ۲). بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله (۱٦/۸۵ عدد) در شرایط نرمال و کمترین آن (۱٤/۲٦ عدد) در شرایط تنش به‌دست آمد. ارقام مختلف مورد آزمایش نیز از نظر تعداد سنبلچه در سنبله با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. در این خصوص رقم مانتنا بیشترین (۱۸/۰٤ عدد) و رقم M6 کمترین (۱۲ عدد) تعداد سنبلچه را در سنبله به‌خود اختصاص دادند (جدول ۳). طول دوره رویشی بیشتر در رقم مانتنا، عامل اصلی تعداد سنبلچه در سنبله بیشتر این رقم در مقایسه با سایر ارقام می‌باشد. در این خصوص رحمان و همکاران (۱۹۷۷) ارتباط مثبتی را بین طول دوره رشد رویشی و تعداد سنبلچه در سنبله گزارش کردند. هر چند که اثر متقابل محیط در رقم برای این صفت معنی‌دار نگردید، ولی کاهش تعداد سنبلچه در سنبله در تمامی ارقام تحت شرایط تنش مشاهده شد (جدول ٤). پیش از این نیز گزارش شده است که تنش گرمای انتهای فصل با کاهش دوره رشد رویشی سنبله باعث کاهش تعداد سنبلچه درسنبله می‌گردد (احمد و همکاران، ۲۰۱۰؛ بارناباس و همکاران، ۲۰۰۸).

تعداد دانه در سنبله: تعداد دانه در سنبله یکی از پارامترهای بسیار مهم در ارتباط با عملکرد است. نتایج این تحقیق حاکی از اختلاف معنی‌دار (P≤۰/۰۱) شرایط نرمال و تنش گرما از نظر صفت تعداد دانه در سنبله می‌باشد. بیشترین تعداد دانه درسنبله (٤۸/۷۱ عدد) مربوط به شرایط نرمال و کمترین آن (۳۹/٤۹ عدد) متعلق به شرایط تنش گرما بود. ارقام مختلف نیز از نظر این خصوصیت اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۱) نشان دادند. در این خصوص رقم Durum-ch-89 با میانگین ۵۵/۵۸ دانه در سنبله، بیشترین و رقم M6 با میانگین ۲٦/۸۸ دانه در سنبله، کمترین تعداد دانه در سنبله را تولید کردند (جدول ۳). اثر متقابل شرایط محیطی و رقم نیز برای این صفت معنی‌دار (P≤۰/۰۱) گردید. بیشترین تعداد دانه در سنبله (٦۲/٤ عدد) در شرایط طبیعی تولید شد که مربوط به رقم Durum-ch-89 و کمترین آن در شرایط تنش گرما برابر با ۲۳/۲ دانه در رقم M6 مشاهده گردید. رقم متحمل کاز و حساس مانتنا به‌ترتیب با ۳ و ۳٤ درصد کاهش، کمترین و بیشترین کاهش تعداد دانه در سنبله در بین ارقام مختلف را نشان دادند که مؤید تحمل بالای رقم کاز به دمای بالا می‌باشد (جدول ٤). فریس و همکاران (۱۹۹۸) با اعمال تیمار دمایی در مراحل گلدهی و گرده‌افشانی در شرایط کنترل شده بر روی گندم، حساسیت بالای این مراحل را به دمای بالا گزارش کردند. ایشان ابراز داشتند که با افزایش دما، در مرحله ۵۰ درصد گلدهی، تعداد

دانه در سنبله به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. در شرایط تنش گرما، به‌علت مصادف شدن دوره نمو سنبله با درجه حرارت بالاتر از آستانه تحمل گیاه، طول این دوره به‌طور معنی‌داری کوتاه‌تر شده و باعث کاهش تعداد سنبلچه بارور در سنبله می‌شود، هم‌چنین تنش گرما با کاهش دوام و قدرت جوانه‌زنی دانه گرده و در نهایت اختلال در فرآیند گرده‌افشانی باعث کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود (وحید و همکاران، ٢٠٠٧؛ بارناباس و همکاران، ٢٠٠٨). در این خصوص فریس و همکاران (١٩٨٨) و هم‌چنین رحمان و همکاران (٢٠٠٩) در شرایط کنترل‌شده و مدرسی و همکاران (٢٠١٠) و مدحج و همکاران (٢٠٠٨) در شرایط طبیعی مزرعه نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

وزن هزار دانه: وزن دانه که یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده عملکرد نهایی است، به‌طور معنی‌داری ($P\leq$٠/٠١) از تنش گرما تاثیر پذیرفت. در این پژوهش تفاوت معنی‌داری ($P\leq$٠/٠١) در ارتباط با این صفت در بین ارقام مشاهده گردید. در مجموع، رقم M6 بیشترین (٤٦/٧٨ گرم) و رقم مانتنا کمترین وزن دانه (٢٥ گرم) را به خود اختصاص دادند (جدول ٣). رقم M6 کمترین تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله را داشت که با توجه به وجود همبستگی منفی بین وزن دانه با تعداد دانه در سنبله این موضوع قابل توجیه است. این نتیجه با تحقیقات پیشین توسط رحمان و همکاران (٢٠٠٩)، احمدی و بحرینی (٢٠٠٩) و زکویچ و همکاران (٢٠٠٤) هم‌خوانی دارد. اثر متقابل شرایط محیطی و رقم در مورد وزن هزاردانه معنی‌دار ($P\leq$٠/٠١) گردید. بیشترین و کمترین مقدار وزن هزاردانه در شرایط نرمال (٥١/٥ و ٢٦/٤ گرم) به‌ترتیب مربوط به ارقام M6 و مانتنا بود در حالی‌که بیشترین و کمترین مقدار وزن هزار دانه در شرایط تنش گرما به‌ترتیب مربوط به ارقام یاواروس (٤٤/٦ گرم) و مانتنا (٢٣/٦ گرم) به‌دست آمد (جدول ٤). در شرایط تنش گرمای انتهای فصل، با تسریع رسیدگی گیاه، دوره پر شدن دانه کاهش یافته و نهایتا منجر به تولید دانه‌های کوچک‌تری می‌گردد (رحمان و همکاران، ٢٠٠٩). این موضوع در مورد ارقام مختلف به‌خصوص رقم مانتنا در بررسی صفات فنولوژیک مورد بحث قرار گرفته است. کاهش وزن دانه در اثر گرما توسط مدرسی و همکاران (٢٠١٠)، مدحج و همکاران (٢٠٠٨) و الئوتیک (٢٠١٠) نیز گزارش گردیده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین فاکتورهای محیطی (تاریخ کاشت) و رقم بر صفات اندازه‌گیری شده.

فاکتورهای آزمایش	تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی	تعداد روز از کاشت تا رسیدگی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	طول سنبله باریشک (سانتی‌متر)	طول سنبله بدون ریشک (سانتی‌متر)	تعدادسنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد سنبله در متر مربع	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
محیط (تاریخ‌کشت)													
شرایط نرمال(S_1)	۱۰۹/۶۱a	۱۶۶/۰۹a	۸۸/۰۶a	۳۹/۱۴a	۱۶/۹۵a	۹/۹۱a	۱۶/۸۵a	۴۸/۷۱a	۴۱/۲a	۱۴۸۳۴a	۴۳a	۵۲۴/۱۲a	۶۳۸۰a
شرایط تنش(S_2)	۷۷/۵۲b	۱۰۷/۳۶b	۶۱/۱۱b	۲۸/۶۰b	۱۴/۸۹b	۸/۳۸b	۱۴/۲۶b	۳۹/۴۹b	۳۵/۳۳b	۹۲۸۲b	۴۱b	۴۷۶/۴۵b	۳۷۶۸b
رقم													
یاواروس	۸۹/۵e	۱۳۴/۵ef	۷۰/۳۵e	۳۴/۸۷b	۱۹/۱۷a	۶/۸۴h	۱۵/۴۸b-d	۴۸/۰۱b	۴۶/۵۵a	۱۰۷۶۱de	۴۵a	۳۷۸/۱۳d	۴۸۸۰cd
زاگرس	۸۷/۳۸f	۱۳۲/۸۸g	۷۷/۳۸bc	۳۲/۹۰cd	۱۵/۴۱ef	۹/۵۸d	۱۵/۸۳bc	۴۴/۰۱b-d	۳۸/۰۵cd	۱۱۸۳۲b-e	۴۴a-c	۵۲۹/۶۹a–c	۵۱۴۰b–d
چمران	۹۳/۱۳c	۱۳۷/۲۵bc	۷۵//۰۸cd	۳۴/۶۰bc	۱۶/۰۳de	۱۰/۲۷c	۱۶/۰۸bc	۴۲/۱۸d	۳۹/۶۴bc	۱۳۰۸۱a-c	۴۴ab	۵۶۲/۰۳a	۵۸۲۰a
نیک نژاد	۹۰/۷۵d	۱۳۴/۷۵ef	۷۶/۹۹bc	۳۸/۳۶a	۱۵/۳۱ef	۹/۳۱de	۱۶/۰۰bc	۴۱/۱۳d	۳۵/۲۸e	۱۱۳۶۰c-e	۴۱cd	۵۰۸/۷۵a–c	۴۶۶۰de
کوهدشت	۸۳/۸۸g	۱۳۱/۵۰h	۷۶/۰۹b–d	۳۵/۹۰b	۱۶/۴۴cd	۱۰/۸۹b	۱۵/۰۳cd	۴۳/۷۰cd	۴۰/۶۶b	۱۲۸۷۲a-c	۴۳a-c	۵۱۷/۰۳a–c	۵۵۷۰ab
الوند	۱۰۴/۶۳b	۱۳۸/۱۳b	۸۷/۶۸a	۳۶/۰۲b	۱۷/۳۹b	۱۰/۲۳c	۱۵/۷۸bc	۴۷/۳۸bc	۴۱/۲۳b	۱۳۳۰۵ab	۴۲b-d	۴۸۰/۰۰bc	۵۶۳۰ab
مانتنا	۱۱۵/۸۳a	۱۵۴/۰۰a	۷۸/۹۰b	۳۴/۸۶b	۱۶/۹۹bc	۱۱/۴۸a	۱۸/۰۴a	۴۲/۱۵d	۲۵/۰۰g	۱۳۶۷۲a	۳۰e	۵۶۵/۳۱a	۴۱۸۲e
M6	۹۰/۸۸d	۱۳۵/۷۵de	۷۱/۰۰e	۳۱/۳۰d	۱۳/۷۶g	۸/۱۸g	۱۲/۰۰e	۲۶/۸۸e	۴۶/۷۸a	۱۰۰۶۴e	۴۰d	۴۷۵/۶۳c	۴۰۱۰e
کاز	۹۰/۷۵d	۱۳۳/۸۸fg	۶۲/۱۸f	۲۶/۵۸e	۱۳/۵۱g	۸/۶۸fg	۱۵/۹۳bc	۵۲/۱۵a	۳۱/۳۸f	۱۲۹۲۷a-c	۴۶a	۵۵۷/۰۳ab	۵۸۸۰a
گهر	۹۳/۲۵c	۱۳۵/۲۵de	۷۳/۳۰de	۳۱/۷۶d	۱۴/۸۳f	۸/۷۶ef	۱۴/۵۵d	۴۱/۹۴d	۳۶/۳۵de	۱۲۴۹۹a-d	۴۳a-c	۵۳۳/۲۸a–c	۵۴۷۰a-c
Durum-ch-89	۸۹/۲۵e	۱۳۶/۱۳cd	۷۱/۴۶e	۳۵/۴۵b	۱۶/۲۷cd	۶/۴۰h	۱۶/۴۳b	۵۵/۵۸a	۴۰/۰۰bc	۱۰۲۶۱e	۴۵ab	۳۹۶/۲۵d	۴۵۸۰de

– مقایسات سطوح مختلف فاکتورها برای هر صفت بطور مجزا انجام یافته است و در هر مقایسه حداقل یک حرف مشترک نشاندهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

عملکرد بیولوژیک: نتایج نشان داد که عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری (P≤٠/٠١) تحت تاثیر رقم و محیط قرار می‌گیرد (جدول ٢). کشت تأخیری (تنش) موجب کاهش معنی‌دار ٣٧ درصدی عملکرد بیولوژیک گردید. ارقام مانتنا و M6 به‌ترتیب با مقادیر ١٣٦٧٢ و ١٠٠٦٤ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین مقادیر را به‌خود اختصاص دادند (جدول ٣). اثر متقابل شرایط محیطی و رقم برای این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ٢). نتایج بدست آمده با نتایج ارفاق و همکاران (٢٠٠٧) و سینگ و همکاران (٢٠١١) که کاهش در بیوماس تولیدی را در شرایط کشت تأخیری و تنش گرمایی انتهای فصل گزارش کردند مطابقت دارد.

شاخص برداشت: تفاوت شاخص برداشت در محیط‌های مختلف معنی‌دار (P≤٠/٠٥) بود، به‌طوری‌که تنش گرما باعث کاهش معنی‌دار ٥ درصدی شاخص برداشت گردید. هم‌چنین ارقام مختلف در این آزمایش تفاوت معنی‌داری (P≤٠/٠١) را از نظر شاخص برداشت نشان دادند. رقم کاز بیشترین (٤٦ درصد) و رقم مانتنا کمترین (٣٠ درصد) شاخص برداشت را به‌خود اختصاص دادند (جدول ٣). اثر متقابل شرایط محیطی و رقم برای این صفت معنی‌دار (P≤٠/٠٥) گردید، که گویای واکنش متفاوت ارقام در شرایط دمایی متفاوت می‌باشد. بیشترین مقدار شاخص برداشت (٤٧ درصد) در شرایط تنش به‌دست آمد که مربوط به رقم کاز و کمترین میزان آن هم (٢٧ درصد) در شرایط تنش و برای رقم مانتنا به‌دست آمد. رقم حساس مانتنا هم در شرایط نرمال و هم در شرایط تنش کمترین میزان شاخص برداشت را نسبت به دیگر ارقام از خود نشان داد (جدول ٤). این نتایج حساسیت رقم مانتنا و تحمل بالای رقم کاز را نسبت به تنش گرمای انتهای فصل نشان می‌دهد. اگرچه تأخیر در کاشت باعث کاهش هم‌زمان رشد رویشی و زایشی شد، ولی به‌نظر می‌رسد که رشد زایشی گیاه از محدودیت‌های رشدی ایجاد شده ناشی از تأخیر در کاشت از جمله تنش گرمایی انتهای فصل تأثیر بیشتری پذیرفته باشد که منجر به کاهش شاخص برداشت شده باشد. البته مکانیسم‌های تحمل به گرما در ارقام متحمل باعث تأثیرپذیری کمتر این ارقام از تنش گرما شده و کاهش شاخص عملکرد در این ارقام کمتر مشاهده شد. نتایج حاصله از این آزمایش با نتایج محققانی از جمله مدحج و همکاران (٢٠٠٨)، سینگ و همکاران (٢٠١١) و ارفاق و همکاران (٢٠٠٧) که کاهش در شاخص برداشت با تاخیر در کاشت و تنش گرمایی انتهای فصل را گزارش کرده‌اند، مطابقت دارد.

تعداد سنبله در متر مربع: تفاوت تعداد سنبله در متر مربع در هر دو شرایط محیطی و هم‌چنین در ارقام مختلف معنی‌داری بود (جدول ۲). دو رقم مانتنا و چمران به‌ترتیب با میانگین تعداد ٥٦٥/٣١ و ٥٦٢/٠٣ سنبله در متر مربع، بیشترین و رقم یاواروس با میانگین تعداد ٣٧٨/١٣، کمترین تعداد سنبله در واحد سطح را از خود نشان دادند (جدول ۲). نتایج این آزمایش بیانگر کاهش معنی‌دار تعداد سنبله در واحد سطح تحت تنش گرمایی بود، به‌طوری‌که کاهش ۹ درصدی تعداد سنبله در واحد سطح در این آزمایش (جدول ۳)، گزارشات ارائه شده در پژوهش‌های ارفاق و همکاران، (۲۰۰۷)، الگیزاوی (۲۰۰۹) و رفای (۲۰۱۱) مبنی بر کاهش معنی‌دار تعداد سنبله در واحد سطح در مواجه با تنش گرمای انتهای فصل را تایید نمود. اثر متقابل شرایط محیطی و رقم برای این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲).

عملکرد دانه: عملکرد دانه مهم‌ترین هدف از کشت یک گیاه زراعی است که در اثر وقوع انواع تنش‌های زنده و غیرزنده کاهش می‌یابد. در این پژوهش، با وقوع تنش گرما، برآیند تأثیر دمای بالاتر از حد آستانه تحمل گندم بر سایر فاکتورهای موثر و مرتبط با عملکرد نهایی، باعث کاهش معنی‌دار ٤١ درصدی ($P\leq ۰/۰۱$) عملکرد دانه گردید. ارقام نیز از این نظر تفاوت معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) داشتند. ارقام کاز، چمران و الوند، به‌ترتیب با میانگین ٥٨٨٠، ٥٨٢٠ و ٥٦٣٠ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ارقام مانتنا و M6 به‌ترتیب با میانگین ٤١٨٢ و ٤٠١٠ کیلوگرم درهکتار کمترین عملکرد دانه را به‌خود اختصاص دادند. رقم متحمل کاز با وجود پایین بودن وزن هزاردانه، به‌دلیل بالا بودن تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و تعداد سنبله در متر مربع توانست عملکرد دانه بالایی را تولید کند. رقم چمران به‌دلیل مطلوب بودن وزن هزاردانه، شاخص برداشت، تعداد سنبله در مترمربع و دیگر صفات مورد بررسی، عملکرد دانه بالایی را تولید نمود. در رقم استاندارد حساس مانتنا به‌دلیل بالا بودن تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی و هم‌چنین تعداد روز از کاشت تا رسیدگی و در نتیجه مصادف شدن بیشتر مراحل زایشی با تنش گرما، وزن دانه و تعداد دانه در سنبله به شدت کاهش یافت و در نتیجه عملکرد دانه افت زیادی نشان داد. رقم شاهد بین المللی M6 با توجه به وزن هزاردانه بالا، به‌دلیل پایین بودن تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله، عملکرد پایینی را تولید نمود (جدول ۳). اثر متقابل شرایط محیطی و رقم برای عملکرد دانه معنی‌دار ($P\leq ۰/۰٥$) گردید. بیشترین عملکرد دانه در شرایط نرمال مربوط به ارقام گهر (٧٣٢٠ کیلوگرم در هکتار)، کاز (٧٠٦٠ کیلوگرم در هکتار) و کوهدشت (٧١٤٠ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن مربوط به ارقام M6 (٥٣٤٠ کیلوگرم در هکتار) و مانتنا (٥١٩٠ کیلوگرم در هکتار) بود. در حالی‌که

حداکثر عملکرد دانه در شرایط تنش را ارقام چمران (٤٩٠٠ کیلوگرم در هکتار)، کاز (٤٧٠٠ کیلوگرم در هکتار) و الوند (٤٦٨٠ کیلوگرم در هکتار) و حداقل آن را ارقام مانتنا (٣١٧٥ کیلوگرم در هکتار)، M6 (٢٦٨٠ کیلوگرم در هکتار) و یاواروس (٣١٤٠ کیلوگرم در هکتار) تولید نمودند. رقم حساس مانتنا در شرایط تنش، کاهش عملکرد بیشتری (٣٨ درصد) را در مقایسه با رقم متحمل کاز (٣٣ درصد) از خود نشان داد (جدول ٤). تنش گرمای انتهای فصل از یک طرف با تسریع در مراحل رشد و نمو و کاهش طول دوره رشد رویشی و زایشی گیاه و از طرف دیگر با تاثیر منفی بر اندام زایشی (قابلیت زنده ماندن دانه گرده و مادگی) و جلوگیری از باروری مطلوب باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد. مدحج و همکاران (٢٠٠٨)، رحمان و همکاران (٢٠٠٩)، مدرسی و همکاران (٢٠١٠) و الئوتیک (٢٠١٠) نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق حاکی از آن است که تنش گرما باعث کاهش معنی‌دار صفات فنولوژیک از جمله تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، صفات مورفولوژیک از جمله ارتفاع بوته، طول پدانکل، عملکرد بیولوژیک و صفات مرتبط با عملکرد دانه از جمله طول سنبله با ریشک و بدون ریشک، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و تعداد سنبله در متر مربع شد، و برآیند تاثیر تنش گرما بر این صفات کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در ارقام بود. با توجه به نتایج این تحقیق مطالعه توأم صفات فنولوژیک و مورفولوژیک در ارزیابی تحمل به گرمای ارقام مهم بوده و بررسی آنها توصیه می‌شود. هر چند جهت غربالگری تحمل ارقام و لاین‌های گندم به گرمای انتهای فصل، بررسی صفات مرتبط با عملکرد دانه به‌ویژه تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند، در این تحقیق رقم متحمل کاز نسبت به سایر ارقام توانست عملکرد دانه خود را در مواجه با تنش گرما به‌طور مطلوبی حفظ کند. بر اساس شواهد ارائه شده، رقم چمران که به عنوان یک رقم تجاری پایدار در مناطق مختلف کشت می‌شود، می‌تواند به‌عنوان یک رقم متحمل به گرما در مناطق گرم نیز مورد استفاده قرار گیرد، این رقم توانست با حفظ وزن دانه، افزایش شاخص برداشت و سایر صفات مرتبط با عملکرد دانه تحت شرایط تنش، عملکرد خوبی چه در شرایط نرمال و چه تنش از خود نشان دهد.

جدول ٤- میانگین اثرات متقابل محیط (تاریخ کشت) و رقم برای صفات اندازه گیری شده (S_1: شرایط نرمال و S_2: شرایط تنش).

ارقام	محیط	تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی	تعداد روز از کاشت تا رسیدگی	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول پدانکل (سانتی متر)	طول سنبله بارریشک (سانتی متر)	طول سنبله بدون ریشک (سانتی متر)	تعداد سنبلچه درسنبله	تعداد دانه درسنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد سنبله در متر مربع	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
یاروردس	S_1	۱۰٦٠٫٠ef	۱٦٤٫٥٠de	۸۲٫٦٥ef	٤٠٫٢٩bc	۲۰٫۲۱a	۷٫۱٦lm	۱٦٧٥b-e	٥۱٫۹٥b-d	٤۸٫٥٠a	۱٤٥۸ab	٤٦a	٤۱۷٫۸۱b-d	٦٦۲۰ab
	S_2	۷۳٫٠٠n	۱۰٤٫٥۱l-n	٥۸٫۰۳j	۲۹٫٤٥fg	۱۸٫۱۳b	٦٫٥۱mn	۱٤٫۲٠hi	٤٤٫٠۸E-h	٤٤٫٦bc	٦۹۳٫۲f	٤٥ab	۳۰۸٫٤٤f	۳۱٤٠fg
زاگرس	S_1	۱۰۳٫۲٥fg	۱٦۲٫٥٠fg	۹۲٫٨٥b	۳۸٫۳۳cd	۱٦٫۲٤e-g	۱۰٫٤۹c-e	۱۷٫٠٤b-d	٤٦٫۲٨d-g	٤۱٫٦٠c-g	۱٥۳٫۳a	٤٤a-d	۳۲٤٫۳۹a-d	٦۷۰۰ab
	S_2	۷۱٫٥٠٥	۱۰۳٫۲٥no	٦۱٫۹٠ij	۲۷٫٤۹gh	۱٤٫٥۹ij	۸٫٦٦lm-j	۱٤٫٦۲g-i	٤۱٫۹٥g-i	٤۲٫٥٠j-l	۸۲۹٫٥f	٤٤a-d	٥۲٤٫٠٠a-d	۳٥۸٠fg
چمران	S_1	۱۰۷٫٥٠d	۱٦۷٫٥٠b	۸۷٫۹٨cd	۳۸٫۹٨b-d	۱٦٫۹٥c-e	۱۱٫۱۱bc	۱۷٫۷٥b	٤۷٫٤٠c-g	٤۲٫۰۰c-f	۱٤۷۲٤ab	٤۳a-d	٥٦۸٫٤٤ab	٦۷٤٠ab
	S_2	۷۸٫۸٦k	۱۰۷٫۰۰jk	٦۲٫۱۸ij	۳۰٫۳۳ef	۱٥٫۱٦gh-j	۹٫٤۳f-h	۱٤٫٤g-i	۳۱٫۹٥ij	۳۷٫۳۰h-j	۱۱٤۳۹cd	٤٦ab	٥٥٥٫٦۳a-e	٤۹۰۰de
نیک‌نژاد	S_1	۷٦٫٥٠f	۱٦۱٫٥٠g	۹۳٫۰۸b	٤٤٫٠۳a	۱٦٫۳۹d-f	۱٤٫۰۳f-h	۱۷٫۷٥b	٤٤٫٠۳f-h	۳۸٫۹٠f-i	۱٤۷٥۷ab	٤۱cd	٥۲۷٫۸۱a-d	٥۹٥٠bc
	S_2	۹٥٫۷٥h	۱۰۸٫۰۰ij	٦۰٫۹٠ij	۳۲٫٠۹e	۱٤٫۲۳j	۸٫٤٥i-k	۱٤٫۲٥hi	۳۸٫۲۳h-j	۳۱٫٦٠۱	۸۱٤٥ef	٤۲b-d	٤۸۹٫۹۹a-d	۳۳۸٠fg
کوهدشت	S_1	۹٥٫۷٥h	۱٦۱٫۰۰g	۸٦٫۹۱c-e	٤٠٫٦۸bc	۱۷٫٥۱b-d	۱۱٫٦٠b	۱٥٫۹٥c-h	٤۸٫٥۳c-f	٤٤٫٦٥b	۱٦۲۹۳a	٤٤a-c	٥٤۱٫۲٥a-e	۷۱٤٠a
	S_2	۷۲٫۰۰no	۱۰۲٫۰۰o	٦٥٫۲۸hi	۳۱٫۱۳ef	۱٥٫۳۸f-j	۱۰٫۱۹ef	۱٥٫۹۸g-i	٤۸٫۸۸h-j	۳۸٫۸۸b-d	۹٤٥۱d-f	٤۳a-d	٤۹۲٫۸۱a-d	٤۰۰۰ef
الوند	S_1	۱۲٤٫٥٠b	۱٦٦٫۷٥bc	۹۹٫٤٦a	٤۱٫۰٦b	۱۸٫٥۸b	۱۱٫۰۳b-d	۱٦٫٥۳b-f	٥٤٫۹۸b	٤۳٫٤٠b-d	۱۳٤۳۰a	٤۳a-d	٤۸۷٫٥٠a-d	٦٥۸۰ab
	S_2	۸٤٫۷٥j	۱۰۹٫٥٠i	۷٥٫۹٠g	۳۰٫۹۸ef	۱٦٫۲۱e-g	۹٫٤۳f-h	۱٦٫۲۱c-e	۳۹٫۷۸hi	۳۹٫۱۰e-h	۱۱۲۷۹cd	٤۲b-d	٤۷۷٫٥٠a-d	٤٦۸۰de
مانتنا	S_1	۱٤٠٫۰۰a	۱۸۱٫۷٥a	۹۰٫۰۸bc	۳۸٫۲۸cd	۱۷٫۸٤bc	۱۲٫۷۳a	۱۳٫٥٥b-f	٥۰٫٦۸b-e	۳۳٫٦۳jk	۱۲٦۲۸cd	۳۷g	٥٦۲٫۱۹ab	٥۱۹٫cd
M6	S_2	۹۱٫۷٥i	۱۲٦٫۲٥h	٦۷٫۳۳h	۳۱٫٤٥ef	۱٦٫۱٥c-h	۹٫۲٤g-i	۱۳٫٤٥i	۳۰٫٥٥k	۳۰٫٥٥k	۱۱۷۸۲cd	۳۳a-d	٥۱٤٫٦۹a-d	٥۳٤٫cd
	S_1	۱٦٥٫٥٠de	۱۲٤٫٥٠cd	۹۲٫٦٦b	۳۸٫۳۳b-d	۱٥٫۱٥g-j	۹٫۲٤g-i	۱۳٫٤٥i	۳۰٫٥٥k	۳۰٫٥٥k	۱۲٦۱۳bc	۳۳ef	٤۳٦٫٥٦cd	۳٦۸٫g
	S_2	۷٥٫۰۰m	۱۰٦٫۰۰k-m	٤۹٫۳٥k	۳۳٫۸۸ij	۱۲٫۳۸k	۷٫۱۳lm	۱۱٫٥۳j	۳۳٫۲۰۱	۳۳٫۲۰۱	۷٥۱٥ef	۳٦ef	٤۳٦٫٥٦cd	۷٥۱٫g
کاژ	S_1	۱۰۳٫۰۰g	۱٦۳٫٥٠ef	۷٦٫۰۰g	۳۱٫٥٤ef	۱٤٫٦٦ij	۹٫٥٤fg	۱۷٫٥٥bc	۳۳٫۸۰jk	۲٤٫۸۰jk	۱۸۸۲۹a	٤٥a-c	٥۸۳٫٤٤a	۷۰٦٠a
	S_2	۱۰٤٫۲٥mm	۱۰٤٫۲٥k	٤۸٫۳٥k	۲۱٫٦۲j	۱۲٫۳٥k	۷٫۸۳kl	۱٤٫۳۰g-i	۲۸٫۰۰m	۲۸٫۰۰m	۱۰۰٤٠٤c-e	٤۷a	٥۳۰٫٦۳a-d	٤۷۰۰de
گهر	S_1	۱۱۱٫۰۰c	۱٦٦٫٥٠bc	۸٥٫٦٠d-f	۲۷٫٤۸d	۱٥٫٤٥f-i	۹٫۲٤g-i	۱٥٫۸۹d-h	٤٥٫۷٨e-g	۱۳٫٥۸i	۱۵۸۲٥a	٤۷a	٥۷۹٫۳۸a	۷۳۳۲a
	S_2	۷٥٫٥٠lm	۱۰٤٫۰۰n	٦۱٫۰۰ij	۲٦٫۰٥hi	۱٤٫۲۰j	۸٫۲۹jk	۱۳٫٥۸i	۳۸٫۱۰ij	۳۳٫۲۰kl	۹۱۷۳d-f	٤۰de	٤۸۷٫۱۹a-d	۳٦۲۰fg
Durum-ch-89	S_1	۱۰۳٫۰۰g	۱٦٦٫۰۰b-d	۸۱٫۳۳f	٤۰٫۷۳bc	۱۷٫٥٤b-d	۷٫۷٥mn	۱۷٫٥٥bc	٤۲٫٤۰a	۱۳٫۳۰d-g	۱۲٤٥٦bc	٤٥a-c	٤۱۷٫۱۹d	٥٥٦٠cd
	S_2	۷٥/ ۰۰lm	۱۰٦٫٢٥j-l	٦۱٫٦٠ij	۳۰٫۸٥e-g	۱٥٫۰۰h-j	٦٫۰٥n	۱٥٫۰۳c-h	۳۸٫۷٥c-f	۳۸٫۷۰g-i	۸۰٦۷ef	٤٥a-c	۳۷٥٫۳۱f	۳٦۰۰fg

- در هر مقایسه حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

رقم M6 به‌علت کاهش زیاد وزن دانه و تعداد دانه در سنبله نتوانست عملکرد دانه مطلوبی را در شرایط تنش داشته باشد لذا به عنوان رقمی حساس معرفی می‌شود. رقم مانتنا رقمی است که در مطالعات فیزیولوژیک و مولکولی تحمل به گرما در گندم همواره به‌عنوان یک رقم بین‌المللی حساس به‌کار برده می‌شود. بررسی‌هایی که در این تحقیق از نظر صفات مورفولوژیک و فنولوژیک بر روی این رقم صورت گرفت، نشان داد که رقم حساس مانتنا مقادیر بسیار بالایی را در ارتباط با تعداد روز تا خوشه‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی در هر دو شرایط نرمال و تنش نسبت به دیگر ارقام از خود نشان داد، لذا عملکرد دانه پایین رقم مانتنا را می‌توان به دیررس بودن آن و در نتیجه هم‌زمانی بیشتر مراحل گرده‌افشانی و دوره پرشدن دانه این رقم با تنش گرمای انتهای فصل و در نتیجه کاهش شدید عملکرد دانه آن ارتباط داد. به‌طوری‌که این رقم نه تنها در کشت تأخیری بلکه در کشت به‌هنگام هم تا حدی از گرمای انتهای فصل تأثیر پذیرفت. از سوی دیگر تفاوت زیاد در مراحل فنولوژیک این رقم در مقایسه با ارقام معرفی شده جهت کشت در شرایط گرم، این رقم را تا حد زیادی یک رقم ناهمگن در مطالعات بررسی تحمل به گرما ارقام ساخته است. لذا پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده نسبت به غربال‌گری ارقام و لاین‌های حساس و متحمل به گرما اقدام شده و ارقام حساس مناسب‌تر جهت به‌کارگیری در مطالعات پایه بررسی مکانیسم‌های تحمل به تنش گرما در گندم، بکار گرفته شوند.

سپاسگزاری

به این وسیله از همکاری‌های ارزشمند جناب آقای مهندس جهانمردی و کارگران زحمت‌کش مزرعه آزمایشی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز که ما را در اجرای این تحقیق صمیمانه یاری کردند تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1.Ahmadi, M., and Bahrani, M.J. 2009. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 5: 755-761.

2.Ahmed, K., Nahar, K., Fujita, M., and Hanuzzaman, M. 2010. Variation in plant growth, tiller dynamics and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) due to high temperature stress. Advances in Agriculture and Botanics. 2: 213-224.

3.Al-Otayk, S.M. 2010**.** Performance of yield and stability of wheat genotypes under high stress environments of the central region of Saudi Arabia. Met. Env & Arid Land Agric. Sci. 21: 81-92.
4.Anjum, A.M., Ali, M., Sattar, M., and Ali, L. 2010. Sowing date effect on yield of different wheat varieties. J. Agric. Res. 48: 157-162.
5.Ashraf, M., and Harris, P.J.C. 2005. Abiotic stresses-plant resistance through breeding and molecular approaches. The Haworth Press, New York. 725p.
6.Asseng, S., Foster, I., and Turner, N. 2011. The impact of temperature variability on wheat yields. Global Change Biol. 17: 997-1012.
7.Ayeneh, A., Van Ginkel, M., Reynolds, M.P., and Ammar, K. 2002. Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. Field Crop Res. 79: 173-184.
8.Barnabas, B., Jager, K., and Feher, A. 2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant Cell Environ. 31:11–38.
9.El-Gizawy, N.Kh.B. 2009. Effect of planting date and fertilizer application on yield wheat under no till system. World J. Agric. Sci. 5: 777-783.
10.Ferris, R., Wheeler, R.H., and Hadley, P. 1998. Effect of high temperature stress at anthesis on grain yield and biomass of field-grown crops of wheat. Annu. Bot. 82: 631-639.
11.Gibson, L.R., and Paulsen, G.M. 1999. Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth. Crop Sci. 39: 1841–1846.
12.Inamullah, N.H.S., Hagh, Z., and Khan, F.U. 2007. An analysis of the planting dates effect on yield and yield attributes of spring wheat. Sarhad J. Agric. 23: 269-275.
13.Irfaq, M., Mohammad, T., Subhan, F., Amin, M., and Shah, S.T. 2007. Agronomic evaluation of different bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for terminal heat stress. Pak. J. Bot. 39: 2415-2425.
14.Jalal-Kamali, M.R., and Duveiller, E. 2008. Wheat production and research in Iran: A Success Story. P54-58, In: Reynolds, M.P., Pietragalla, J., and Braun, H.J. (Eds). Proceeding of international symposium on wheat yield potential: Challenges to International Wheat Breading. CIMMYT, D.F. Mexico.
15.Mian, M.A., Mahmood, A., Ihsan, M., and Cheema, N.M. 2007. Response of different wheat genotypes to post anthesis temperature stress. J. Agric. Res. 45: 269-277.
16.Modarresi, M., Mohammadi, V., Zali, A., and Mardi, M. 2010. Response of wheat yield and yield related traits to high temperature. Cereal Res. Comm. 38: 23–31.
17.Modhej, A., Naderi, A., Emam, Y., Aynehband, A., and Normohamadi, Gh. 2008. Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (*T. durum* and *T. aestivum*) genotypes. Int. J. Plant Prod. 2:257-267.

18.Rahman, M.A., Chikushi, J., Yoshida, S., and Karim, A.J.M.S. 2009. Growth and yield components of wheat genotypes exposed to high temperature stress under control environment. Bangladesh J. Agric. Res. 34: 361-372.
19.Rahman, M.S., Wilson, J.H., and Aitken, V. 1977. Determination of spikelet number in wheat. II. Effect of varying light level on ear development. Aust. J. Agric. Res. 26: 575–581.
20.Rane, J., and Nagarajan, S. 2004. High temperature index for field evaluation of heat tolerance in wheat varieties. Agric. Syst. 79: 243–255.
21.Refay, Y.A. 2011. Yield and yield components parameters of bread wheat genotypes as affected by sowing dates. Middle-East Journal of Scientific Research. 7: 484-489.
22.Reynolds, M.P., Ortiz-Montasterio, J.I., and Mcnab, A. 2001. Application of physiology in wheat breeding. CYMMYT, D.F, Mexico. 240p.
23.Shpiler, L., and A. Blum. 1991. Heat tolerance for yield and its components in different wheat cultivars. Euphytica. 51: 257-263.
24.Sial, M.A., Afzal, M.A., Khanzada, S., Naqvi, M.H., Dahot, M.U., and Nizamani, N.A. 2005. Yield and quality parameters of wheat genotypes as affected by sowing dates and high temperature stress. Pak. J. Bot. 37: 575-584.
25.Singh, Kh., Sharma, S.N., and Sharma, Y. 2011. Effect of high temperature on yield attributing traits in bread wheat. Bangladesh J. Agric. Res. 36: 415-426.
26.Stone, P. 2001. The effects of heat stress on cereal yield and quality. P243–291, In: Basra, A.S. (ed). Crop responses and adaptations to temperature stress. Food Products Press, Binghamton.
27.Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. Environ. and Exp. Bot. 61: 199–223.
28.Zecevic, V., Knezevic, D., and Micanovic, D. 2004. Genetic correlations and path-coefficient of yield and quality components in wheat (*Triticum aestivum L.*). Genetika. 36: 13-21.

EJCP., Vol. 6 (4): 33-53
http://ejcp.gau.ac.ir

The effects of terminal heat stress on yield, yield components and some morpho-phenological traits of wheat genotypes in Ahwaz weather conditions

M. Omidi[1], [*]M.R. Siahpoosh[2], R. Mamghani[3] and M. Modarresi[4]
[1,2&3]M.Sc student, Assistant Prof., and Professor, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Chamran Ahwaz, [4]Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Persian Gulf University
Recieved: 09-19-2012; Accepted: 07-02-2013

Abstract

Heat stress is one of the main obstacles for crop production in many areas of the world including southwest of Iran. In order to evaluate the effect of heat stress on yield, yield component, and mopho-phenological traits of wheat, an experiment was conducted based on randomized complete block design under normal and heat stress conditions on 11 wheat genotypes including Yavaroos, Zagros, Chamran, Niknejad, Koohdasht, Alvand, Montana, M6, Kauz, Gohar and Durum-ch-89 at experimental field of Shahid Chamran University of Ahwaz during 2010-2011. The results showed that terminal heat stress caused significant reduction in days from sowing to heading(29%), days from sowing to maturity (35%), plant height (31%), peduncle length (27%), head length with awn (12%), head length without awn (15%), number of spikelet per spike (15%), number of grains per spike (19%), 1000 grain weight (14%), biological yield (37%) and harvest index (5%), and spike/m^2 so that these effects resulted in a significant reduction in grain yield (41%). Results of this experiment confirmed that morpho-phenological traits were detected as important traits in heat stress studies but number of grains per spike and harvest index were recommended as the best traits for screening the heat tolerant lines. Kauz, Chamran and Alvand cultivars were able to maintain the grain yield under heat stress condition and suggested as tolerant cultivars. These cultivars are recommended for direct planting in warm areas or using in breeding programs for heat tolerance.

***Keywords*:** Heat stress; Morpho-phenological traits; Yield components; Wheat.

*Corresponding author; siahpoosh@scu.ac.ir