

Research Article

Plant Prod., 2021, 44(2), 157-170  
http://plantproduction.scu.ac.ir//

ISSN (P): 2588-543X  
ISSN (E): 2588-5979

## Influence of Sowing Date and Terminal Heat Stress on Phenological Features and Yield Components of Bread Wheat Genotypes

Seydeh Fatemeh Musavi<sup>1</sup>, Mohammad Reza Siahpoosh<sup>2\*</sup>, Karim Sorkheh<sup>3</sup>

- 1- M.Sc. Graduate of Plant Breeding, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
- 2- **\*Corresponding Author:** Associate Professor of Plant Breeding, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (siahpoosh@scu.ac.ir)
- 3- Assistant Professor of Plant Breeding, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

**Citation:** Musavi, S. F., Siahpoosh, M. R., & Sorkheh, K. (2021). Influence of sowing date and terminal heat stress on phenological features and yield components of bread wheat genotypes. *Plant Productions*, 44(2), 157-170.

 10.22055/PPD.2019.28957.1744

Received: 12 May, 2019

Accepted: 25 September, 2019

### Abstract

#### Introduction

Delay in sowing date results in yield production change in wheat. Belated sowing time of wheat cultivars always encounters terminal heat stress, particularly after flowering, in south of Iran. Heat stress is one of the main obstacles influencing crop production worldwide. Currently, producing heat tolerant genotypes is so essential in plant breeding programs. In spite of previous research on physiological aspects of heat stress tolerance, a consensus among scientists on the most important traits controlling heat stress tolerance in plants is not available. Phenological traits of wheat genotypes are the major traits influencing heat tolerance and very important in breeding programs.

#### Materials and Methods

In order to investigate the effects of sowing date and terminal heat stress on phenological traits, yield and yield components of bread wheat, a field experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications on 30 genotypes including: Pars, Bahar, Sistan, Dez, Shiraz, Bam, Arvand, Chamran 2, Kavir, Neyshabour, Roshan, Pishtaz, Hamoon, Kaz, Arta, Sepahan, Mehregan, Shuosh, Verinak, Arg, Ghods, Hirmand, Chamran, Alvand, Falat, Aflack, Marvdasht, Mantana, Babax and Weebile with different length of phenological stages in experimental fields of Shahid Chamran University of Ahvaz during 2014-2015. The cultivars were

planted in normal and late sowing dates (terminal heat stress) and the data were combined and run in a combined analysis of variance.

### **Results and Discussion**


In this research, sowing date and consequent heat stress significantly reduced ( $P \leq 0.01$ ) the phenological traits. The average of the number of days from sowing to tillage was reduced by 23% under terminal heat stress in comparison with the normal condition. The yield and yield components were also strongly affected by seasonal heat stress and the number of spikelets per spike (16%), number of kernels per spike (18%), thousands kernel weight (11%), biological yield (40%), harvest index (14%) and grain yield (46%) reduced under heat stress. Based on the results, the correlation between phenological traits and yield components was positive in normal conditions and in most cases it was negative under heat stress conditions. The results of canonical correlation showed that phenological traits in the first canonical correlation could interpret 38% of the variance of yield components in the normal and 47% in the heat stress conditions, which shows the more effective role of phenological traits on yield components under heat stress than normal conditions. Cluster analysis also displayed the important role of phenological features in comparison with other traits in the classification of commercial wheat cultivars of Iran. Generally, under hot climatical conditions such as Khuzestan the length of different phenological stages over the course of plant life significantly influence the grain performance. If the phenology of genotypes is locally engineered based on the optimum length, the promising heat tolerant cultivars will be achieved with ability to produce and maintain the yield production.

### **Conclusion**

Generally, under hot climatical conditions such as Khuzestan the length of different phenological stages over the course of plant life significantly influence the grain performance. If the phenology of genotypes is locally engineered based on the optimum length, the promising heat tolerant cultivars will be achieved with the potential to produce and maintain the yield production.

**Keywords:** Canonical correlation, Harvest index, Sowing date, Wheat cultivars, Yield component

## اثر تاریخ کشت و تنش گرمای انتهای فصل بر صفات فنولوژیک و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های گندم نان

سیده فاطمه موسوی<sup>۱</sup>، محمدرضا سیاهپوش<sup>۲\*</sup> , کریم سرخه<sup>۳</sup>

- ۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران  
 ۲- نویسنده مسئول: دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران  
 (siahpoosh@scu.ac.ir)  
 ۳- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۸

### چکیده

مراحل فنولوژیک ارقام تجاری گندم از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تحمل به گرما بوده که در برنامه‌های اصلاحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به منظور بررسی اثر تاریخ کشت و تنش گرما بر صفات فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان، آزمایشی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه آزمایشی دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی ۳۰ ژنوتیپ گندم نان با طول مراحل فنولوژیک متفاوت اجرا شد. ارقام در دو تاریخ کاشت به‌موقع و دیرهنگام (تنش گرمای انتهای فصل) کشت شده و داده‌های حاصل به‌صورت تجزیه مرکب تجزیه گردید. در این تحقیق تنش گرما اثر معنی‌دار در کاهش صفات فنولوژیک مورد مطالعه داشت. عملکرد و اجزای عملکرد نیز تحت تأثیر تنش گرمای انتهای فصل قرار گرفت و کاهش یافتند. بر اساس نتایج حاصل همبستگی بین صفات فنولوژیک و اجزای عملکرد در شرایط بدون تنش مثبت و در اکثر موارد در شرایط تنش گرما منفی بود. نتایج همبستگی کانونیک نشان داد که صفات فنولوژیک در همبستگی کانونیک اول در شرایط بدون تنش ۳۸ درصد و در شرایط تنش گرما ۴۷ درصد واریانس در اجزای عملکرد را تفسیر نمودند که نشان‌دهنده تأثیر شدیدتر صفات فنولوژیک بر اجزای عملکرد در شرایط تنش گرما است. نتایج تجزیه خوشه‌ای نیز نقش بسیار مهم مراحل فنولوژیک در گروه‌بندی ارقام تجاری گندم کشور را نشان داد. به‌طور کلی، اگر در مناطق گرم انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب بر اساس طول مراحل فنولوژیک مناسب صورت پذیرد، می‌توان به ارقام متحملی دست یافت که ضمن تولید عملکرد بالا، پایداری بیشتری در عملکرد دانه داشته باشند.

کلیدواژه‌ها: ارقام گندم، تاریخ کشت، شاخص برداشت، عملکرد دانه، همبستگی کانونیک

### مقدمه

(2005). تنش‌های غیرزنده از جمله دمای بالا و خشکی، رشد و نمو گیاهان زراعی از جمله غلات را به شدت محدود نموده و باعث کاهش عملکرد آن‌ها می‌گردد (Sharifi and Mohammadkhani 2018; Barnabas et al., ) (2008). تنش گرما اغلب به عنوان افزایش دما به بالاتر از

از مجموع تنش‌های غیرزنده کاهنده عملکرد گیاهان، حدود ۴۰ درصد مربوط به تأثیر دمای بالا، ۲۰ درصد شوری، ۱۷ درصد خشکی، ۱۵ درصد دمای پایین و ۸ درصد عوامل دیگر می‌باشد (Ashraf and Harris, )

اعمال تیمار گرمای طبیعی با استفاده از تغییر تاریخ کاشت روی ۱۲ رقم گندم گزارش کرد که عملکرد دانه به علت اثر دمای بالا بر روی فرآیند پراکنش دانه و رسیدگی آن قبل از پراکنش کامل، به طور معنی داری کاهش می یابد.

(Sial et al., 2005) بیان داشتند که تنش گرما باعث کاهش معنی دار تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، تعداد روز از کاشت تا سنبله دهی، تعداد میانگین، دوره پراکنش دانه و در نهایت کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گردید. دما اثر قابل توجهی بر طول دوره پراکنش دانه دارد به طوری که وقوع دمای بالاتر از ۳۱ درجه سانتی گراد در مرحله بعد از گل دهی می تواند باعث کاهش معنی دار این دوره و در نهایت میزان پراکنش دانه شود.

با توجه به لزوم آگاهی از میزان تأثیر مراحل فنولوژیک بر تحمل به گرما در ژنوتیپ های گندم و اتخاذ یک استراتژی مناسب در فرآیند انتخاب در برنامه های اصلاحی تولید ارقام متحمل به گرما، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر طول مراحل فنولوژیک بر صفات مرتبط با عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش گرما بر روی ۳۰ ژنوتیپ مختلف گندم با طول مراحل فنولوژیک متفاوت اجرا گردید.

### مواد و روش ها

کشت بدون تنش (تاریخ کاشت طبیعی منطقه) و تنش (تاریخ کاشت تأخیری) به صورت جداگانه اجرا شد. ۳۰ رقم گندم نان در آزمایش مورد مطالعه قرار گرفتند. این ارقام با طول مراحل فنولوژیک متفاوت متعلق به اقلیم های چهارگانه کشور شامل اقلیم سرد و معتدل سرد (الوند و شیراز)، معتدل (ارقام نیشابور، قدس، پیشتاز، مرودشت، روشن، کویر، سپاهان، بزم، سیستان، پارس، ارگ و بهار)، گرم و خشک جنوب (چمران، فلات، هیرمند، دز، چمران ۲، مهرگان، شوش، هامون، افلاک و اروند) و گرم و مرطوب شمال (آرتا) و هم چنین چهار رقم بین المللی کاز (رقم متحمل به گرما)، مانتا (رقم حساس به گرما)، Babax و Weebile (دو رقم خارجی در مطالعات گرما) بودند. کاشت ژنوتیپ ها در ۳ آذر (تاریخ کاشت به موقع) و ۲۷

یک حد آستانه و برای یک دوره زمانی مشخص که خسارت غیر قابل برگشت به رشد و نمو گیاه وارد کند تعریف می گردد (Wahid et al., 2007). در ایران سالانه حدود ۵/۶ میلیون هکتار گندم کشت می گردد، که حدود ۱۰ درصد از این اراضی در مناطق جنوبی کشور از جمله خوزستان با تنش گرمای انتهای فصل در طی مرحله گل دهی و دوره پراکنش دانه مواجه می شوند که باعث کاهش ۵ تا ۴۰ درصدی عملکرد در این مناطق می گردد (Jalal-Kamali and Duveiller, 2008). در این مناطق در فصل پاییز و زمستان گندم دوره رشدی مناسبی را طی می کند اما با افزایش ناگهانی دما در ماه های اسفند و فروردین مراحل گل دهی و پراکنش دانه با دماهای بالا مصادف می شود که منجر به کاهش شدید عملکرد دانه می گردد (Omidi et al., 2015; Moshatti et al., 2010). زمان کاشت تأثیر به سزایی در رشد و نمو گیاه طی فصل رشد دارد به نحوی که تغییر در تاریخ کاشت می تواند طول مراحل نمو را به شدت تغییر دهد. اهمیت مراحل نمو در سازگاری یک رقم با منطقه و تعیین عملکرد آن از دیرباز مورد توجه محققین بوده و در این زمینه تلاش به نژادگران با موفقیت هایی همراه بوده است (Jalal-Kamali and Boyd, 2000). شاهد این مسئله گل دهی تقریباً همزمان تمامی ارقام مورد کشت در یک منطقه می باشد (Gomez MacPherson, 1993; Flood and Halloran, 1986). Sinclair (1994) نشان داد که دما مهم ترین عامل پیش برنده نمو گیاه به شمار می رود و اهمیت این عامل در پیشرفت مراحل نمو مدت هاست که شناخته شده است. دمای بالا تمامی مراحل رشدی گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد، گل دهی را تسریع می کند، دوره نمو سنبله، تعداد سنبله و طول سنبله را کاهش داده و به نحو نامطلوبی نمو دانه گرده را تحت تأثیر قرار می دهد (Wahid et al., 2007; Rahman et al., 2009). وقوع دمای بالا در مرحله گل دهی با کاهش تعداد دانه در سنبله و در نهایت کاهش شاخص برداشت منجر به افت عملکرد می شود (Ferris et al., 1998). Al-Otayk (2010) با

با استفاده از آزمون‌های شاپیر-ویلک (Shapiro-Wilk) و یکنواخت بودن واریانس خطاهای آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت (Bartlett's test) مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس تجزیه مرکب داده‌ها در دو شرایط بدون تنش و تنش گرما با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS-9.1.3 انجام شد. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward's method) توسط نرم‌افزار SPSS-20 انجام شد.

### نتایج و بحث

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 ساقه دهی، تعداد روز از کاشت تا سنبله‌دهی، تعداد روز از کاشت تا گل‌دهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه معنی‌دار گردید. معنی‌داری صفات فوق بیانگر وجود تنوع ژنتیکی زیاد در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نقطه نظر صفات فنولوژیک و صفات مرتبط با عملکرد دانه می‌باشد.

### تعداد روز از کاشت تا ساقه‌دهی

کشت دیر هنگام باعث کاهش معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) تعداد روز از کاشت تا ساقه‌دهی گردید. هم‌چنین تفاوت معنی‌داری ( $P \leq 0.01$ ) در بین ارقام در ارتباط با این صفت مشاهده شد (جدول ۳). به‌طور کلی رقم هامون و رقم وریناک به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد روز از کاشت تا ساقه‌دهی را نسبت به بقیه ارقام داشتند (جدول ۳).

دی (تاریخ کاشت تأخیری) انجام شد. مزرعه پژوهشی دارای بافت خاک شنی لوم با قلیائیت ۸/۷۵ و هدایت الکتریکی ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. اطلاعات مربوط به دما، میزان بارندگی و رطوبت نسبی منطقه در طول فصل زراعی در جدول (۱) ارائه شده است. به جز اعمال تنش طبیعی گرما به واسطه تأخیر در تاریخ کاشت، کلیه عملیات کاشت، داشت و برداشت در هر دو شرایط بدون تنش و تنش، به صورت یکسان انجام شد. بذور هر رقم در هر تکرار بر روی دو پشته ۲ متری (ابعاد هر کرت ۲ در ۱/۵ مترمربع) با در نظر گرفتن دو خط کشت روی هر پشته با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع کشت شدند. کوددهی بر اساس فرمول کودی N-P-K به ترتیب معادل ۵۰-۱۰۰-۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس نتایج آزمایشات خاک (جدول ۲) به‌صورت پایه و سرک به خاک داده شد. آبیاری به‌طور مداوم بر اساس نیاز گیاه طوری انجام شد که هیچ‌گونه تنش رطوبتی به گیاهان وارد نگردد. مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره رشد گیاه با وجین دستی صورت گرفت. در این مطالعه صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و عملکردی مورد بررسی قرار گرفتند. برای تعیین مراحل فنولوژیک از سیستم کددهی زادوکس استفاده شد (Zadox et al., 1974). برداشت نهایی برای عملکرد دانه از پشته وسط با حذف ۱۰ سانتیمتر از بالا و پایین آن در مرحله رسیدگی کامل انجام شد. برای انجام مقایسات میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. قبل از انجام آنالیز واریانس دو فرض اصلی تجزیه واریانس شامل نرمال بودن توزیع داده‌ها

**Table 1. Temperature, relative humidity and total rainfall during the growing season in 2014-2015**

Year	2014					2015			
	Aban	Azar	Dei	Bahman	Esfand	Farvardin	Erdibehesht	Khordad	Tir
Temperature (Max, °C)	27.36	21.06	18.57	20.51	26.60	28.40	39.40	41.65	46.46
Relative humidity (%)	66.05	66.37	76.20	60.33	58.81	53.14	36.64	26.70	27.74
Precipitation (mm)	1.79	0.80	2.07	0.17	1.03	0.48	0.04	0	0

**Table 2. Soil's physical and chemical properties in the experimental field**

Electrical conductivity ( $ds\ m^{-1}$ )	pH	Organic matter (%)	Nitrogen content ( $mg\ kg^{-1}$ )	Phosphorous content ( $mg\ kg^{-1}$ )	Exchangable potassium ( $mg\ kg^{-1}$ )
3.50	8.75	0.24	0.061	11.13	155.71

**Table 3. Mean comparison of phenological traits and yield components of wheat cultivars**

Cultivars	No. of days from sowing to stem elongation	No. of days from sowing to ear emergence	No. of days from sowing to flowering	No. of days from sowing to ripening	No. of spikelets per spike	1000-kernel weight (g)	No. of kernels per spike	Biological yield (Kg ha <sup>-1</sup> )	Harvest index¶	Grain yield (Kg ha <sup>-1</sup> )
Bam	52.66 <sup>c-h</sup>	79.5 <sup>de</sup>	85.16 <sup>bc</sup>	125 <sup>c-e</sup>	16.10 <sup>b-e</sup>	40.80 <sup>a-e</sup>	40.83 <sup>fg</sup>	14441 <sup>a</sup>	38.16 <sup>e-i</sup>	5773.3 <sup>a-c</sup>
Shiraz	53.66 <sup>a-c</sup>	80.3 <sup>cd</sup>	85.83 <sup>b</sup>	125.83 <sup>c</sup>	17.83 <sup>ab</sup>	42.38 <sup>a-c</sup>	42.38 <sup>b-d</sup>	12945 <sup>a-f</sup>	42.83 <sup>b-d</sup>	5426.7 <sup>a-f</sup>
Dez	51.66 <sup>g-j</sup>	76 <sup>j</sup>	82.16 <sup>f-k</sup>	120.5 <sup>i</sup>	16.79 <sup>a-d</sup>	39.90 <sup>a-e</sup>	31.36 <sup>n</sup>	11501 <sup>d-i</sup>	43 <sup>bcd</sup>	4615.8 <sup>g-j</sup>
Falat	51.50 <sup>ij</sup>	78.3 <sup>d-i</sup>	83.65 <sup>c-h</sup>	120.16 <sup>i</sup>	15.13 <sup>d-f</sup>	36.10 <sup>e-g</sup>	35.60 <sup>k</sup>	9689 <sup>i</sup>	33.50 <sup>j-l</sup>	3358 <sup>l</sup>
Kavir	52.50 <sup>c-h</sup>	78.3 <sup>d-i</sup>	84.33 <sup>b-e</sup>	125.83 <sup>c</sup>	16.66 <sup>a-e</sup>	42.34 <sup>a-c</sup>	33.10 <sup>lm</sup>	13972 <sup>a-c</sup>	41 <sup>c-f</sup>	5834 <sup>ab</sup>
Arg	52.16 <sup>d-j</sup>	78.3 <sup>d-i</sup>	85 <sup>c-g</sup>	123.50 <sup>e-g</sup>	16.40 <sup>a-e</sup>	38.80 <sup>b-g</sup>	41.89 <sup>c-f</sup>	13073 <sup>a-f</sup>	40.66 <sup>c-g</sup>	5438.7 <sup>a-e</sup>
Marvdasht	51.66 <sup>g-j</sup>	79.16 <sup>d-g</sup>	83.33 <sup>c-i</sup>	122.66 <sup>f-h</sup>	16.46 <sup>a-e</sup>	40.99 <sup>a-e</sup>	31.92 <sup>n</sup>	12336 <sup>b-h</sup>	39.5 <sup>c-i</sup>	4926.7 <sup>d-h</sup>
Roshan	54 <sup>ab</sup>	85.66 <sup>a</sup>	89.66 <sup>a</sup>	130.83 <sup>b</sup>	17.92 <sup>a</sup>	40.42 <sup>a-e</sup>	40.77 <sup>g</sup>	13160 <sup>a-e</sup>	38.66 <sup>g-j</sup>	4986.7 <sup>d-h</sup>
weebile	51.83 <sup>f-j</sup>	76 <sup>j</sup>	82.16 <sup>f-k</sup>	120.33 <sup>i</sup>	16.18 <sup>a-e</sup>	40.76 <sup>a-e</sup>	42.11 <sup>b-e</sup>	12740 <sup>a-g</sup>	38.16 <sup>e-i</sup>	4655 <sup>f-j</sup>
Montana	53.3 <sup>a-d</sup>	83.3 <sup>b</sup>	90 <sup>a</sup>	133.83 <sup>a</sup>	16.25 <sup>a-e</sup>	37.05 <sup>c-g</sup>	29.90 <sup>o</sup>	10832 <sup>g-i</sup>	32.5 <sup>kl</sup>	3672 <sup>kl</sup>
Pishtaz	52.33 <sup>d-i</sup>	78.3 <sup>d-i</sup>	82.83 <sup>e-j</sup>	121.66 <sup>g-i</sup>	14.95 <sup>ef</sup>	38.18 <sup>b-g</sup>	42.63 <sup>bc</sup>	12489 <sup>a-h</sup>	37.16 <sup>f-j</sup>	4445.7 <sup>g-j</sup>
Sistan	53.66 <sup>a-c</sup>	79.83 <sup>de</sup>	84.5 <sup>b-e</sup>	124 <sup>c-f</sup>	16.78 <sup>a-d</sup>	41.87 <sup>a-c</sup>	44.18 <sup>a</sup>	14531 <sup>a</sup>	39.83 <sup>c-i</sup>	5443.9 <sup>a-e</sup>
Ghods	51.66 <sup>g-j</sup>	76 <sup>j</sup>	81.16 <sup>j-m</sup>	120.33 <sup>i</sup>	16.20 <sup>a-e</sup>	40.16 <sup>a-e</sup>	31.54 <sup>n</sup>	11248 <sup>e-i</sup>	40.33 <sup>c-h</sup>	4614.7 <sup>g-j</sup>
Kauz	51.16 <sup>ij</sup>	76.5 <sup>h-j</sup>	79.66 <sup>mn</sup>	117.83 <sup>j</sup>	15.85 <sup>c-e</sup>	45.04 <sup>a</sup>	32.50 <sup>mn</sup>	10445 <sup>hi</sup>	45.5 <sup>ab</sup>	5089 <sup>b-g</sup>
Neishabour	53.16 <sup>a-e</sup>	79.33 <sup>d-f</sup>	85 <sup>b-d</sup>	125.16 <sup>c-e</sup>	15.95 <sup>c-e</sup>	39.20 <sup>b-f</sup>	40.56 <sup>gh</sup>	12588 <sup>a-g</sup>	38.5 <sup>e-i</sup>	5040 <sup>c-h</sup>
Arta	53 <sup>b-f</sup>	77.16 <sup>g-j</sup>	80.83 <sup>k-m</sup>	120.16 <sup>i</sup>	16.03 <sup>c-e</sup>	33.56 <sup>g</sup>	37.08 <sup>j</sup>	11367 <sup>e-i</sup>	39.5 <sup>c-i</sup>	4593.3 <sup>g-j</sup>
babax	52.3 <sup>d-i</sup>	77.33 <sup>f-j</sup>	82.16 <sup>f-g-k</sup>	120.33 <sup>i</sup>	15.13 <sup>d-f</sup>	34.93 <sup>b-g</sup>	37.58 <sup>j</sup>	13072 <sup>a-f</sup>	37.5 <sup>f-j</sup>	4966.7 <sup>d-h</sup>
Hamoon	54.3 <sup>a</sup>	78.50 <sup>d-h</sup>	83.16 <sup>d-i</sup>	123.66 <sup>d-g</sup>	17.26 <sup>a-c</sup>	37.66 <sup>b-g</sup>	40.57 <sup>gh</sup>	11033 <sup>f-i</sup>	35.83 <sup>e-i</sup>	4158.7 <sup>k</sup>
Arvand	51.8 <sup>f-j</sup>	78.66 <sup>d-g</sup>	83.66 <sup>c-h</sup>	125.66 <sup>cd</sup>	17.30 <sup>a-c</sup>	40.50 <sup>a-e</sup>	40.42 <sup>g-i</sup>	13445 <sup>a-d</sup>	43.33 <sup>abc</sup>	5866.7 <sup>a</sup>
Chamran 2	52.16 <sup>d-j</sup>	78.33 <sup>d-i</sup>	81.66 <sup>i-l</sup>	120.33 <sup>i</sup>	15.30 <sup>d-f</sup>	39.60 <sup>a-e</sup>	40.87 <sup>fg</sup>	12308 <sup>b-h</sup>	41 <sup>c-f</sup>	5066.7 <sup>b-h</sup>
Mehregan	51.83 <sup>f-j</sup>	76 <sup>j</sup>	79.83 <sup>l-n</sup>	120.66 <sup>hi</sup>	15.87 <sup>c-e</sup>	36.27 <sup>d-g</sup>	39.26 <sup>i</sup>	12580 <sup>a-g</sup>	42 <sup>b-e</sup>	5442 <sup>a-e</sup>
Shoush	51.5 <sup>h-j</sup>	78.16 <sup>e-i</sup>	82 <sup>g-k</sup>	120.33 <sup>i</sup>	16.16 <sup>a-e</sup>	42.40 <sup>abc</sup>	34.07 <sup>l</sup>	11719 <sup>d-i</sup>	39.16 <sup>d-i</sup>	4720 <sup>e-i</sup>
Bahar	53 <sup>b-f</sup>	80 <sup>de</sup>	84.16 <sup>b-e</sup>	125.16 <sup>c-e</sup>	16.4 <sup>a-e</sup>	39.06 <sup>b-f</sup>	43.28 <sup>ab</sup>	11085 <sup>f-i</sup>	38.5 <sup>e-i</sup>	4384 <sup>h-k</sup>
Chamarn	52.83 <sup>b-g</sup>	78.66 <sup>d-g</sup>	84 <sup>b-f</sup>	121.83 <sup>g-i</sup>	17.24 <sup>a-c</sup>	39.15 <sup>b-f</sup>	36.95 <sup>j</sup>	11797 <sup>d-h</sup>	47.16 <sup>a</sup>	5626.7 <sup>a-d</sup>
Alvand	53.33 <sup>a-d</sup>	82.16 <sup>bc</sup>	89.5 <sup>a</sup>	125.16 <sup>c-e</sup>	17.18 <sup>a-c</sup>	41.65 <sup>a-d</sup>	40.89 <sup>bc</sup>	14295 <sup>ab</sup>	40.83 <sup>c-f</sup>	5920 <sup>a</sup>
Verinak	51 <sup>j</sup>	71.83 <sup>k</sup>	78.66 <sup>n</sup>	115.83 <sup>j</sup>	16.24 <sup>a-e</sup>	40.40 <sup>a-e</sup>	35.30 <sup>k</sup>	13075 <sup>a-f</sup>	41.66 <sup>b-e</sup>	5573.3 <sup>a-d</sup>
Aflak	52.5 <sup>c-h</sup>	73.16 <sup>k</sup>	79.83 <sup>l-n</sup>	120 <sup>i</sup>	15.61 <sup>c-e</sup>	34.08 <sup>fg</sup>	39.54 <sup>hi</sup>	11753 <sup>d-i</sup>	36.33 <sup>h-k</sup>	4386.7 <sup>g-k</sup>
Sepahan	52 <sup>e-j</sup>	77.16 <sup>g-j</sup>	81.83 <sup>h-k</sup>	120.83 <sup>hi</sup>	16.85 <sup>a-d</sup>	42.65 <sup>ab</sup>	38.06 <sup>j</sup>	12773 <sup>a-g</sup>	41.16 <sup>c-f</sup>	5156 <sup>a-g</sup>
Hirmand	53.66 <sup>a-c</sup>	79.16 <sup>d-g</sup>	83.16 <sup>d-i</sup>	125.16 <sup>c-e</sup>	13.65 <sup>f</sup>	37.75 <sup>b-g</sup>	41.07 <sup>e-g</sup>	12092 <sup>c-h</sup>	36.66 <sup>g-j</sup>	4626.7 <sup>g-j</sup>
Pars	52.5 <sup>c-h</sup>	76.33 <sup>ij</sup>	82.16 <sup>f-k</sup>	120.3 <sup>i</sup>	16.65 <sup>a-e</sup>	36.25 <sup>d-g</sup>	41.22 <sup>d-g</sup>	13176 <sup>a-e</sup>	32.16 <sup>l</sup>	3920.7 <sup>i-k</sup>

Harvest index is each replication was calculated based on sampling of 20 plants after drying in oven.

مهم ترین عامل تعیین کننده عملکرد است. شرایط تنش گرمای ناشی از کشت دیر هنگام باعث کاهش معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) تعداد روز از کاشت تا گرده افشانی گردید. همچنین تفاوت معنی داری ( $P \leq 0/01$ ) در بین ارقام در ارتباط با این صفت مشاهده شد (جدول ۳). به طور کلی رقم مانتا و رقم روشن بیشترین و ارقام وریناک و کاز کمترین تعداد روز را از کاشت تا گل دهی نسبت به بقیه ارقام داشتند (جدول ۳). اثر متقابل رقم و محیط برای این صفت معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) گردید. رقم روشن (۱۰۱/۶ روز) و ارقام مانتا و الوند (۱۰۰ روز) در شرایط بدون تنش و ارقام کاز (۶۸/۳ روز) و وریناک (۶۹/۳ روز) در شرایط تنش به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر تعداد روز تا گل دهی را نشان دادند. اگر نمو زایشی در اثر تأخیر در تاریخ کاشت، خیلی دیر آغاز شود یا خیلی کند صورت گیرد، دمای بالا در زمان گل دهی از طریق تأثیر بر دانه های گرده و کاهش توان جوانه زنی آنها روی کلاله منجر به کاهش لقاح و کاهش تعداد دانه در سنبله و در نهایت افت عملکرد دانه می گردد. مطالعات صورت گرفته بر روی گندم و جو بیانگر آن است که گرما علاوه بر اختلال در مراحل مختلف میوز و تولید گامت های نابارور، تأثیر مستقیمی بر روی لایه اکزین دانه گرده داشته و توانایی جوانه زنی دانه گرده را کاهش می دهد (Omidi et al., 2014; Oraki et al., 2016).

### تعداد روز از کاشت تا رسیدگی

تنش گرمای انتهای فصل در کشت دیر هنگام باعث کاهش معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) تعداد روز از کاشت تا رسیدگی گردید. همچنین تفاوت معنی داری ( $P \leq 0/01$ ) در بین ارقام در ارتباط با این صفت مشاهده شد (جدول ۳). به طور کلی ارقام مانتا و روشن بیشترین و ارقام وریناک و کاز کمترین تعداد روز را از کاشت تا گل دهی نسبت به بقیه ارقام داشتند (جدول ۳). اثر متقابل رقم و محیط برای این صفت معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) گردید. ارقام مانتا (۱۵۷/۳ روز) و روشن (۱۵۳/۳ روز) در شرایط بدون تنش و ارقام دز، Babax، weebill، قدس، کاز، سپاهان، چمران، وریناک، افلاک، چمران ۲، مهرگان و شوش

اثر متقابل رقم و محیط برای این صفت معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) گردید. رقم هامون و شیراز (۶۲ روز) در شرایط بدون تنش و رقم وریناک (۴۴ روز) در شرایط تنش به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر تعداد روز از کاشت تا ساقه دهی را نشان دادند. افزایش سرعت نمو و کاهش طول دوره های مختلف نمو تحت تأثیر افزایش درجه حرارت در تحقیقات گذشته نیز گزارش شده است (Slafer and Rawson, 1994). مرحله ساقه دهی را می توان یک مرحله بسیار حیاتی برای گیاه به شمار آورد زیرا تکمیل مراحل نموی سنبله در این مرحله از رشد و نمو گیاه صورت می گیرد. می توان عنوان کرد ارقامی که در کشت تاخیری زودتر به مرحله ساقه رفتن وارد شوند می توانند از خسارات ناشی از تنش گرمای انتهای فصل تا حدی فرار نمایند.

### تعداد روز از کاشت تا سنبله دهی

کشت دیر هنگام باعث کاهش معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) تعداد روز از کاشت تا سنبله دهی گردید. همچنین تفاوت معنی داری ( $P \leq 0/01$ ) در بین ارقام در ارتباط با این صفت مشاهده شد (جدول ۱). به طور کلی رقم روشن و رقم مانتا بیشترین و رقم وریناک و رقم افلاک کمترین تعداد روز از کاشت تا سنبله دهی را نسبت به بقیه ارقام داشتند (جدول ۳). اثر متقابل رقم و محیط برای این صفت معنی دار ( $P \leq 0/05$ ) گردید. ارقام روشن (۹۸ روز) و مانتا (۹۴/۳ روز) در تاریخ کشت به موقع و ارقام افلاک (۶۴ روز) و وریناک (۶۹ روز) در تاریخ کشت دیر هنگام به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر تعداد روز تا سنبله دهی را نشان دادند. Fischer and Byerlee (1991) بیان کردند که در گندم زمان تشکیل سنبله تا ظهور سنبله حساس ترین مرحله نسبت به تنش گرما است. این حساسیت احتمالاً به واسطه کاهش تشکیل سنبله و بخصوص گلچه در این مرحله می باشد. هر چه رقمی دیرتر به مرحله سنبله دهی برسد، گل دهی آن بیشتر تحت تأثیر گرمای آخر فصل قرار می گیرد که این خود یکی از دلایل حساسیت ارقام دیررس تر به تنش گرما می باشد.

### تعداد روز از کاشت تا گل دهی

زمان شروع دوره ی نمو زایشی در گندم، یکی از

(۱۰۵ روز) در شرایط تنش به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر تعداد روز تا رسیدگی را داشتند. اکثر ارقام مناطق گرم و خشک جنوب در شرایط تنش کمترین تعداد روز تا رسیدگی را نشان دادند، این موضوع نشان می‌دهد که این ارقام مراحل نمو خود را با شرایط گرمای انتهای فصل سازگار کرده و در نهایت با کاهش عملکرد کمتری روبرو می‌شوند. نتایج نشان داد که رقم حساس ماتتا و رقم دیررس روشن در هر دو شرایط بیشترین تعداد روز تا رسیدگی را داشتند و به علت برخورد بیشتر مراحل فنولوژیک با گرمای انتهای فصل عملکرد کمتری تولید نمودند. (Omidi et al., 2014) در مطالعه بر روی ۱۰ رقم تجاری گندم نان نتایج مشابهی را عنوان نمود.

#### 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 به طور معنی‌داری ( $P \leq 0.01$ ) این صفت را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۳). به طور متوسط تعداد سنبلچه در سنبله ارقام از ۱۳/۶۵ تا ۱۷/۹۲ متغیر بود. ارقام روشن و شیراز بیشترین و ارقام هیرمند و پیشتاز کمترین تعداد سنبلچه در سنبله را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). با توجه به طول دوره رویشی بیشتر رقم روشن و شیراز، می‌توان بالا بودن تعداد سنبلچه در سنبله این ارقام را به دیررس بودن آن‌ها و فرصت لازم برای تشکیل سنبلچه‌ها نسبت داد. تحقیقات انجام شده برای تعیین اهمیت نسبی هر یک از دوره‌های نمو در تعیین عملکرد دانه بیانگر آن است که با وجود همبستگی مثبت بین طول دوره رویشی گندم با تعداد سنبلچه در سنبله، اما تعداد واقعی سنبلچه در دوره زایشی گیاه تعیین می‌گردد (Rahman et al., 1977). تعداد سنبلچه در سنبله به طور معنی‌داری ( $P \leq 0.01$ ) تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گرفت، به طوری که بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله (۱۷/۶۵) در شرایط بدون تنش و کمترین آن (۱۴/۹۰) در شرایط تنش به دست آمد. اثر متقابل محیط در رقم برای این صفت معنی‌دار نگردید اما کاهش تعداد سنبلچه در سنبله در شرایط تنش برای تمامی ارقام مشاهده شد. به طوری که تأخیر در کاشت و مواجهه

مرحله رشد زایشی و مرحله پر شدن دانه با تنش گرمای انتهای فصل باعث تسریع نمو گیاه، هم‌چنین موجب کاهش تعداد سنبلچه در سنبله می‌شود. (Rahman 1977) et al. نیز کاهش تعداد سنبلچه در سنبله در اثر کاهش دوره رشد رویشی سنبله در شرایط تنش گرما را گزارش کردند.

#### تعداد دانه در سنبله

تجزیه واریانس داده‌ها برای صفت تعداد دانه در سنبله نشان داد که اثر رقم بر این صفت معنی‌دار ( $P \leq 0.05$ ) بود (جدول ۳). به طوری که ارقام کاز، کویر، سپاهان و شوش دارای بیشترین و ارقام افلاک و آرتا دارای کمترین تعداد دانه در سنبله بودند (جدول ۳). هم‌چنین اثر شرایط محیطی بر این صفت نیز معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) گردید. به طور متوسط تعداد دانه در سنبله در شرایط بدون تنش ۴۳/۳۰ و در شرایط تنش ۳۵/۶۱ به دست آمد. اثر متقابل محیط در رقم برای این صفت معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) نگردید. رقم چمران (شاهد منطقه) و رقم دیررس روشن به ترتیب با ۹ و ۲۹ درصد به ترتیب کمترین و بیشترین کاهش تعداد دانه در سنبله در بین ارقام مختلف را نشان دادند. کاهش تعداد دانه در سنبله به دو دلیل اصلی می‌تواند صورت پذیرد. اول آن که در کشت تأخیری احتمالاً طول دوره تشکیل آغازین‌های گل (مرحله برجستگی دوگانه تا تشکیل سنبلچه انتهایی و هم‌چنین مرحله تمایز گلچه‌ها) به علت مصادف شدن با درجه حرارت بالا (دماهای بالای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) کوتاه‌تر شده و تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. (Badaruddin et al., 1999) و (Modhej et al., 2008) نیز در خصوص تعداد دانه در سنبله تحت تنش گرما نتایج مشابهی گزارش کردند. مهم‌تر از مورد اول اینکه گرده افشانی گیاهان در دمای بالا منجر به آسیب به دانه گرده شده و دانه‌های گرده توان جوانه‌زنی در روی کلاله و تلقیح تخمدان را نخواهند داشت و تشکیل دانه مختل شده و تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. (Omidi et al., 2014) در مطالعه خود بر روی گندم و (Oraki et al., 2016) در مطالعه خود بر روی جو به نتایج مشابهی دست یافتند.



## وزن هزار دانه

مرودهشت و روشن به ترتیب با ۵۹/۳ و ۵۸/۳ درصد بیشترین درصد کاهش را از خود نشان دادند. اثر متقابل محیط در رقم نیز برای این صفت معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) شد. رقم روشن (۱۸۶۵۸/۶ کیلوگرم در هکتار) در شرایط بدون تنش بیشترین عملکرد بیولوژیک و رقم قدس (۷۱۰۱/۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط تنش کمترین عملکرد بیولوژیک را داشتند. (Omid et al. (2013 در شرایط تنش گرما کاهش ۳۷ درصدی عملکرد بیولوژیک را نسبت به شرایط بدون تنش گزارش کردند. به نظر می‌رسد، کاهش در مدت زمان چرخه زندگی گیاه با تأخیر در تاریخ کاشت و مصادف شدن دوره پر شدن دانه با استرس گرمایی آخر فصل سبب کاهش عملکرد بیولوژیک شده است. این کاهش در عملکرد بیولوژیک در اثر تأخیر در تاریخ کاشت توسط Radmehr et al. (1996) و Ayeneh et al. (2002) نیز گزارش شده است.

## شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها حاکی از تفاوت معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) بین ارقام، اثرات محیطی و هم‌چنین اثر متقابل رقم در محیط برای صفت شاخص برداشت بود (جدول ۳). متوسط شاخص برداشت در شرایط محیطی بدون تنش ۴۲ درصد و در شرایط تنش ۳۶ درصد برآورد گردید. در این پژوهش در مجموع ارقام چمران، کاز، اروند، دز و شیراز دارای بیشترین شاخص برداشت و ارقام فلات، مانتنا و پارس دارای کمترین شاخص برداشت بودند (جدول ۳). نکته قابل توجه در خصوص شاخص برداشت ارقام مورد مطالعه آن بود که ارقام سازگار با اقلیم گرم شاخص برداشت بیشتری نسبت به ارقام سازگار با اقلیم‌های معتدل، معتدل سرد و سرد نشان دادند. به طوری که از پنج رقمی که بالاترین شاخص برداشت را داشتند، سه رقم متعلق به اقلیم گرم و خشک جنوب بودند. بیشترین درصد شاخص برداشت در کشت بدون تنش مربوط به رقم چمران (۵۱ درصد) و کمترین درصد شاخص برداشت در شرایط تنش مربوط به رقم مانتنا (۲۸ درصد) بود. تأخیر در کاشت باعث کاهش توأم رشد رویشی و رشد زایشی شد، اما به دلیل این که بیشتر مرحله

با به تأخیر افتادن کشت، کاهش معنی داری ( $P \leq 0/01$ ) نیز در وزن هزاردانه مشاهده شد (جدول ۳). به طور متوسط وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش ۴۰/۴۵ گرم و در شرایط تنش ۳۶/۱۸ گرم به دست آمد. در بین ارقام مورد بررسی تفاوت معنی داری ( $P \leq 0/01$ ) در وزن هزار دانه مشاهده گردید. در مجموع رقم سیستان دارای بیشترین وزن هزاردانه و رقم مانتنا دارای کمترین وزن هزاردانه بود (جدول ۳). اثر متقابل محیط در رقم برای این صفت معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) شد. به طوری که بیشترین وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش و مربوط به رقم سیستان (۴۷/۵۱ گرم) و کمترین وزن هزار دانه در شرایط تنش مربوط به ارقام قدس (۲۷/۷۵ گرم) و مانتنا (۲۷/۴۱ گرم) بود. به نظر می‌رسد که با تأخیر در کاشت، مرحله پر شدن دانه با درجه حرارت بالا مواجه شده و طول دوره و احتمالاً سرعت پر شدن دانه کاهش یافته و منجر به کاهش وزن هزار دانه می‌شود. کاهش وزن هزار دانه در اثر تأخیر در تاریخ کاشت توسط Radmehr et al. (1996) نیز گزارش شده است.

## عملکرد بیولوژیک

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) بود (جدول ۳). ارقام مورد بررسی در تاریخ کشت بدون تنش توانستند مدت زمان بیشتری از منابع محیطی در دسترس استفاده نمایند ولی در شرایط تنش عملکرد بیولوژیک کاهش یافت. به طور متوسط عملکرد بیولوژیک در شرایط بدون تنش ۱۵۴۳۵/۱ کیلوگرم در هکتار و در شرایط تنش ۹۳۳۵/۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. تفاوت معنی داری ( $P \leq 0/01$ ) در بین ارقام مورد بررسی از نظر عملکرد بیولوژیک مشاهده گردید. به طوری که ارقام بم، سیستان و الوند دارای بیشترین و رقم فلات دارای کمترین عملکرد بیولوژیک بودند (جدول ۳).

درصد کاهش عملکرد بیولوژیک در شرایط بدون تنش نسبت به تنش گرما ۳۹/۵۱ درصد بود و ارقام کاز و چمران هر دو کمترین مقدار کاهش (۸ درصد) و ارقام

رشد زایشی با تنش گرما مواجه گردید، به نظر می‌رسد که شاخص برداشت بیشتر بر اثر کاهش شدید در طول مراحل فنولوژیک بعد از گل‌دهی و کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه و در نهایت افت شدید عملکرد دانه، کاهش یافته باشد. عوامل مختلفی مانند تفاوت در ارتفاع گیاهان (Hey, 1995) قدرت مخزن بالا (Reynolds et al., 2009)، تفاوت در دوام سطح سبز برگ‌ها (Hey, 1995) از عوامل تأثیرگذار بر روی شاخص برداشت گزارش شده است. به علاوه Badaruddin et al. (1999) و Radmehr et al. (2005) در طی آزمایشات مشابهی بر روی ارقام گندم، کاهش شاخص برداشت را در شرایط تنش گرما گزارش کردند.

### عملکرد دانه

مهم‌ترین هدف از کشت یک گیاه زراعی عملکرد دانه است و تنش گرمای انتهای فصل یکی از مهم‌ترین عوامل غیرزیستی محدودکننده عملکرد گندم می‌باشد. ارقام گندم مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه در واحد سطح اختلاف معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) داشته و تأخیر در کاشت منجر به کاهش معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) در عملکرد دانه همه ژنوتیپ‌ها شد (جدول ۱). به‌طور متوسط عملکرد دانه ارقام در شرایط بدون تنش  $6389/8$  و در شرایط تنش  $3433/6$  کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و در مجموع ارقام الوند، ارونند و کویر بیشترین و ارقام فلات، مانتنا و پارس کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). کشت دیر هنگام و برخورد مرحله زایشی ارقام با تنش گرمای انتهای فصل و هم‌چنین تأثیر پذیرفتن اجزای عملکرد از شرایط تنش، باعث کاهش ۴۶ درصدی عملکرد دانه گردید. می‌توان بیان کرد که همزمان با تأخیر در کاشت به دلیل کوتاه شدن مراحل رشد، مصادف گردیدن زمان گل‌دهی با افزایش دما و کاهش طول دوره پر شدن دانه، عملکرد دانه کاهش می‌یابد. کاهش تعداد دانه در مترمربع به علت دمای بالاتر در زمان گرده افشانی ممکن است علت اصلی این کاهش معنی‌دار در عملکرد دانه باشد (Fathi et al., 2001). اثر متقابل رقم در محیط نیز برای این صفت معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) شد. بیشترین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش مربوط به ارقام بم ( $7893$  کیلوگرم در هکتار)، الوند ( $7680$  کیلوگرم

در هکتار)، وریناک ( $7413$  کیلوگرم در هکتار) و مهرگان ( $7680$  کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن مربوط به ارقام فلات ( $4220$  کیلوگرم در هکتار)، مانتنا ( $4986$  کیلوگرم در هکتار) و پارس ( $4964$  کیلوگرم در هکتار) بود. حداکثر عملکرد دانه در شرایط تنش را ارقام چمران ( $4906$  کیلوگرم در هکتار)، سیستان ( $4586$  کیلوگرم در هکتار)، کاز ( $4512$  کیلوگرم در هکتار)، کویر ( $4468$  کیلوگرم در هکتار)، ارونند ( $4586$  کیلوگرم در هکتار) و الوند ( $4160$  کیلوگرم در هکتار) و حداقل آن را ارقام فلات ( $2480$  کیلوگرم در هکتار)، مانتنا ( $2357$  کیلوگرم در هکتار)، هامون ( $2464$  کیلوگرم در هکتار)، روشن ( $2640$  کیلوگرم در هکتار)، مرودشت ( $2760$  کیلوگرم در هکتار)، هیرمند ( $2800$  کیلوگرم در هکتار)، پیشتاز ( $2848$  کیلوگرم در هکتار)، قدس ( $2693$  کیلوگرم در هکتار)، افلاک ( $2906$  کیلوگرم در هکتار)، پارس ( $2877$  کیلوگرم در هکتار) و weebill ( $2893$  کیلوگرم در هکتار) تولید نمودند. ارقام فلات و پارس و هم‌چنین رقم حساس مانتنا در هر دو شرایط محیطی عملکرد پایینی داشتند. هم‌چنین ارقام چمران و ارونند که از ارقام سازگار با مناطق گرم و خشک جنوب بودند در شرایط تنش دارای عملکرد بالایی بودند که نشان دهنده تحمل بالای این ارقام به کشت دیر هنگام و تنش گرمای انتهای فصل بود. بررسی تفاوت عملکرد ارقام مورد آزمایش در دو شرایط بدون تنش و تنش گرما نشان داد که رقم روشن با ۶۴ درصد و رقم متحمل کاز با ۲۰ درصد بیشترین و کمترین درصد کاهش عملکرد را دارا بودند.

### گروه‌بندی ارقام از نظر صفات فنولوژیک و اجزای عملکرد

به منظور مطالعه دقیقتر ارقام و شناسایی تأثیر صفات مختلف بر این گروه‌بندی در شرایط بدون تنش و تنش گرما، تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد صورت پذیرفت. بر اساس دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای (شکل ۱)، ارقام به ۵ گروه مجزا A، B، C، D و E تقسیم شدند. در این تقسیم‌بندی رقم متحمل کاز در کنار رقم شاهد چمران و ارقام دز، شوش، سپاهان، قدس و مرودشت در گروه C

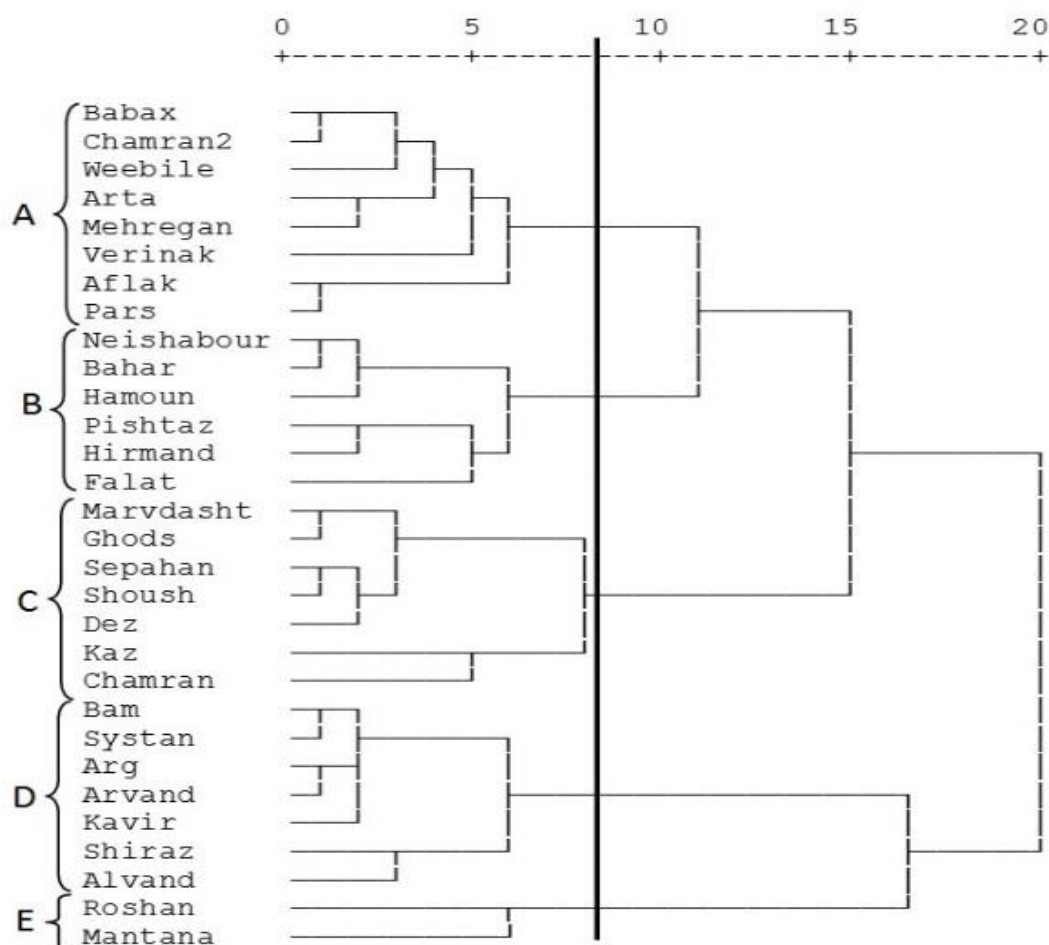


Figure 1. Clustering of commercial bread wheat cultivars based on phenological traits and yield components

ارائه نمودند. در گروه C ارقامی با ماکزیمم عملکرد در شرایط تنش قرار گرفتند. ارقام کاز و چمران هر چند به طور کلی جزو ارقام زودرس محسوب می‌شوند ولی الگوی نمودی این ارقام به نحوی است که طول مراحل فنولوژیک اولیه یعنی تعداد روز از کاشت تا ساقه‌دهی و ظهور سنبله در این ارقام نسبت به بعضی ارقام زودرس طولانی‌تر است. به عبارتی گیاه در شرایط مناسب رشدی فرصت کافی برای تکمیل بخش مهمی از اجزای عملکرد را دارد. طول مراحل فنولوژیک این ارقام در مراحل زایشی از بعضی ارقام زودرس کوتاه‌تر است.

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این آزمایش، تاریخ کاشت یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده عملکرد به شمار

قرار گرفت. آنچه که در این گروه‌بندی چشمگیر به نظر می‌رسید تفکیک ارقام بر اساس مراحل فنولوژیک بود. به طوری که در گروه D و E تماماً ارقام دیررس و بسیار دیررس قرار گرفتند. ارقام میان‌رس تا زودرس در سایر گروه‌ها گروه‌بندی شدند. در گروه A بیشتر ارقام زودرس بودند. با توجه به همبستگی مثبت بین طول مراحل فنولوژیک و عملکرد دانه که در قسمت قبل به آن اشاره گردید، بیشتر ارقام با عملکرد بالا در این آزمایش مانند اروند، الوند، شیراز، سیستان، بم و کویر در گروه D قرار گرفتند. البته دیررسی زیاد ارقامی مثل ماننا و روشن (گروه E) منجر به برخورد مراحل زایشی با گرمای انتهایی فصل شده و باعث افت شدید عملکرد این ارقام گردید. (Omid et al. (2013 نتایج مشابهی در خصوص این ارقام

می‌رود و کشت تأخیری، باعث کاهش طول دوره رشد رویشی و زایشی به دلیل تسریع در مراحل رشد و نمو در اثر دمای بالا، مصادف شدن دوره‌ی انتهایی رشد و نمو گیاه با تنش گرمای انتهای فصل و کاهش عملکرد دانه می‌شود. در این پژوهش تأخیر در کشت باعث کاهش معنی‌دار صفات تعداد روز از کاشت تا ساقه‌دهی، تعداد روز از کاشت تا سنبله‌دهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دانه گردید. مصادف شدن مراحل فنولوژیک ارقام با تنش گرمای انتهای فصل در مرحله گل‌دهی و مراحل بعد از آن در کشت تأخیری عامل اصلی کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ارقام در شرایط آب و هوایی اهواز می‌باشد. ارقام تجاری چمران و اروند (سازگار با مناطق گرم و خشک جنوب) با توجه به کاهش کمتر تعداد دانه در سنبله و هم‌چنین حفظ شاخص عملکرد بالا در شرایط تنش گرما توانستند عملکرد بالای خود را در شرایط تنش هم حفظ نمایند. این ارقام در شرایط بدون تنش نیز از جمله ارقام با عملکرد بالا به شمار آمدند. رقم متحمل کاز با وجود وزن هزار دانه کم، به علت داشتن تعداد دانه در سنبله بالا در هر دو شرایط (تنش و بدون تنش) و هم‌چنین شاخص برداشت بالا و با کوتاه نمودن دور فنولوژیک مراحل زایشی که این خود نوعی فرار از خسارات ناشی از تنش انتهای فصل و عدم برخورد دوره گل‌دهی با گرمای بیش از حد آستانه است، توانست عملکرد بالایی را به‌دست آورد. رقم الوند با این که متعلق به مناطق سرد و معتدل سرد می‌باشد ولی با بالا نگه داشتن صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و نیز وزن هزار دانه مناسب در تنش گرما، عملکرد دانه مطلوبی تولید نمود. رقم ماننا که یک رقم حساس به شرایط گرما است به دلیل طولانی

بودن مراحل فنولوژیک و برخورد مرحله زایشی با تنش گرما، در این رقم وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت کاهش یافته و در نهایت عملکرد آن کاهش یافت. نکته قابل توجه در این پژوهش این است که ارقام ماننا و روشن که در شرایط تنش با کاهش شدید عملکرد مواجه شدند، حتی در شرایط بدون تنش نیز عملکرد پایینی داشتند که این به دلیل دیررسی شدید این ارقام است. به طوری که در شرایط کشت بدون تنش هم متأثر از گرمای انتهای فصل گردیدند. نتایج این تحقیق نشان داد که مراحل فنولوژیک چه در شرایط بدون تنش و چه تنش گرما انتهای فصل همبستگی معنی‌داری با عملکرد و اجزای عملکرد دارند. هر چند که طول مراحل فنولوژیک مناسب در هر منطقه متضمن تشکیل اجزای عملکرد است ولی در صورت وجود تنش گرمای انتهای فصل، ژنوتیپ‌های با مراحل فنولوژیک کوتاه‌تر مانند ارقام کاز و چمران تحمل بیشتری به گرما نشان می‌دهند. سایر ارقام با مراحل فنولوژیک کوتاه‌تر، ارقام سیستان، کویر، اروند و الوند می‌باشند که علیرغم کاهش عملکرد ناشی از کوتاه‌تر شدن طول مراحل فنولوژیک، می‌توانند در مواجهه با تنش گرمای انتهای فصل مورد استفاده قرار گیرند. به‌طور کلی از نقطه نظر اصلاحی می‌توان گفت که اگر در شرایط مناطق گرمی مانند خوزستان، انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب بر اساس طول مراحل فنولوژیک مناسب صورت پذیرد، می‌توان به ارقام احتمالی دست یافت که با کشت این ارقام ضمن تولید عملکرد بالا در برخورد با گرمای انتهای فصل، تولید را پایدارتر نمود.

### سپاس‌گزاری

این مقاله با حمایت مالی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز بر اساس قرارداد شماره ۹۶/۰۳/۰۲/۱۶۶۷۰ اجرا گردیده است که بدین وسیله صمیمانه سپاس‌گزاری می‌شود.

### References

- Al-Otayk, S. M. (2010). Performance of yield and stability of wheat genotypes under high stress environments of the central region of Saudi Arabia. *Meteorology Environment and Arid Land Agriculture*, 21(1), 81-92.

- Ashraf, M., & Harris, P. J. C. (2005). *Abiotic stresses-plant resistance through breeding and molecular approaches*. New York: The Haworth Press.
- Ayeneh, A., Van Ginkel, M., Reynolds, M. P., & Ammar, K. (2002). Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. *Field Crops Research*, 79(2), 173-184.
- Badaruddin, M., Reynolds, M. P., & Ageeb, O. A. A. (1999). Wheat management in warm environments: Effect of organic and inorganic fertilizers, irrigation frequency and mulching. *Agronomy Journal*, 91(6), 975-983.
- Barnabas, B., Jager, K., & Feher, A. (2008). The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant Cell Environ*, 31(1), 11-38.
- Fathi, G., Siadat, S. A., Rossbe, N., Abdali-Mashhadi, A. R., & Ebrahimpoor, F. (2001). Effect of planting date and seed density on yield components and grain yield of wheat cv. Dena in Yassoj conditions. *Journal of Agriculture Science and Natural Resources*, 8(3), 65-78. [In Farsi]
- Ferris, R., Wheeler, R. H., & Hadley, P. (1998). Effect of high temperature stress at anthesis on grain yield and biomass of field-grown crops of wheat. *Annual Review of Psychology*, 82(5), 631-639.
- Fischer, R. A., & Byerlee, D. B. (1991). Trends of wheat production in the warmer areas: Major issues and economic consideration. In Saunders, D.A. (ed.), *wheat for the nontraditional, warm areas: A proceedings of the international conference* (pp. 3-27.). Brazil, Foz Do Iguazu: CIMMYT.
- Flood, R. G., & Halloran, G. M. (1986). The influence of genes for vernalization response on development and growth in wheat. *Annals of Botany*, 58(4), 505-513.
- Gomez MacPherson, H. A. (1993). *Variation in phenology and its influence on growth, development and yield of dryland wheat*. Ph. D. Thesis, Australian National University, Canberra, Australia.
- Hey, R. K. M. (1995). Harvest index: A review of its use in plant breeding and crop physiology. *Annals of Applied Biology*, 126(1), 197-216.
- Jalal-Kamali, M. R., & Boyd, W. R. 2000. Quantifying growth and development of commercial barley cultivars over two contrasting seasons in Western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 51(4), 481-501.
- Jalal-Kamali, M. R., & Duveiller, E. (2008). Wheat production and research in Iran: A Success Story. In Reynolds, M. P., Pietragalla, J. & Braun, H. J. (Eds.), *Proceeding of international symposium on wheat yield potential: Challenges to international wheat breeding*. Mexico: CIMMYT.
- Modhej, A., Naderi A., Emam, Y., Ayneband, A., & Normohamadi Gh. (2008). Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (*T. durum* and *T. aestivum*) cultivars. *International Journal of Plant Production*, 2(3), 257-268.
- Moshatti, A., Alami-Said, K., & Jalal-Kamali, M. R. 2010. Evaluation of terminal heat stress tolerance in spring wheat cultivars in Ahwaz conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12(2), 85-99. [In Farsi]
- Moshatti, A., Alami-Said, K., Bakhshandeh, A. M., & Jalal-Kamali, M. R. 2018. The effect of growth and development periods on grain yield of spring bread wheat under terminal heat stress in Ahvaz. *Environmental Stress in Crop Science*, 11(1), 197-209. [In Farsi]
- Omidi, M., Siahpoosh, M. R., Mamaghani, R., & Modarresi, M. 2013. The effects of terminal heat stress on yield, yield components and some morpho-phenological traits of wheat genotypes in Ahvaz weather conditions. *Electronic Journal of Crop Production*, 6(4), 33-53. [In Farsi]
- Omidi, M., Siahpoosh, M. R., Mamghani, R., & Modarresi, M. 2014. The influence of terminal heat stress on meiosis abnormalities in pollen mother Cells of Wheat. *Cytologia*, 79(1), 49-58.
- Omidi, M., Siahpoosh, M. R., Mamghani, R., & Modarresi, M. 2015. Heat tolerance evaluating of wheat cultivars using physiological characteristics and stress tolerance indices in Ahvaz climatic conditions. *Plant Productions*, 38(1), 103-113. [In Farsi]

- Oraki, A., Siahpoosh, M. R., Rahnama, A., & Lakzadeh, I. 2016. The effects of terminal heat stress on yield, yield components and some morpho-phenological traits of barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) in Ahvaz weather conditions. *Iranian Journal of Filed Crop Science*, 47(1), 29-40. [In Farsi]
- Radmehr, M., Ayeneh, G. A., & Kajbaf, A. R. 1996. Study of on the effect of heat stress on agronomic traits, grain yield and yield components in twenty-five cultivars of bread wheat. *Journal of Plant and Seed*, 12(1), 13-23. [In Farsi]
- Radmehr, M., Ayeneh, G. A., & Mamaghani, R. (2005). Response of late, medium and early maturity bread wheat cultivars to different sowing dates. 1: Effect of sowing date on phonological, morphological and grain yield of four bread wheat cultivars. *Journal of Plant and Seed*, 21(2), 175-189. [In Farsi]
- Rahman, M. A., Chikushi, J., Yoshida, S., & Karim, A. J. M. S. (2009). Growth and yield components of wheat genotypes exposed to high temperature stress under control environment. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 34(3), 361-372.
- Rahman, M. S., Wilson, J. H., & Aitken, V. (1977). Determination of spikelet number in wheat. II. Effect of varying light level on ear development. *Australian Journal of Agricultural Research*, 28(4), 575-581.
- Reynolds, M., Foulkes, M. J., Slafer, G. A., Berry, P., Parry, M. A. J., Snape, J. W., & Angus, W. J. (2009). Raising yield potential in wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60(7), 1899-1918.
- Sharifi, P., & Mohammadkhani, N. (2018). Effects of Drought Stress on Enzymatic and Non- Enzymatic Antioxidants in Flag Leaf and Spikes of Tolerant and Sensitive Wheat Genotypes. *Plant Productions*, 41(3), 37-50. [In Farsi]
- Sial, M. A., Afzal, M. A., Khanzada, S., Naqvi, M. H., Dahot, M. U., & Nizamani, N. A. (2005). Yield and quality parameters of wheat genotypes as affected by sowing dates and high temperature stress. *Pakistan Journal of Botany*, 37(3), 575-584.
- Sinclair, T. R. (1994). Limits to crop yield. In K. J. Boote, J. M. Bennett, T. R. Sinclair & G. M. Paulsen (Eds.), *Physiology and determination of crop yield* (pp. 200-220). Madison, Wis: American Society of Agronomy.
- Slafer, G. A. & Rawson, H. M. (1994). Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factor: A re-examination of some assumptions made by physiologists and modelers. *Australian Journal of Plant Physiology*, 21(4), 393-426.
- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61(3), 199-223.
- Zadok, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A demical code for the growth of cereals. *Weed Research*, 14(6), 415-421.

