

## اثر تنش گرمای آخر فصل بر رشد دانه و عملکرد کمی و کیفی گندم نان بهاره در اهواز

علی مشتقی<sup>۱\*</sup>، سید عطاالله سیادت<sup>۲</sup>، خلیل عالمی سعید<sup>۳</sup>، عبدالمهدی بخشنده<sup>۲</sup> و

محمد رضا جلال کمالی<sup>۴</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۶)

### چکیده

تنش گرمای آخر فصل در شرایط گرم و خشک مثل اهواز باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی گندم می‌شود. به منظور بررسی اثر تنش گرمای آخر فصل بر طول دوره، سرعت پرشدن و عملکرد کمی و کیفی ۲۰ رقم گندم نان بهاره، آزمایشی مزرعه‌ای در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ به صورت بلوک‌های نواری شامل چهار تاریخ کاشت (۱۵ آبان، ۱۵ آذر، ۱۵ دی و ۱۵ بهمن) در نوارهای افقی و ۲۰ رقم گندم نان بهاره در نوارهای عمودی با سه تکرار اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و رقم و اثر متقابل آنها بر صفات اندازه‌گیری معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۵ آذر، بیشترین عملکرد دانه (۷۲۵۴ کیلوگرم در هکتار) توسط رقم چمران و کمترین مقدار آن (۵۴۴۵ کیلوگرم در هکتار) توسط رقم مارون حاصل شد. در شرایط تنش گرمای شدید (تاریخ کاشت ۱۵ بهمن) بیشترین عملکرد دانه (۲۳۲۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم مارون و کمترین آن (۱۲۵۸ کیلوگرم در هکتار) متعلق به رقم هامون بود. به طور کلی در شرایط کشت زودهنگام (۱۵ آبان)، به‌هنگام (۱۵ آذر) و دیرهنگام (۱۵ دی) رقم چمران و در شرایط کشت خیلی دیر (۱۵ بهمن) ارقام مارون، ویریناک، اروند و یا اترک مناسب بودند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، درصد پروتئین، عملکرد پروتئین

۱، ۲ و ۳. به ترتیب استادیار، استادان و دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۴. استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

\*. مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: A.Moshatati@ramin.ac.ir

## مقدمه

مطالعات متعدد انجام شده در زمینه اثر تنش گرما بر گندم نشان داده‌اند که با توجه به زمان و شدت وقوع تنش گرما، عملکرد دانه و اجزای آن به مقادیر متفاوتی کاهش می‌یابند. وقوع تنش گرما در هر یک از دوره‌های رشدونمو، با تسریع آن دوره، موجب کاهش یکی از اجزای عملکرد می‌شود که به تبع آن عملکرد دانه را متأثر می‌کند. به‌طوری که تنش دمای بالا در مرحله کاشت تا سبز شدن، باعث کاهش استقرار گیاهچه‌ها (۵)؛ در مرحله سبز شدن تا ظهور برجستگی‌های دوگانه، موجب کاهش تعداد سنبله در واحد سطح (۱)؛ در مرحله ظهور برجستگی‌های دوگانه تا گرده‌افشانی، باعث کاهش تعداد دانه در سنبله (۱۲) و در مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک، موجب کاهش وزن دانه‌ها می‌شود (۲)، در نتیجه عملکرد دانه کاهش می‌یابد. کاهش عملکرد و تمام اجزای آن در اثر تأخیر در کاشت و یا وقوع تنش گرمای آخر فصل توسط رادمهر و همکاران (۱۲)، مدحج و همکاران (۹) و سوبدی و همکاران (۱۷) در گندم گزارش شده است.

مطالعه روند پرشدن دانه و ارزیابی اثر عوامل فیزیولوژیک بر وزن دانه و تنوع ژنتیکی این صفات در ارقام گندم، از تحقیقات پایه‌ای در برنامه‌های مطالعات فیزیولوژیک و به‌نژادی است (۷). پرشدن دانه سه مرحله رشد کند، رشد خطی و رسیدگی دارد. در طی دوره رشد کند، پتانسیل نهایی دانه توسط تعداد سلول‌های اندوسپرم تعیین می‌شود؛ در دوره رشد خطی (فاصله زمانی بین ۵ تا ۹۵ درصد وزن نهایی دانه)، وزن و اندازه دانه به‌سرعت افزایش می‌یابد و در دوره رسیدگی دانه نیز رطوبت دانه کم شده و یک‌سری تغییرات هورمونی در دانه ایجاد می‌شود (۸). وزن دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه گندم است و تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه از نظر پتانسیل تولید تعداد دانه در سنبله، رقابت دانه‌ها به‌عنوان مقاصد اصلی گیاه، طول دوره پرشدن دانه، سرعت پرشدن دانه و شرایط محیطی قبل و بعد از گرده‌افشانی و اثرات متقابل آنها قرار دارد (۸). شاناها و همکاران (۱۴) گزارش کردند که در

شرایط تنش گرما (دماهای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد)، هم طول دوره و هم سرعت پرشدن دانه کاهش یافتند که این امر منجر به کاهش شدید وزن دانه گندم شد. آسی‌ودو (۱) اعلام کرد که کاهش وزن دانه در اثر دمای بالا، ناشی از اثر مرکب مدت و سرعت پرشدن دانه است و چنانچه کاهش وزن دانه از طریق افزایش سرعت پرشدن دانه خنثی و جبران نشود، کاهش وزن نهایی دانه ناشی از کاهش مدت پرشدن دانه خواهد بود. واردلاو (۱۸) با بررسی اثر تنش گرما بر گندم گزارش کرد که تقریباً همه مراحل حدفاصل تشکیل سنبله تا خروج برگ پرچم، حساسیت خاصی به دمای بالا دارند و دماهای بالا در مرحله زایشی، تعداد دانه را به مقدار ۲۲ درصد کاهش داد، حال آنکه همین دماها در مرحله رشد دانه، ۳۸ درصد از وزن آن را کاست. سینکلایر و موجو (۱۵) معتقدند، ارقامی که طول دوره پرشدن دانه کمتر و سرعت پرشدن دانه بیشتری در شرایط تنش دارند، شیب تغییرات وزن دانه کمتری نسبت به شرایط مطلوب دارند. مدحج و همکاران (۹) گزارش کردند که در مرحله پرشدن دانه، با افزایش دما از ۲۱ به ۲۷ درجه سانتی‌گراد، سرعت پرشدن دانه از ۱/۸ به ۱/۶ میلی‌گرم در روز در دانه، مدت پرشدن دانه از ۳۲ به ۲۶ روز، وزن هزار دانه از ۴۳ به ۲۶ گرم و عملکرد دانه از ۴۱۸ به ۲۷۰ گرم در متر مربع کاهش یافت. درصد پروتئین دانه توسط عوامل ژنتیکی و محیطی کنترل می‌شود. از بین عوامل محیطی، میزان رطوبت خاک در زمان گل‌دهی و بعد از آن، درجه حرارت هوا در دوره پرشدن دانه و مقدار نیتروژن خاک بیشترین اثر را بر درصد پروتئین دارند (۱۱). در صورتی که کشت آبی بوده و گیاه کمبود نیتروژن نداشته باشد، مهم‌ترین عامل مؤثر بر درصد پروتئین، درجه حرارت هوا در طول دوره پرشدن دانه است. با توجه به اینکه مواد آلی نیتروژنه، اولین موادی هستند که در دانه ذخیره می‌شوند، هر عامل محیطی (مثل گرمای بیش از حد و تنش خشکی) که رسیدن دانه را تسریع کند، همراه با کوتاه‌تر کردن مدت انتقال مواد فتوسنتزی، موجب تشکیل دانه‌های چروکیده با درصد نیتروژن بالا می‌شود (۱۰).

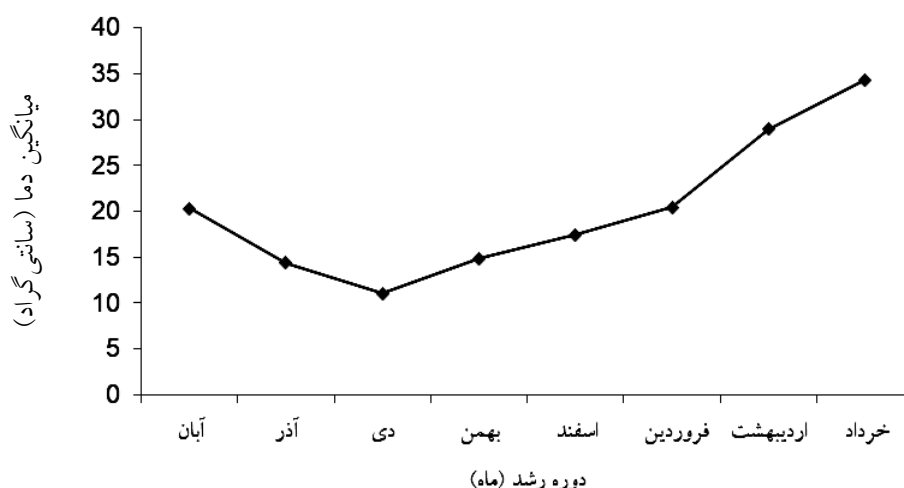
به‌طور کلی، طول دوره پرشدن دانه تحت تأثیر دمای محیط

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در ملاثانی در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی، ارتفاع ۳۴ متر از سطح دریا با آب‌وهوای گرم و خشک (تابستان گرم و طولانی، زمستان ملایم و کوتاه و گرمای زودرس (شکل ۱ و جدول ۱) و متوسط بارندگی سالانه ۲۱۳ میلی‌متر) اجرا شد. آزمایش به صورت بلوک‌های نواری، شامل چهار تاریخ کاشت (۱۵ آبان (زود هنگام)، ۱۵ آذر (به موقع)، ۱۵ دی (دیر هنگام) و ۱۵ بهمن ماه (خیلی دیر)) در نوارهای افقی و ۲۰ رقم گندم نان بهاره (جدول ۲) در نوارهای عمودی با سه تکرار انجام شد. خاک مزرعه آزمایشی بافت نیمه‌سنگین، واکنش نسبتاً قلیایی (pH=۷/۵) و هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۳ دسی‌زیمنس بر متر داشت و در سال قبل، آیش بود. هر کرت فرعی ۱۰ خط کشت دومتری به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم و با تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع داشت. در مرحله داشت آبیاری با توجه به رطوبت خاک، نیاز گیاه و شرایط آب‌وهوایی انجام شد. در مورد کوددهی، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره (به صورت ۵۰ درصد در زمان کاشت و ۵۰ درصد در ابتدای مرحله ساقه رفتن) و ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل در زمان قبل از کاشت استفاده شد. علف‌های هرز داخل و بین کرت‌ها به صورت دستی وجین شدند. در زمان برداشت دو خط اول و آخر و همچنین نیم متر از هر دو طرف کرت به‌عنوان حاشیه حذف و ۱/۶ مترمربع باقی‌مانده در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک هر کرت (به ترتیب تاریخ کاشت: ۳۰ فروردین، ۲۰ اردیبهشت، ۵ خرداد و ۱۵ خرداد) برداشت شد. عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه و تعداد دانه در مترمربع از ضرب تعداد سنبله در مترمربع در تعداد دانه در سنبله اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی روند رشد دانه و تعیین هر یک از مؤلفه‌های مربوط به آن یعنی طول دوره و سرعت

است. در مناطق خنک و مرطوب، این دوره طولانی‌تر است که باعث افزایش وزن دانه‌ها، کاهش نسبت گلوتن به نشاسته و نشاسته‌ای شدن مقطع دانه‌ها می‌شود، در حالی که طول این دوره در مناطق گرم و خشک کوتاه‌تر بوده و باعث کاهش وزن دانه‌ها، افزایش نسبت گلوتن به نشاسته و شیشه‌ای شدن مقطع دانه‌ها می‌شود (۴). ساتوره و اسلافر (۱۳) معتقدند که با افزایش دما، تجمع پروتئین و نشاسته کاهش می‌یابد، اما با توجه به اینکه حساسیت تجمع پروتئین به دما کمتر از نشاسته است، بنابراین دماهای بالا در طی دوره پرشدن دانه موجب کاهش بیشتر درصد نشاسته و افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود. بلومنتال و همکاران (۳) با بررسی اثر تنش گرمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ ساعت در بعد از گرده‌افشانی بر میانگین خواص کمی و کیفی ۴۵ رقم گندم در شرایط فیتوترون، گزارش کردند که تیمار تنش گرما نسبت به شاهد باعث کاهش ۱۷ درصدی وزن هزار دانه، کاهش ۷ درصدی نسبت گلوتن به گلیادین و افزایش ۱۷ درصدی درصد پروتئین شد. همچنین اسپیرتز و همکاران (۱۶) با مطالعه اثر دماهای مختلف شب و روز در مرحله پرشدن دانه بر عملکرد کمی و خواص کیفی ارقام متحمل و حساس گندم نسبت به تنش گرما گزارش کردند که تنش گرما باعث کاهش عملکرد دانه و وزن دانه و افزایش درصد پروتئین دانه ارقام گندم شد. افزایش درصد پروتئین دانه گندم در اثر تنش گرما توسط گیسون و همکاران (۶)، واردلاو و همکاران (۱۹) و ژائو و همکاران (۲۰) در گندم گزارش شده است.

به‌طور کلی تأخیر در کاشت، افزایش میانگین دمای مراحل آخر رشد و نمو گیاه یعنی گل‌دهی و دوره پر شدن دانه و مواجهه گندم با تنش گرمای آخر فصل، از طریق افزایش سرعت رشد و نمو و کاهش طول دوره پرشدن دانه، باعث کاهش وزن دانه و عملکرد دانه و افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود. لذا این آزمایش به منظور بررسی اثر تنش گرمای آخر فصل بر صفات طول دوره پرشدن دانه، سرعت پرشدن دانه و عملکرد کمی و کیفی ۲۰ رقم گندم نان بهاره در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد.



شکل ۱. میانگین دمای ماهانه (درجه سانتی‌گراد) در طول دوره رشد و نمو گندم در اهواز در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

جدول ۱. میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) دوره‌های کاشت تا گرده‌افشانی، گرده‌افشانی تا رسیدگی و کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک

تاریخ کاشت	کاشت تا گرده‌افشانی	گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک	کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک
۱۵ آبان	۱۳/۷	۲۰/۶	۱۵/۹
۱۵ آذر	۱۳/۵	۲۳/۲	۱۶/۴
۱۵ دی	۱۴/۹	۲۴/۸	۱۸/۰
۱۵ بهمن	۱۸/۴	۲۸/۷	۲۱/۹

پرشیدن دانه، بلافاصله بعد از ظهور سنبله‌های ساقه‌های اصلی، تعدادی از آنها (حدود ۱۰۰ سنبله) در خطوط ۳ و ۸ هر کرت با نخ‌های قرمز مشخص شدند، سپس از زمان گرده‌افشانی با فاصله زمانی هر پنج روز، پنج سنبله علامت‌گذاری شده، به صورت تصادفی برداشت و دانه‌های آنها جداسازی شد و در آن ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. با تقسیم وزن دانه‌ها به تعداد آنها، متوسط وزن تک‌دانه به دست آمد که از آن برای ترسیم منحنی رشد دانه (تغییرات وزن خشک دانه به عنوان تابعی از روزهای بعد از گرده‌افشانی) استفاده شد. از تقسیم وزن نهایی دانه به طول دوره پرشدن دانه، متوسط سرعت پرشدن دانه به دست آمد (۱۱). برای تعیین میزان نیتروژن دانه، از روش و دستگاه کجلدال استفاده شد. برای محاسبه درصد پروتئین، درصد نیتروژن حاصله در عدد ۵/۷ ضرب شد (۲۰). برای محاسبه صفت سرعت تجمع پروتئین

دانه، عملکرد پروتئین دانه بر طول دوره پرشدن دانه تقسیم شد. تجزیه واریانس، مقایسه میانگین و محاسبه همبستگی بین صفات با استفاده از سیستم تجزیه آماری (SAS) انجام شد. برای مقایسه میانگین تاریخ‌های کاشت از آزمون چند دامنه‌ای دانکن، برای ارقام از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار و برای اثر متقابل تاریخ کاشت رقم از روش برش‌دهی فیزیکی استفاده شد.

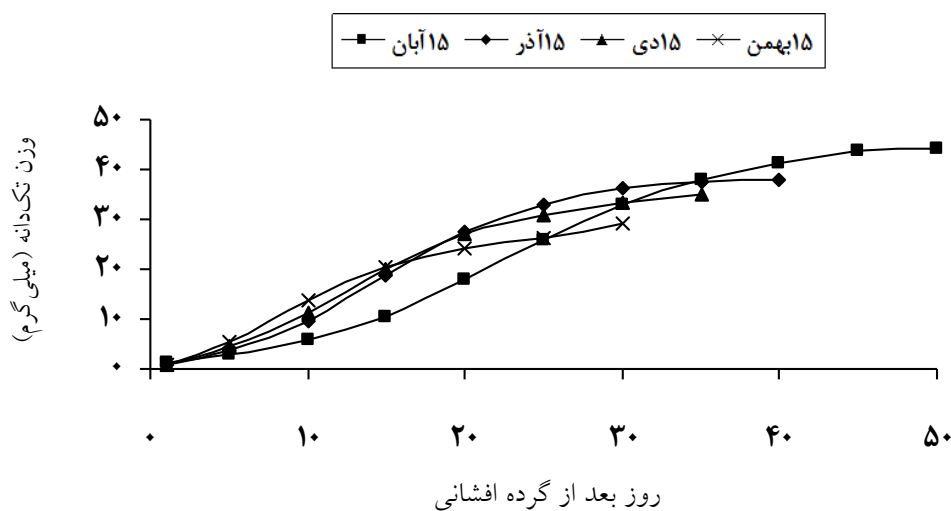
## نتایج و بحث

### اثر تنش گرما بر روند رشد دانه

روند رشد دانه در تاریخ‌های کاشت مختلف (شکل ۲) نشان داد که طول دوره پرشدن دانه و بیشترین وزن تک‌دانه در تاریخ‌های کاشت مختلف، متفاوت بود. در تاریخ کاشت اول (۱۵ آبان)، طول دوره پرشدن دانه حدود ۵۰ روز نسبت به تاریخ‌های کاشت بعدی بیشتر بود

جدول ۲. مشخصات ارقام گندم نان بهاره مورد آزمایش

نام رقم	منشأ	سال معرفی	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	رسیدگی
اترک	مکزیک	۱۳۷۴	۹۰	۳۶	۶۳۰۰	زودرس
اروند	اهواز	۱۳۵۲	۱۰۵	۴۶	۴۵۰۰	نیمه زودرس
اس ۸۰۱۸	سودان	-	۱۰۳	۳۷	۴۸۰۰	نیمه زودرس
استار	مکزیک	۱۳۶۹	۱۰۲	۴۵	۴۸۰۰	دیررس
اینیا ۶۶	مکزیک	۱۳۴۷	۱۰۵	۳۹	۳۵۰۰	زودرس
بولانی	سیستان	۱۳۴۳	۱۱۳	۴۲	۴۵۰۰	دیررس
بیات	داراب	۱۳۵۵	۹۵	۳۸	۵۰۰۰	نیمه زودرس
پیشناز	کرج	۱۳۸۱	۹۲	۴۵	۷۴۰۰	نیمه زودرس
چمران	مکزیک	۱۳۷۶	۹۵	۳۹	۶۲۰۰	زودرس
چناب ۷۰	پاکستان	-	۹۷	۳۸	۵۱۰۰	زودرس
داراب ۲	مکزیک	۱۳۷۴	۹۳	۳۸	۵۹۰۰	زودرس
دز	مکزیک	۱۳۸۱	۹۰	۳۸	۶۲۰۰	زودرس
روشن	اصفهان	۱۳۳۷	۱۱۵	۴۶	۴۰۰۰	دیررس
شعله	اهواز	۱۳۳۶	۱۱۵	۴۳	۳۰۰۰	دیررس
فلات	مکزیک	۱۳۶۹	۹۱	۳۸	۶۳۰۰	زودرس
کویر	زابل	۱۳۷۶	۹۳	۳۸	۶۳۰۰	زودرس
مارون	گچساران	۱۳۷۰	۹۴	۴۰	۳۱۰۰	زودرس
هامون	زابل	۱۳۸۱	۹۸	۴۳	۶۴۰۰	نیمه زودرس
هیرمند	زابل	۱۳۷۰	۱۰۰	۳۷	۵۵۰۰	زودرس
ویریناک	مکزیک	۱۳۷۰	۹۰	۳۸	۵۶۰۰	زودرس



شکل ۲. روند تغییرات وزن تک دانه نسبت به روز بعد از گرده افشانی در تاریخ‌های کاشت مختلف

آخر، به‌ازای افزایش یک درجه سانتی‌گراد در میانگین دمای طول دوره رشد و نمو (از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک)، عملکرد دانه حدود ۶۳۳ کیلوگرم در هکتار (تقریباً ۱۱ درصد) کاهش یافت (شکل ۱ و جدول ۴). با تأخیر در کاشت، طول دوره پرشدن دانه کاهش یافت، به‌طوری که طولانی‌ترین دوره (۵۶/۷ روز) در تاریخ کاشت اول و کوتاه‌ترین دوره (۳۷/۲ روز) در تاریخ کاشت آخر مشاهده شد. سرعت پرشدن دانه در تاریخ کاشت دوم به حداکثر رسید و بعد از آن در تاریخ‌های کاشت بعدی کاهش یافت. وقوع تنش گرمای آخر فصل باعث افزایش درصد پروتئین دانه شد، به‌طوری که کمترین مقدار این صفت (۱۰/۱۵ درصد) در تاریخ کاشت اول (۱۵ آبان) و بیشترین مقدار آن (۱۷/۲۹ درصد) در تاریخ کاشت چهارم (۱۵ بهمن) بود. یعنی با تشدید تنش گرما، درصد پروتئین دانه افزایش یافت. از تاریخ کاشت اول تا تاریخ کاشت آخر، به‌ازای افزایش یک درجه سانتی‌گراد در میانگین دمای طول دوره پرشدن دانه، پروتئین دانه حدود ۰/۹ درصد افزایش یافت (شکل ۱ و جدول ۴). عملکرد پروتئین تاریخ کاشت دوم بیشتر از سایر تاریخ‌های کاشت بود که به‌علت عملکرد دانه بالاتر در این تاریخ کاشت است، همچنین تاریخ کاشت چهارم، با وجود داشتن بالاترین درصد پروتئین، به‌دلیل عملکرد دانه پایین، کمترین عملکرد پروتئین را در بین تاریخ‌های کاشت داشت. سرعت تجمع پروتئین نیز در تاریخ کاشت دوم بالاتر از سایر تاریخ‌های کاشت بود که باز هم به‌دلیل عملکرد دانه بالاتر و عملکرد پروتئین بیشتر در این تاریخ کاشت است. این نتایج با نتایج آسی‌ودو (۱)، واردلاو (۱۸)، رادمهر و همکاران (۱۲)، اسپیرتر و همکاران (۱۶) و ژائو و همکاران (۲۰) در گندم مشابهت دارد. به‌طورکلی در تاریخ کاشت اول (۱۵ آبان) نسبت به تاریخ کاشت دوم (۱۵ آذر)، احتمالاً میانگین بالاتر دمای محیط (جدول ۱) باعث افزایش رشد رویشی و حساسیت و خسارت گیاه نسبت به سرمای دی‌ماه شد، لذا تعداد دانه در متر مربع و عملکرد دانه کاهش ولی با توجه به کاشت زودتر و طول دوره رشد طولانی‌تر، وزن هزار دانه و طول دوره پرشدن دانه افزایش یافت. اما در تاریخ کاشت دوم به‌دلیل وجود شرایط دمایی مناسب

(و با تأخیر در کاشت، به‌تدریج کاهش یافت، به‌طوری که در تاریخ کاشت آخر (۱۵ بهمن)، با حدود ۴۰ درصد کاهش به تقریباً ۳۰ روز رسید. در تاریخ کاشت اول، حداکثر وزن تک‌دانه (بیش از ۴۰ میلی‌گرم) نسبت به تاریخ‌های کاشت بعدی بیشتر بود و با تأخیر در کاشت، به‌تدریج کاهش یافت، به‌طوری که در تاریخ کاشت آخر با حدود ۳۸ درصد کاهش به تقریباً ۲۵ میلی‌گرم رسید (شکل ۲). دلیل این امر احتمالاً پایین‌تر بودن میانگین دمای دوره پرشدن دانه در تاریخ کاشت اول و افزایش آن در تاریخ‌های کاشت بعدی و وقوع تنش گرمای آخر فصل بود (جدول ۱). به‌طورکلی تنش گرما در طول دوره پرشدن دانه، ضمن کاهش طول دوره، بر تولید مواد فتوسنتز جاری، انتقال مواد فتوسنتزی به دانه و ترکیب نشاسته و ذخیره آنها در دانه‌های در حال رشد، اثر می‌گذارد (۱۱) که نتیجه نهایی آن، کاهش وزن دانه است (۶).

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر تاریخ کاشت، رقم و اثر متقابل آنها بر صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد.

#### اثر تنش گرمای آخر فصل (تاریخ کاشت)

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در مترمربع (۲۳۱۳۱ دانه) در تاریخ کاشت دوم (۱۵ آذر) حاصل شد. با تأخیر کاشت و افزایش میانگین دمای محیط، طول مراحل رشد از کاشت تا گرده‌افشانی کاهش یافته و لذا تعداد دانه در مترمربع در تاریخ کاشت آخر (۱۵ بهمن) به کمترین مقدار (۷۹۶۳ دانه) رسید. با تأخیر کاشت، کاهش معنی‌داری در وزن هزار دانه مشاهده شد. بیشترین وزن هزار دانه (۴۴/۸۵ گرم)، در تاریخ کاشت اول و کمترین آن (۲۵/۹۹ گرم) در تاریخ کاشت چهارم بود. بیشترین مقدار عملکرد دانه (۶۱۴۹ کیلوگرم در هکتار) به تاریخ کاشت دوم و کمترین آن (۱۸۲۰ کیلوگرم در هکتار) به تاریخ کاشت چهارم متعلق بود. کاهش عملکرد دانه نیز، ناشی از کاهش اجزای عملکرد دانه یعنی تعداد دانه در متر مربع و وزن هزار دانه است. از تاریخ کاشت اول تا تاریخ کاشت

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه گیری شده

سرعت تجمع	عملکرد	درصد	پروتئین دانه	سرعت	پرشدن دانه	طول دوره	عملکرد	وزن	تعداد دانه در مترمربع	درجه آزادی	منبع تغییر
۳/۶۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	۳/۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۹۸ <sup>ns</sup>	۲۳۵۳۱۰۵ <sup>ns</sup>	۲	تکرار	
۶۷۲۷۲ <sup>**</sup>	۱/۸۹۰ <sup>**</sup>	۵۸۴/۲۵ <sup>**</sup>	۰/۳۴۶۹ <sup>**</sup>	۴۲۴۲/۶ <sup>**</sup>	۲۲۷/۶۲ <sup>**</sup>	۴۶۹۰/۲۹ <sup>**</sup>	۲۸۱۵۵۴۲۵۲۷ <sup>**</sup>	۳	تاریخ کاشت (A)		
۱/۰۷	۰/۰۰۲	۱/۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰	۰/۰۹	۱/۴۲	۹۵۱۶۹۱	۶	خطای a		
۱۹/۷۴ <sup>**</sup>	۰/۰۲۸ <sup>**</sup>	۷/۳۳ <sup>**</sup>	۰/۱۰۴۰ <sup>**</sup>	۱۱۱/۳ <sup>**</sup>	۱/۳۴ <sup>**</sup>	۱۲۴/۳۱ <sup>**</sup>	۳۶۳۱۳۱۵۶ <sup>**</sup>	۱۹	رقم (B)		
۱/۱۹	۰/۰۰۲	۰/۷۵	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰	۰/۰۷	۱/۰۲	۸۳۰۴۰۲	۳۸	خطای b		
۶/۴۰ <sup>**</sup>	۰/۰۱۳ <sup>**</sup>	۱/۸۳ <sup>**</sup>	۰/۰۱۰۷ <sup>**</sup>	۱۶۱ <sup>**</sup>	۰/۸۱ <sup>**</sup>	۱۵/۳۹ <sup>**</sup>	۱۰۱۸۴۵۸۷ <sup>**</sup>	۵۷	A×B		
۱/۴۶	۰/۰۰۲	۰/۹۰	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۹۴	۷۳۱۸۸۴	۱۱۴	خطای c		

ns و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در تاریخ‌های مختلف کاشت

سرعت تجمع پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه	درصد پروتئین دانه	سرعت پرشدن دانه	طول دوره پرشدن دانه (روز)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در متر مربع	تاریخ کاشت
۱۰/۱۲ <sup>c</sup>	۵۷ <sup>ab</sup>	۱۰/۱۵ <sup>d</sup>	۰/۷۹ <sup>b</sup>	۵۶/۰ <sup>a</sup>	۵۶۲ <sup>b</sup>	۴۴/۸۵ <sup>a</sup>	۲۰۳۳۲ <sup>b</sup>	۱۵ آبان
۱۵/۶۴ <sup>a</sup>	۷۴ <sup>ab</sup>	۱۲/۱۱ <sup>c</sup>	۰/۸۷ <sup>a</sup>	۴۷/۸۵ <sup>b</sup>	۶۱۴ <sup>a</sup>	۴۱/۷۰ <sup>b</sup>	۲۳۱۳۱ <sup>a</sup>	۱۵ آذر
۱۴/۰۶ <sup>b</sup>	۵۸ <sup>ab</sup>	۱۴/۸۱ <sup>b</sup>	۰/۷۴ <sup>c</sup>	۴۱/۹ <sup>c</sup>	۳۹۷ <sup>c</sup>	۳۱/۱۵ <sup>c</sup>	۱۳۴۱۳ <sup>c</sup>	۱۵ دی
۸/۴۴ <sup>d</sup>	۳۱ <sup>c</sup>	۱۷/۴۹ <sup>a</sup>	۰/۷۰ <sup>۱d</sup>	۳۷/۲ <sup>d</sup>	۱۸۲ <sup>d</sup>	۲۵/۹۹ <sup>d</sup>	۷۹۶۳ <sup>d</sup>	۱۵ بهمن

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف یکسان هستند، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.



### همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده

ضرایب همبستگی بین صفات (جدول ۷) نشان داد که همبستگی بین صفت عملکرد دانه و تعداد دانه در مترمربع (۰/۹۲) بیشتر از همبستگی این صفت با وزن هزار دانه (۰/۸۲) بود. یعنی تأثیر تعداد دانه در مترمربع بر عملکرد دانه بیشتر از وزن هزار دانه است. درصد پروتئین دانه همبستگی منفی زیاد و معنی‌داری با صفات عملکرد دانه (۰/۸۲-)، وزن هزار دانه (۰/۸۱-)، تعداد دانه در مترمربع (۰/۷۸-) و طول دوره پرشدن دانه (۰/۷۸-) داشت. یعنی هرچه مقدار این صفات بیشتر باشد، میزان پروتئین دانه کمتر خواهد بود. عملکرد پروتئین دانه، بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشت، به عبارت دیگر هرچه عملکرد دانه بیشتر باشد، عملکرد پروتئین دانه نیز بیشتر است و این موضوع تأثیرپذیری زیاد عملکرد پروتئین دانه از عملکرد دانه را نشان می‌دهد. سرعت تجمع پروتئین، بیشترین همبستگی را با عملکرد پروتئین دانه که خود متأثر از عملکرد دانه است، داشت. لذا هرچه عملکرد دانه بالاتر باشد، عملکرد پروتئین دانه و به تبع آن سرعت تجمع پروتئین دانه بالاتر است.

### نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج نشان داد که با تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمای انتهای فصل، عملکرد دانه کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه (۷۲۵۴ کیلوگرم در هکتار) توسط رقم چمران در تاریخ کشت ۱۵ آذر و کمترین مقدار آن (۱۲۵۸ کیلوگرم در هکتار) توسط رقم هامون در تاریخ کشت ۱۵ بهمن به‌دست آمد. لذا با توجه به نتایج حاصله و ارقام مورد کشت در منطقه، می‌توان در شرایط کشت زودهنگام (۱۵ آبان)، به‌هنگام (۱۵ آذر) و دیرهنگام (۱۵ دی) از رقم چمران و در شرایط کشت خیلی دیر (۱۵ بهمن) از ارقام متحمل به گرما مثل مارون، ویریناک، ارونند و یا اترک استفاده کرد.

در دوره کاشت تا گرده‌افشانی (جدول ۱)، بیشترین تعداد دانه در متر مربع، عملکرد دانه، سرعت پرشدن دانه، عملکرد پروتئین دانه و سرعت تجمع پروتئین دانه حاصل شد.

### اثر رقم

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارقام از نظر صفات اندازه‌گیری شده تفاوت‌های زیادی باهم داشتند (جدول ۵). در اینجا رقم چمران، بیشترین عملکرد دانه (۵۰۹۸ کیلوگرم در هکتار) و رقم اینیا ۶۶، کمترین مقدار (۳/۸۳۵ روز) را داشت. طولانی‌ترین دوره پرشدن دانه، متعلق به رقم قدیمی و دیررس شعله (۵۲/۲۵ روز) و کوتاه‌ترین مدت آن مربوط به رقم قدیمی و دیررس روشن (۴۱/۲۵ روز) بود. اما در صفت سرعت پرشدن دانه، رقم روشن بیشترین سرعت و رقم شعله کمترین مقدار این صفت را داشت. در صفت درصد پروتئین دانه، رقم روشن با ۱۴/۸۴ درصد، بیشترین درصد پروتئین دانه و رقم دز با ۱۲/۰۷ درصد، کمترین مقدار را داشتند. به‌طورکلی از نتایج حاصله می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ارقام مورد مقایسه، تنوع ژنتیکی مناسبی از نظر صفات مطالعه شده دارند که می‌توانند در مطالعات اصلاحی استفاده شوند.

### اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم

مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام در هر کدام از تاریخ‌های کاشت (جدول ۶) نشان داد که در تاریخ کاشت اول (۱۵ آبان)، ارقام قدیمی و دیررس استار، بولانی و ارقام چمران و بیات بیشترین عملکرد دانه را داشتند. در تاریخ کاشت دوم (۱۵ آذرماه) که برای اغلب ارقام مناسب‌ترین زمان کاشت بود، بیشترین عملکرد دانه (۷۲۵۴ کیلوگرم در هکتار) توسط رقم چمران و کمترین مقدار (۵۴۴۵ کیلوگرم در هکتار) توسط رقم مارون حاصل شد. در تاریخ کاشت چهارم کمترین عملکرد دانه تمام ارقام به‌دست آمد. در این تاریخ کشت بالاترین عملکرد دانه (۲۳۲۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم مارون و کمترین آن (۱۲۵۸ کیلوگرم در هکتار) متعلق به رقم هامون بود.

جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده ارقام مورد مطالعه

ارقام	تعداددانه	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	طول دوره پرشدن دانه (روز)	سرعت پرشدن دانه (میلی‌گرم در دانه در روز)	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه (کیلوگرم در هکتار)	سرعت تجمع پروتئین دانه (کیلوگرم در هکتار در روز)
اترک	۱۹۶۱ <sup>a</sup>	۳۱/۲۹۱	۴۳۸۱ <sup>cde</sup>	۴۳/۷۵ <sup>m</sup>	۰/۷۰۹ <sup>k</sup>	۱۳/۷۴ <sup>cdefg</sup>	۵۶۳ <sup>de</sup>	۱۲/۹۴ <sup>cd</sup>
اروند	۱۵۸۵ <sup>cef</sup>	۳۹/۵۸ <sup>bc</sup>	۴۶۸۹ <sup>b</sup>	۴۶/۷۵ <sup>g</sup>	۰/۸۳۵ <sup>e</sup>	۱۴/۰۷ <sup>abcde</sup>	۶۱۸ <sup>bc</sup>	۱۳/۱۷ <sup>bc</sup>
اس ۸۰۱۸	۱۵۵۶ <sup>cef</sup>	۳۳/۷۴ <sup>h</sup>	۴۳۸۰ <sup>cde</sup>	۴۷/۲۵ <sup>e</sup>	۰/۷۱۱ <sup>k</sup>	۱۲/۹۵ <sup>hij</sup>	۵۱۴ <sup>ghij</sup>	۱۱/۰۶ <sup>gh</sup>
استار	۱۴۴۴ <sup>gh</sup>	۴۰/۲۸ <sup>ab</sup>	۴۳۸۵ <sup>cd</sup>	۴۳/۵۰ <sup>n</sup>	۰/۹۱۴ <sup>b</sup>	۱۴/۳۷ <sup>abcd</sup>	۵۶۱ <sup>de</sup>	۱۲/۷۸ <sup>cd</sup>
اینیا ۶۶	۱۷۰۸ <sup>ecd</sup>	۳۳/۱۴ <sup>hi</sup>	۳۸۳۵ <sup>h</sup>	۵۲/۰ <sup>b</sup>	۰/۶۳۹ <sup>l</sup>	۱۴/۳۷ <sup>abcd</sup>	۵۲۶ <sup>efgh</sup>	۱۰/۱۹ <sup>hij</sup>
بولانی	۱۴۲۷ <sup>gh</sup>	۳۷/۴۶ <sup>e</sup>	۴۱۸۸ <sup>ef</sup>	۴۵/۷۵ <sup>i</sup>	۰/۸۱۴ <sup>f</sup>	۱۳/۵۵ <sup>defgh</sup>	۵۰۸ <sup>ghij</sup>	۱۰/۹۴ <sup>gh</sup>
بیات	۱۸۳۸ <sup>ab</sup>	۳۶/۰۲ <sup>f</sup>	۵۰۳۳ <sup>a</sup>	۴۶/۲۵ <sup>h</sup>	۰/۷۷۴ <sup>g</sup>	۱۲/۵۶ <sup>jk</sup>	۵۸۸ <sup>cd</sup>	۱۲/۶۰ <sup>de</sup>
پیشناز	۱۵۲۵ <sup>efg</sup>	۳۸/۳۲ <sup>d</sup>	۴۵۸۶ <sup>b</sup>	۴۴/۰ <sup>l</sup>	۰/۸۵۹ <sup>d</sup>	۱۲/۷۵ <sup>ijk</sup>	۵۳۲ <sup>efgh</sup>	۱۱/۹۸ <sup>def</sup>
چمران	۱۹۱۱ <sup>a</sup>	۳۳/۶۷ <sup>h</sup>	۵۰۹۰ <sup>a</sup>	۴۴/۵ <sup>j</sup>	۰/۷۵۴ <sup>h</sup>	۱۳/۷۵ <sup>cdefg</sup>	۶۴۳ <sup>ab</sup>	۱۴/۴۱ <sup>a</sup>
چناب	۱۴۸۳ <sup>efg</sup>	۳۶/۱۴ <sup>f</sup>	۴۲۴۵ <sup>def</sup>	۴۵/۷۵ <sup>i</sup>	۰/۷۷۷ <sup>g</sup>	۱۴/۷۳ <sup>ab</sup>	۵۸۸ <sup>cd</sup>	۱۲/۷۷ <sup>cd</sup>
داراب ۲	۱۶۷۴ <sup>d</sup>	۳۳/۸۸ <sup>h</sup>	۴۰۸۹ <sup>fg</sup>	۴۷/۵۰ <sup>d</sup>	۰/۷۱۶ <sup>jk</sup>	۱۳/۳۳ <sup>cdefghi</sup>	۵۱۲ <sup>ghij</sup>	۱۱/۰۹ <sup>efgh</sup>
دز	۱۶۸۲ <sup>de</sup>	۳۲/۳۷ <sup>i</sup>	۴۵۶۹ <sup>bc</sup>	۴۳/۰ <sup>o</sup>	۰/۷۴۵ <sup>hij</sup>	۱۲/۰۷ <sup>k</sup>	۵۲۷ <sup>efgh</sup>	۱۲/۰۷ <sup>k</sup>
روشن	۱۵۵۱ <sup>efg</sup>	۳۶/۶۶ <sup>bc</sup>	۴۰۷۹ <sup>fg</sup>	۴۱/۲۵ <sup>q</sup>	۰/۹۵۵ <sup>a</sup>	۱۴/۸۴ <sup>a</sup>	۵۴۷ <sup>defg</sup>	۱۳/۱۲ <sup>bc</sup>
شعله	۱۷۲۵ <sup>abcd</sup>	۳۰/۶۳ <sup>j</sup>	۳۹۰۹ <sup>gh</sup>	۵۲/۲۵ <sup>a</sup>	۰/۵۹۳ <sup>m</sup>	۱۳/۵۹ <sup>defgh</sup>	۴۹۷ <sup>hij</sup>	۹/۳۰ <sup>i</sup>
فلات	۱۵۵۸ <sup>ef</sup>	۳۳/۸۶ <sup>h</sup>	۴۳۷۲ <sup>de</sup>	۴۲/۷۵ <sup>p</sup>	۰/۷۸۴ <sup>g</sup>	۱۳/۵۴ <sup>defgh</sup>	۵۵۵ <sup>def</sup>	۱۲/۷۵ <sup>cd</sup>
کوبر	۱۱۷۵ <sup>q</sup>	۳۵/۰۵ <sup>g</sup>	۴۳۷۵ <sup>de</sup>	۴۷/۵۰ <sup>d</sup>	۰/۷۳۱ <sup>ij</sup>	۱۳/۳۱ <sup>fghij</sup>	۵۳۵ <sup>efgh</sup>	۱۱/۲۱ <sup>efg</sup>
مارون	۱۳۰۹ <sup>fj</sup>	۴۰/۹۰ <sup>a</sup>	۴۰۹۹ <sup>fg</sup>	۵۰/۵۰ <sup>c</sup>	۰/۸۱۲ <sup>f</sup>	۱۴/۰۴ <sup>bcdef</sup>	۵۵۹ <sup>de</sup>	۱۱/۲۴ <sup>efg</sup>
هامون	۱۳۷۵ <sup>ij</sup>	۳۸/۹۲ <sup>cd</sup>	۴۱۹۲ <sup>def</sup>	۴۲/۷۵ <sup>p</sup>	۰/۹۰۲ <sup>bc</sup>	۱۲/۶۲ <sup>ijkl</sup>	۴۷۱ <sup>i</sup>	۱۰/۹۴ <sup>gh</sup>
هیرمند	۱۶۰۳ <sup>q</sup>	۳۹/۸۲ <sup>b</sup>	۴۶۲۷ <sup>b</sup>	۴۴/۲۵ <sup>k</sup>	۰/۸۸۹ <sup>c</sup>	۱۳/۰۵ <sup>ghij</sup>	۵۶۲ <sup>de</sup>	۱۳/۰۵ <sup>ghij</sup>
ویریناک	۱۷۴۰ <sup>cd</sup>	۳۳/۸۱ <sup>h</sup>	۴۶۹۰ <sup>b</sup>	۴۷/۰ <sup>f</sup>	۰/۷۱۳ <sup>k</sup>	۱۴/۷۳ <sup>ab</sup>	۶۶۲ <sup>a</sup>	۱۴/۰۷ <sup>ab</sup>

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف یکسان هستند، در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۶. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر صفات عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

ارقام	۱۵ آبان	۱۵ آذر	۱۵ دی	۱۵ بهمن
اترک	۵۰۵۴ <sup>fg</sup>	۶۰۰۱ <sup>fgh</sup>	۴۲۴۰ <sup>abc</sup>	۲۲۲۸ <sup>abc</sup>
اروند	۵۳۹۶ <sup>def</sup>	۶۷۴۶ <sup>bc</sup>	۴۳۵۲ <sup>ab</sup>	۲۲۵۳ <sup>ab</sup>
اس ۱۸	۵۵۵۲ <sup>cde</sup>	۶۱۷۸ <sup>defg</sup>	۳۹۸۳ <sup>bcd</sup>	۱۸۰۹ <sup>d</sup>
استار	۶۷۸۲ <sup>a</sup>	۵۸۵۸ <sup>ghi</sup>	۳۵۶۳ <sup>def</sup>	۱۳۳۸ <sup>e</sup>
اینیا ۶۶	۴۵۵۶ <sup>h</sup>	۵۰۱۵ <sup>j</sup>	۳۸۴۹ <sup>cde</sup>	۱۹۲۲ <sup>d</sup>
بولانی	۶۷۴۱ <sup>a</sup>	۵۵۶۲ <sup>i</sup>	۲۶۸۸ <sup>g</sup>	۱۷۵۹ <sup>d</sup>
بیات	۶۴۷۷ <sup>a</sup>	۷۰۶۹ <sup>ab</sup>	۴۶۳۸ <sup>a</sup>	۱۹۵۳ <sup>cd</sup>
پیشتاز	۵۵۸۰ <sup>cde</sup>	۶۴۹۹ <sup>cde</sup>	۴۵۲۴ <sup>a</sup>	۱۷۴۱ <sup>d</sup>
چمران	۶۴۷۰ <sup>a</sup>	۷۲۵۴ <sup>a</sup>	۴۶۵۱ <sup>a</sup>	۲۰۱۸ <sup>bcd</sup>
چناب	۵۴۷۸ <sup>cde</sup>	۶۱۰۵ <sup>efg</sup>	۳۵۴۳ <sup>def</sup>	۱۸۵۳ <sup>d</sup>
داراب ۲	۴۷۷۰ <sup>gh</sup>	۵۴۵۲ <sup>i</sup>	۴۳۸۸ <sup>ab</sup>	۱۷۴۷ <sup>d</sup>
دز	۵۴۹۲ <sup>cde</sup>	۶۵۶۴ <sup>cd</sup>	۴۳۶۲ <sup>ab</sup>	۱۸۵۶ <sup>d</sup>
روشن	۶۰۲۷ <sup>b</sup>	۵۶۷۱ <sup>hi</sup>	۳۳۵۲ <sup>f</sup>	۱۳۳۸ <sup>e</sup>
شعله	۵۸۰۲ <sup>bc</sup>	۴۶۸۸ <sup>j</sup>	۳۳۸۴ <sup>f</sup>	۱۷۶۴ <sup>d</sup>
فلات	۵۳۳۱ <sup>ef</sup>	۶۴۱۴ <sup>def</sup>	۴۳۵۴ <sup>ab</sup>	۱۳۹۱ <sup>e</sup>
کویر	۵۷۵۵ <sup>bcd</sup>	۶۵۸۶ <sup>cd</sup>	۳۳۱۷ <sup>f</sup>	۱۸۴۰ <sup>d</sup>
مارون	۴۷۵۳ <sup>gh</sup>	۵۴۴۵ <sup>i</sup>	۳۸۷۲ <sup>cde</sup>	۲۳۲۳ <sup>a</sup>
هامون	۵۳۳۹ <sup>ef</sup>	۶۶۵۷ <sup>bc</sup>	۳۵۱۶ <sup>ef</sup>	۱۲۵۸ <sup>e</sup>
هیرمند	۵۵۸۸ <sup>cde</sup>	۶۷۴۱ <sup>bc</sup>	۴۴۲۵ <sup>ab</sup>	۱۷۵۱ <sup>d</sup>
ویریناک	۵۴۷۸ <sup>cde</sup>	۶۴۸۰ <sup>cde</sup>	۴۵۵۹ <sup>a</sup>	۲۲۶۵ <sup>ab</sup>

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف یکسان هستند، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۷. همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده (n=۲۴۰)

تعداد دانه در مترمربع	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	طول دوره پرشدن دانه	سرعت پرشدن دانه	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه
۰/۷۱ <sup>**</sup>						وزن هزار دانه
۰/۹۲ <sup>**</sup>	۰/۸۲ <sup>**</sup>					عملکرد دانه
۰/۷۰ <sup>**</sup>	۰/۷۲ <sup>**</sup>	۰/۶۸ <sup>**</sup>				طول دوره پرشدن دانه
۰/۳۴ <sup>**</sup>	۰/۷۲ <sup>**</sup>	۰/۵۰ <sup>**</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>			سرعت پرشدن دانه
-۰/۷۸ <sup>**</sup>	-۰/۸۱ <sup>**</sup>	-۰/۸۲ <sup>**</sup>	-۰/۷۸ <sup>**</sup>	-۰/۳۸ <sup>**</sup>		درصد پروتئین دانه
۰/۷۸ <sup>**</sup>	۰/۵۹ <sup>**</sup>	۰/۸۸ <sup>**</sup>	۰/۴۳ <sup>**</sup>	۰/۴۳ <sup>**</sup>	-۰/۴۷ <sup>**</sup>	عملکرد پروتئین دانه
۰/۵۱ <sup>**</sup>	۰/۲۸ <sup>**</sup>	۰/۶۲ <sup>**</sup>	-۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۴۴ <sup>**</sup>	-۰/۱۴ <sup>*</sup>	سرعت تجمع پروتئین دانه

ns، \* و \*\*: غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

## سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی و معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان که قسمتی از هزینه‌های این آزمایش را تامین کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع مورد استفاده

1. Acevedo, E. 1991. Improvement of winter cereal crops in Mediterranean environments: use yield, morphological and physiological traits. *In: Proceeding of Physiology Breeding of Winter Cereal for Stressed Mediterranean Environments*, Montpellier, France, INRA. PP. 273-305.
2. Ayeneh, A., M. Van-Ginkel, M. P. Reynolds and K. Ammar. 2002. Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. *Field Crops Research* 79: 173-184.
3. Blumenthal, C., F. Bekes, P. W. Gras, E. W. R. Barlow and C. W. Wrigley. 1995. Identification of wheat genotypes tolerant to the effects of heat stress on grain quality. *Cereal Chemistry* 72: 539-544.
4. Emam, Y. 2004. Cereal Production. Shiraz University Press. Shiraz. (In Farsi).
5. Essemine, J., S. Ammar, N. Jbir and S. Bouzid. 2007. Sensitivity of two wheat species to heat constraint during germination. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10(21): 3762-3768.
6. Gibson, L. R., P. G. Mc-Cluskey, K. A. Tilley and G. M. Paulsen. 1998. Quality of hard red winter wheat grown under high temperature conditions during maturation and ripening. *Cereal Chemistry* 75: 421-427.
7. Hossein-poor, T., A. Siadat, R. Mamaghani, GH. Fathi and M. Rafiee. 2007. Study on the grain-filling rate and grain filling period of wheat genotypes under rainfed conditions in the Kohdasht of Lorestan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 13(2): 1-10. (In Farsi).
8. Li, A. G., Y. S. Hou, G. W. Wall, A. Trent, B. A. Kimball and P. J. Pinter. 2000. Free air CO<sub>2</sub> enrichment and drought stress effects on grain filling rate and duration in spring wheat. *Crop Science* 40: 1263-1270.
9. Modhej, A., A. Naderi and S. A. Siadat. 2007. Effect of heat stress after anthesis on source limitation of wheat and barley cultivars. *Journal of Agricultural Science* 13: 393-403. (In Farsi).
10. Noormohammadi, GH., A. Siadat and A. Kashani. 2001. Agronomy (Cereal). Shahid Chamran University, Ahwaz. (In Farsi).
11. Radmehr, M. 1997. Effect of Heat Stress on Physiology of Growth and Development of Wheat. Ferdowsi University Press. Mashhad. (In Farsi).
12. Radmehr, M., GH. A. Ayeneh and R. Mamaghani. 2005. Response of late, medium and early maturity bread wheat cultivars to different sowing dates. 1: Effect of sowing date on phenological, morphological and grain yield of four bread wheat cultivars. *Journal of Plant and Seed* 21: 175-189. (In Farsi).
13. Sature, E. H. and G. A. Slafer. 2005. Wheat: Ecology, physiology and yield determination. Translate: Kafi, M., A. Jafar-Nezhad and M. Jami-Alahmadi. Ferdosi University Press. Mashhad.
14. Shanahan, J. F., I. B. Edwards, J. S. Quick and J. R. Fenwick. 1990. Membranes thermostability and heat tolerance of spring wheat. *Crop Science* 30: 247-250.
15. Sinclair, T. R. and R. C. Muchow. 2001. System analysis of plant traits to increase grain yield on limited water supplies. *Agronomy Journal* 93: 263-270.
16. Spiertz, J. H. J., R. J. Hamer, H. Xu, C. Primo-Martin, C. Don and P. E. L. Van-Der-Putten. 2006. Heat stress in wheat: Effects on grain growth and quality traits. *European Journal of Agronomy* 25: 89-95.
17. Subedi, K. D., B. L. Ma and A. G. Xue. 2007. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. *Crop Science* 47: 36-44.
18. Wardlaw, I. F. 1994. The effect of high temperature on kernel development in wheat: Variability related to pre-heading and post-anthesis conditions. *Australian Journal of Plant Physiology* 21: 731-739.
19. Wardlaw, I. F., C. Blumenthal, O. Larroque, and C. W. Wrigley. 2002. Contrasting effects of chronic heat stress and heat shock on kernel weight and flour quality in wheat. *Functional Plant Biology* 29: 25-34.
20. Zhao, H., T. Dai, D. Jiang and W. Cao. 2008. Effects of high temperature on key enzymes involved in starch and protein formation in grains of two wheat cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science* 194: 47-54.

## The Effect of Terminal Heat Stress on Grain Growth and Quantitative and Qualitative Yield of Spring Bread Wheat in Ahwaz

A. Moshatati<sup>1\*</sup>, A. Siadat<sup>2</sup>, KH. Alami Saeed<sup>3</sup>, A. Bakhshande<sup>2</sup> and M. R. Jalal Kamali<sup>4</sup>

(Received: December 3-2017 ; Accepted: March 7-2018)

### Abstract

Terminal heat stress in hot and dry conditions like Ahwaz reduces the quantitative and qualitative yield of wheat. In order to study the effect of terminal heat stress on grain filling period duration, grain filling rate and quantitative and qualitative yield of 20 spring bread wheat cultivars, a field experiment was conducted in Research Farm of Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran in 2008-2009 as stripe block design and included four sowing dates (6 Nov., 6 Dec., 5 Jan. and 4 Feb.) in horizontal plots and 20 spring bread wheat cultivars in vertical plots with three replications. The analysis of variance showed that sowing date, genotypes and their interaction had a significant effect on measured traits. The mean comparison of interaction effect showed that in sowing date of 6 Dec. the highest grain yield (7254 kg/ha) was related to Chamran cultivar and the lowest grain yield (5445 kg/ha) belonged to Maroon cultivar. In terminal heat stress condition (sowing date of 4 Feb.), the highest grain yield (2323 kg/ha) was related to Maroon cultivar and the lowest grain yield (1258 kg/ha) belonged to Hamoon cultivar. Generally, in early (6 Nov.), timely (6 Dec.) and late (5 Jan) seeding, Chamran cultivar was suitable and in very late (4 Feb.) sowing, cultivars of Maroon, Virinak, Arvand and Atrak were suitable.

**Keywords:** Grain yield, Protein percent, Protein yield

---

1, 2, 3. Assistant Professor, Professors and Associate Professor, Respectively, Department of Plant Production and Genetic Engineering, Production and Plant Genetic Department, College of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan.

4. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

\*: Corresponding Author, Email: A.Moshatati@ramin.ac.ir