

تغییرات مراحل نمو و روابط آن با عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم
در شرایط مزرعه: I- فنولوژی

Variation in Developmental Stages and its Relationship with Yield and Yield Components of Bread Wheat Cultivars Under Field Conditions: I. Phenology

محمدرضا جلال کمالی، حمیدرضا شریفی، منوچهر خدارحمی، رامبد جوکار،
هما ترکمان و ناصر قویدل

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۵/۴

چکیده

جلال کمالی، م. ر.، شریفی، ج. ر.، خدارحمی، م.، جوکار، ر.، ترکمان، ه. و قویدل، ن. ۱۳۸۶. تغییرات مراحل نمو و روابط آن با عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم در شرایط مزرعه: I- فنولوژی. نهال و بذر ۲۳: ۴۴۵-۴۷۲.

به منظور مطالعه فنولوژی ارقام تجاری گندم نان، این تحقیق به مدت سه سال زراعی (۸۲-۱۳۷۹) در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج به اجرا درآمد. بیست رقم گندم سازگار با بزرگ اقلیم‌های کشاورزی چهارگانه کشور (سرد و معتدل سرد، معتدل، گرم و خشک جنوب، گرم و مرطوب شمال) در قالب یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد که طول دوره مراحل مختلف نمو در ارقام سازگار با اقلیم‌های مختلف با یکدیگر متفاوت است. میانگین طول دوره مرحله رویشی (از کاشت تا ظهور برجستگی دوگانه) در ارقام اقلیم سرد و معتدل سرد طولانی‌ترین و در رقم سازگار به شرایط دیم اقلیم شمال کوتاه‌ترین بود. رقم شیراز طولانی‌ترین و رقم کویر کوتاه‌ترین طول دوره مرحله رویشی را داشتند. میانگین طول دوره تشکیل سنبله جبینی (از ظهور برجستگی دوگانه تا تشکیل سنبلک انتهایی) نیز برای ارقام اقلیم سرد و معتدل سرد طولانی‌ترین و برای رقم سازگار به شرایط آبی اقلیم شمال کوتاه‌ترین بود. رقم شیراز طولانی‌ترین و رقم کویر کوتاه‌ترین طول دوره مرحله تشکیل سنبله جبینی را داشتند. میانگین طول دوره مرحله زایشی قبل از ظهور بساک (از ظهور برجستگی دوگانه تا ظهور بساک) در ارقام اقلیم معتدل طولانی‌ترین و در رقم سازگار به اقلیم آبی شمال کوتاه‌ترین بود. رقم توس طولانی‌ترین و رقم کویر کوتاه‌ترین طول دوره مرحله زایشی قبل از ظهور بساک را داشتند. میانگین طول دوره پر شدن دانه (از ظهور بساک تا رسیدگی فیزیولوژیک) در رقم سازگار اقلیم دیم شمال طولانی‌ترین و در ژنوتیپ سازگار به اقلیم آبی شمال کوتاه‌ترین بود. رقم شیراز طولانی‌ترین و رقم توس کوتاه‌ترین طول دوره مرحله پر شدن دانه را داشتند. ارقام اقلیم سرد و معتدل سرد عمدتاً از طریق دوره کاشت تا ظهور برجستگی دوگانه چرخه زندگی طولانی‌تری نسبت به ارقام اقلیم‌های معتدل، گرم و مرطوب شمال و گرم و خشک جنوب داشتند. نتایج این تحقیق نشان داد که ضرایب تسهیم ارقام مختلف نیز با یکدیگر متفاوت است، به عبارت دیگر ارقام مورد بررسی صرفنظر از تفاوت‌های مشاهده شده در طول دوره‌های مختلف نمو، از نظر سهم این مراحل نمو در چرخه زندگی نیز با یکدیگر تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای دارند.

واژه‌های کلیدی: گندم، ارقام، فنولوژی، برجستگی دوگانه، سنبلک انتهایی، ظهور بساک، رسیدگی فیزیولوژیکی.

مقدمه

زراعت گندم (*Triticum spp.*) سابقه در تاریخ بشر دارد. گندم یکی از اولین محصولات غذایی اهلی شده به دست بشر است که برای بیش از ۸۰۰۰ سال به عنوان غذای اصلی تمدن‌های بشری در غرب آسیا اروپا، شمال آفریقا بوده است. سطح زیر کشت گندم در دنیا معادل ۲۴۰ میلیون هکتار است که از سطح زیر کشت هر محصول دیگری بیشتر است (Curtis, 2002). گرچه عرض‌های جغرافیای بین ۳۰ درجه و ۶۰ درجه شمالی و ۲۷ درجه و ۴۰ درجه جنوبی برای زراعت و تولید گندم مناسبترین است (Nuttonson, 1955)، ولی این محصول می‌تواند در محدوده‌های بالاتر از این مرزها نیز کشت شود. تحقیقات اخیر نشان داده است که امکان زراعت و تولید گندم در مناطق گرم‌تر نیز وجود دارد (Saunders and Hettel, 1994). گندم حتی تا ارتفاع بیش از ۳۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریای آزاد کشت می‌شود، در ارتفاعات ۴۵۷۰ متر بالاتر از سطح دریای آزاد نیز زراعت گندم گزارش شده است (Percival, 1921). این تطابق و سازگاری وسیع گندم به شرایط محیطی مختلف، علاوه بر ساختار ژنتیکی و اثر متقابل آن با محیط به انعطاف‌پذیری نمودی (Developmental plasticity) آن مربوط می‌شود (Miralles and Slafer, 2000). چرخه زندگی گندم فرایند پیوسته‌ای است که خود به مراحل متمایز نمودی قابل تفکیک

است (Kirby and Appleyard, 1987)؛ این مراحل شامل: مرحله رویشی (Vegetative phase): از جوانه‌زنی تا برجستگی دوگانه (Double ridge)، مرحله زایشی (Reproductive phase): از برجستگی دوگانه تا ظهور بساک (Anthesis) و دوره نمو دانه (Grain development): از ظهور بساک تا رسیدن فیزیولوژیکی (Physiological maturity) است.

طول دوره هر یک از این مراحل و تعداد آغازین‌های تشکیل شده تابعی از اثر متقابل ژنتیک گیاه و شرایط محیطی (درجه حرارت و طول روز) حاکم بر آن است. به عبارت دیگر، بیان ژن‌های نمودی گندم در پاسخ به شرایط محیطی حاکم، تعدیل می‌شود (Mosaad et al., 1995)؛ Slafer and Whitechurch, 2001؛ Acevedo et al., 2002). تنش‌های محیطی مختلف به خصوص گرما، تنش رطوبتی و شوری ممکن است مراحل رشدی گندم را کوتاه نمایند (Acevedo et al., 2002). زمان گلدهی به دلیل حساسیت به شرایط نامساعد محیطی (سرما، گرما، خشکی و غیره) از یکسو و آغاز فرایند پرشدن دانه و تحقق عملکرد دانه از سوی دیگر نقطه عطف و کلیدی سازگاری گندم (از نظر عملکرد اقتصادی یعنی دانه) به شرایط متنوع محیطی است. نقطه قوت فرایند گلدهی گندم آن است که زمان وقوع آن تابعی از یک عامل محیطی نیست بلکه فرایندی است

از چندین حس گر، که از جهات مختلف تحت اثر شرایط محیطی قرار می گیرند. بسته به آن که گندم در چه منطقه ای تکامل یافته باشد، یک یا چند مکانیسم نقش بیشتری در کنترل زمان گلدهی و تعیین سازگاری گندم ایفا می کند و از این نظر ارقام گندم به سه دسته بهار، زمستانه و بیناین (Facultative) تقسیم می شوند. گندم های بهار به گندم هایی اطلاق می شود که نیاز بهار سازی آن ها بسیار کم بوده و یا به طور کلی نیاز به بهار سازی ندارند و مقاومت به سرما در آن ها پایین است (Acevedo et al., 2002). این گندم ها به طور معمول در مناطقی با زمستان ملایم کشت می شوند، لیکن در برخی مناطق (نظیر بعضی از مناطق کانادا و سیرری) که بسیاری از ارقام گندم قادر به تحمل سرمای زمستان و تولید عملکرد قابل قبول نیستند و معمولاً در اثر خسارت سرما از بین می روند، در بهار کشت می شوند. در این ارقام طول روز (یا طول شب) متغیری است که به خوبی به وسیله این نوع از گندم ها حس می شود. طول روز از ابتدای زمستان تا ابتدای تابستان در حال افزایش بوده و درک آن به گیاه امکان می دهد تا سرعت نمو خود را بسته به شرایط محیطی تنظیم نماید، به گونه ای که در کشت های زود سرعت حرکت به سمت گلدهی کم و در کشت تأخیری سرعت حرکت به سمت گلدهی بیشتر خواهد بود (Slafer and Whitechurch, 2001؛ Curtis, 2002). در برخی مناطق کشت گندم، گرچه زمستان بسیار سرد است، لیکن این سرما

به اندازه ای نیست که رشد گندم را با خطر مواجه سازد. در این مناطق کشت نوع دیگری از گندم موسوم به گندم های زمستانه مرسوم است. کشت پاییزه به دلیل افزایش طول فصل رشد توام با افزایش پتانسیل تولید ماده خشک و عملکرد دانه است. در این مناطق حس محیط باید مستقل از طول روز و در عین حال به گونه ای باشد که مراحل زایشی گندم (که به سرما حساس است) پس از سپری شدن فصل سرما به وقوع پیوندد. این امر در این نوع از گندم ها به وسیله مکانیسمی به نام بهار سازی (Vernalization) نهادینه شده است. در این فرایند گندم برای انتقال از مرحله رویشی به زایشی نیازمند تجربه یک دوره مشخص دمای پایین است که درک و تکمیل این دوره دمای کم منجر به افزایش سرعت نمو گندم به سوی گلدهی می شود. بر این اساس، گندم های سازگار با این مناطق، حتی اگر در پائین با شرایط مساعد محیطی (مشابه بهار) روبرو شوند، به گل نرفته و از خطر سرمازدگی مصون خواهند ماند (Slafer and Whitechurch, 2001). این نوع گندم ها در مراحل اولیه رشد نسبت به سرما بسیار مقاوم هستند و دماهای پایین تا ۲۰- درجه سانتی گراد را تحمل می نمایند. البته مقاومت به سرما در این گندم ها با پیشرفت مراحل نمو به سوی گلدهی به تدریج کاهش می یابد (Acevedo et al., 2002). نیاز به بهار سازی در گندم های زمستانه ممکن است به طور کامل با روزهای کوتاه در درجه حرارت های

بین ۲۱-۱۶ درجه سانتی گراد (Non-vernalizing temperatures) تأمین شود (Evans, 1987). گندم‌های بینابین به گندم‌هایی اطلاق می‌شود که از نظر نیاز بهاره‌سازی طیفی پیوسته (کمی) بین گندم‌های بهاره و زمستانه را دارند. نیاز به بهاره‌سازی در آن‌ها کمتر از گندم‌های زمستانه و بسته به تعداد ژن‌های بهاره‌سازی حاضر از ضعیف تا قوی تغییر می‌نماید. این دسته از گندم‌ها معمولاً در مناطق با زمستان‌های معتدل سرد که برای گندم‌های زمستانه ملایم و برای گندم‌های بهاره سرد است، کشت می‌شوند. گندم‌های بینابین با توجه به محیط کشت آن‌ها ممکن است از مکانیسم حساسیت به طول روز برای تعیین گلدهی نیز برخوردار باشند (Slafer and Whitechurch, 2001).

واکنش به بهاره‌سازی و طول روز و به عبارت دیگر درجه حرارت و طول روز دو ساز و کار مهم در گندم برای سازگاری و تنظیم زمان گلدهی و انطباق آن با مناسب‌ترین شرایط محیطی در گندم است (Slafer and Rawson, 1994a). البته اثر درجه حرارت بر نمو گیاه تنها از طریق بهاره‌سازی اعمال نمی‌شود و درجه حرارت در دامنه بالاتر از دماهای مناسب جهت بهاره‌سازی مستقیماً نیز بر سرعت نمو تأثیر می‌کند (Slafer and Whitechurch, 2001). براین اساس افزایش درجه حرارت در دامنه دمای پایه (Base temperature) که در آن سرعت نمو

صفر فرض می‌شود تا دمای مطلوب (Optimum temperature) که در آن سرعت نمو حداکثر است، سبب افزایش خطی سرعت نمو نیز می‌شود. به دلیل وجود رابطه خطی بین درجه حرارت و سرعت نمو (Ritchie and Nesmith, 1991؛ Slafer and Rawson, 1995a)، در محدوده دمای پایه و مطلوب تنها یک شیب برای این خط (رابطه بین دما و سرعت نمو) وجود دارد که عکس این شیب زمان حرارتی (Thermal time) برحسب درجه-روز (Degree day) لازم برای طی نمودن فاصله کاشت تا ظهور سنبه است. به این ترتیب اگر درجه حرارت فقط در محدوده دمای پایه تا مطلوب تغییر نماید، صرفنظر از تغییرات درجه حرارت تنها یک مقدار "درجه-روز" مشخص برای ورود به یک مرحله از نمو مشخص (مثلاً ظهور سنبه) نیاز خواهد بود (Slafer and Whitechurch, 2001) دسترسی به یک کمیت ثابت جهت پیش‌بینی مراحل مختلف نمو (مثلاً ظهور سنبه) در شرایط متنوع اقلیمی (حرارتی) مزیتی است که به کمک آن می‌توان بر بسیاری از چالش‌های تطبیقی و مدیریتی فائق آمد و زمینه را برای شناخت دلایل سازگاری عمومی و خصوصی ارقام نیز تا حدود زیادی فراهم آورد (Jalal Kamali and Boyd, 2000؛ Kirby, 2002). اگر چه نمو، فرایند بهم پیوسته‌ای است که از جوانه‌زنی شروع و به رسیدگی فیزیولوژیکی خاتمه می‌یابد، لیکن

برای سهولت درک بهتر سازوکارهای حاکم بر این فرایند، معمولاً چرخه زندگی گیاه به زنجیره‌ای از چندین مرحله فنولوژی مشخص تقسیم می‌شود. این مراحل که به واسطه تغییرات مرفولوژی و یا کارکرد برخی از اندام‌ها اهمیت بیشتری دارند و از سایر مراحل متمایز شده‌اند عبارتند از: سبز شدن، آغازش سنبله که برای سهولت در تشخیص آن را با مرحله تشکیل و مشاهده برجستگی دوگانه معادل دانسته‌اند، آغازش سنبلك انتهایی، ظهور بساک و رسیدگی فیزیولوژیکی (Kirby, 2002). این که در یک رقم خاص طول دوره هر یک از این مراحل چه اندازه به طول انجامد، بستگی به ژنوتیپ، شرایط محیطی و اثر متقابل آن‌ها دارد که البته نقش این عوامل محیطی (عمدتاً درجه حرارت و طول روز) در تعیین طول مراحل مختلف نمو متفاوت است. طول دوره کاشت تا سبز شدن تنها تحت اثر درجه حرارت (خاک) است و حال آن که در طی دوره سبز شدن تا آغازش سنبله، گیاه علاوه بر درجه حرارت به تغییرات طول روز نیز واکنش نشان می‌دهد. این دوره به دلیل آن که به آغاز مرحله زایشی گندم می‌انجامد از حساسیت زیادی در تعیین درجه سازگاری یک رقم با یک منطقه خاص برخوردار است و به این جهت، حداکثر حساسیت به محیط در این مرحله از نمو متمرکز شده است. در این دوره، از یکسو بهاره‌سازی (درجه حرارت‌های پایین) و طول روز طول این دوره را متأثر می‌سازند و از سوی دیگر درجه

حرارت (بالاتر از دماهای لازم برای بهاره‌سازی) سرعت حرکت به سمت گلدهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Slafer and Rawson, 1994a). از آن جایی که مریستم انتهایی ساقه (Shoot apex) در طی مرحله رویشی فقط آغازین برگ تولید می‌نماید، بنابراین طولانی‌تر شدن این دوره به معنای افزایش تعداد برگ و در نتیجه پنجه‌ها است (Kirby, 1992)؛ Flood and Halloran, 1986؛ Rawson and Richard, 1993؛ Evans and Blundell, 1994؛ Slafer and Rawson, 1995b؛ Slafer and Rawson, 1995c). فاصله کاشت تا ظهور سنبله حاصلضرب تعداد برگ و زمان لازم برای ظهور هر برگ (Phyllochron) است. بر این اساس طولانی‌تر شدن فاصله زمانی بین کاشت تا آغازش سنبله به هر طریق که حاصل شود، افزایش روز تا ظهور سنبله را نیز در پی خواهد داشت. پس از آغازش سنبله، اثر عوامل محیطی بر نمو گیاه عمدتاً به اثر درجه حرارت خلاصه می‌شود، هر چند که برخی از محققین بر این باورند که طول روز، کمی پس از آغازش سنبله نیز می‌تواند بر نمو گیاه تأثیرگذار باشد (Slafer and Whitechurch, 2001). افزایش درجه حرارت (تا مرز دمای مطلوب) سبب افزایش سرعت نمو و کاهش طول دوره‌های مختلف نمو می‌شود (Slafer and Rawson, 1994).

علی‌رغم اهمیت شناخت مراحل نمو و تغییرات آن در ژنوتیپ‌های گندم و شرایط اقلیمی و محیطی مختلف، متأسفانه در ایران مطالعه‌چندانی در این زمینه صورت نگرفته است و اطلاعات اندکی در زمینه طول دوره مراحل نمو و تغییرات آن در میان ارقام مختلف گندم در شرایط محیطی متفاوت، حساسیت ارقام به تغییرات درجه حرارت و طول روز و نیاز بهاره‌سازی ارقام گندم در دسترس است. این مطالعه با هدف بررسی و مطالعه تغییرات فنولوژیکی ارقام تجارتي گندم در شرایط مزرعه به عنوان شروعی برای این قبیل مطالعات اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به مدت سه سال زراعی (۱۳۷۹-۸۲) در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در کرج به اجرا در آمد. بیست رقم گندم نان (شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز، هیرمند، روشن، قدس، چمران، پیشتاز، مرودشت، نیک نژاد، دز، اترک، تجن، فلات، داراب ۲، زاگرس و کویر) در قالب یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. این ارقام متعلق به اقلیم‌های چهار گانه کشور شامل اقلیم سرد و معتدل سرد (شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی و شیراز)، معتدل (ارقام قدس، پیشتاز، مرودشت، روشن، نیک‌نژاد و کویر)، گرم و خشک جنوب

(چمران، داراب ۲، فلات، هیرمند، دز و اترک) و گرم و مرطوب شمال (تجن برای کشت آبی و زاگرس برای کشت دیم) مورد بررسی قرار گرفتند. تاریخ کاشت در سال‌های ۸۰-۱۳۷۹، ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ به ترتیب ۵، ۱۴ و ۱۹ آبان ماه و تراکم کاشت ۴۰۰ بذر در مترمربع بود. طول کرت پنج متر و عرض آن ۱/۲ متر و هر کرت شامل برش خط کاشت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. زمین مورد کشت در تناوب دو ساله غلات-آیش بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم پس از برداشت محصول سال قبل، یک نوبت شخم بهاره در سال آیش، یک نوبت دیسک، دو نوبت لولر عمود بر هم، کودپاشی و ایجاد فارو بود. کود مصرفی براساس آزمون خاک و به میزان ۵۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب پتاس، فسفر و نیتروژن مصرف شد. کود فسفر و پتاس به صورت پایه و کود نیتروژن به صورت پایه و سرک (در مرحله طویل شدن ساقه و ظهور سنبله) مصرف شد. ضدعفونی بذر با قارچ‌کش ویتاواکس تیرام به نسبت دو در هزار و کنترل علف‌های هرز باریک و پهن برگ با علف‌کش‌های گرانستار ۲۰ گرم در لیتر و پوماسوپر یک لیتر در هکتار در مرحله پنجه‌زنی و شروع طویل شدن ساقه انجام شد.

برای تعیین مراحل فنولوژی هر ۶-۴ روز، سه گیاه رقابت‌کننده از هر کرت انتخاب و مرحله نمو آن‌ها براساس دستورالعمل کربی و اپل یارد (Kirby and Appleyard, 1987) تعیین شد.

بساک در چرخه زندگی و سازگاری رقم با شرایط محیطی مختلف، درخصوص مراحل مختلف نمو پیش از ظهور بساک، ضریب تسهیم دیگری برای این مراحل نیز از تقسیم نیاز حرارتی لازم برای هر مرحله خاص به نیاز حرارتی لازم برای طول دوره کاشت تا ظهور بساک محاسبه شد (ضریب تسهیم ۲). فرآوری داده‌ها با نرم‌افزار Excel و تجزیه آماری آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

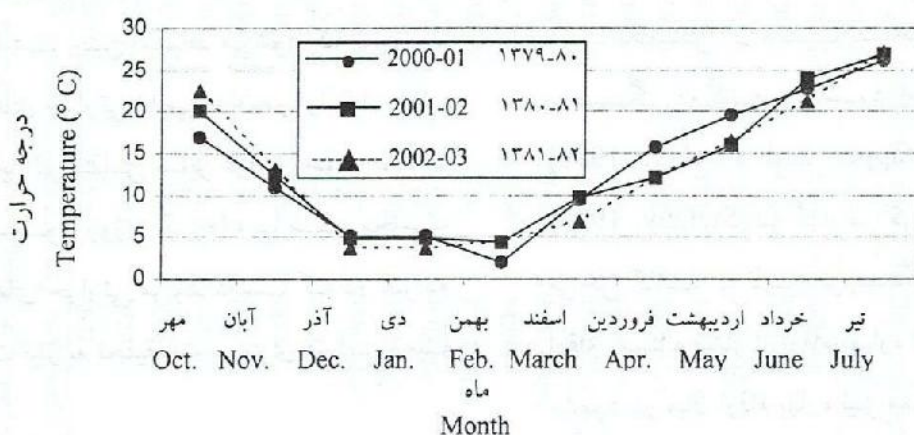
میانگین روزانه درجه حرارت در طول فصل رشد گندم در این سه سال زراعی (۱۳۷۹-۸۲) در شکل ۱ نشان داده شده است.

نیاز حرارتی کل (درجه-روز) براساس رابطه زیر محاسبه شد:

$$\text{Total Heat Unit (THU)} = \sum (T_{\text{mean}} - T_b)$$

که در آن T_b دمای پایه گندم معادل صفر درجه سانتی‌گراد و T_{mean} میانگین تصحیح شده درجه حرارت‌های حداکثر و حداقل بود که به ترتیب براساس درجه حرارت‌های ۳۰ و صفر درجه سانتی‌گراد تصحیح شده بودند.

ضرایب تسهیم مراحل مختلف نمو از تقسیم نیاز حرارتی لازم برای یک مرحله نمو خاص به نیاز حرارتی لازم برای چرخه زندگی گیاه (کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی) به دست آمد (ضریب تسهیم ۱). نظر به اهمیت زمان ظهور



شکل ۱- تغییرات ماهیانه درجه حرارت در طول سه فصل زراعی (۱۳۷۹-۸۲)

Fig. 1. Variation in monthly mean temperature in three cropping seasons (2000-2003)

تجزیه واریانس ارایه نشده است). جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ نتایج حاصل از مقایسه میانگین طول مراحل مختلف نمو را به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۹-۸۰، ۱۳۸۰-۸۱، ۱۳۸۱-۸۲ و مجموع سه سال (تجزیه مرکب) نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس طول دوره مراحل مختلف نمو (برحسب درجه-روز) در ارقام مورد مطالعه نشان داد که اثر سال و رقم بر تمامی مراحل نمو معنی‌دار بود (به منظور جلوگیری از طولانی شدن مقاله جدول‌های

میانگین میزان واحدهای حرارتی لازم برای دوره کاشت تا ظهور برجستگی دوگانه در سال‌های ۸۰-۱۳۷۹، ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ به ترتیب ۶۶۲، ۷۵۲ و ۶۰۶ درجه روز بود که نمایانگر تغییرات حدود ۲۰ درصدی واحدهای حرارتی در سه سال آزمایش می‌باشد. دامنه تغییرات نیاز حرارتی ارقام (اختلاف بین بیشترین و کمترین نیاز حرارتی ارقام) برای انتقال از مرحله رویشی به زایشی نیز ۱۹۶، ۱۸۷ و ۱۰۶ درجه روز به ترتیب برای سال‌های ۸۰-۱۳۷۹، ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ بود. با توجه به آن که در هر سه سال آزمایش دامنه نوسان دما در محدوده کاشت تا مرحله ظهور برجستگی دوگانه بین دمای پایه و دمای مطلوب گندم قرار داشته است، چنین استنباط می‌شود که تغییرات واحدهای حرارتی را می‌توان در ارتباط با اثر اصلی یا اثر متقابل سایر عوامل مؤثر بر نمو (مانند طول روز و غیره) و یا شیوه محاسبه واحدهای حرارتی مرتبط دانست که در هر دو صورت نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه است.

براساس نتایج حاصل از این مطالعه و در هر سه سال آزمایش، رقم شهریار بیشترین (به طور میانگین ۷۶۴ درجه روز) نیاز حرارتی برای انتقال از مرحله رویشی به زایشی را در میان ارقام مورد بررسی داشت (جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴). کمترین نیاز حرارتی در سال‌های زراعی ۸۰-۱۳۷۹ و ۸۱-۱۳۸۰ متعلق به رقم کویر و در سال ۸۲-۱۳۸۱ متعلق به رقم زاگرس بود و در

تجزیه واریانس مرکب سه سال، رقم کویر با ۶۷۳ درجه - روز کمترین نیاز حرارتی را برای انتقال از مرحله رویشی به مرحله زایشی داشت (جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴). میانگین نیاز حرارتی لازم برای انتقال از مرحله رویشی به زایشی به تفکیک اقلیم در جدول ۵ نشان داده شده است. در هر سه سال این بررسی، نیاز حرارتی ارقام سازگار با اقلیم سرد و معتدل سرد بیشتر از سایرین بود. این رخداد احتمالاً به دلیل آن است که در این ارقام انتقال از مرحله رویشی به زایشی نیازمند درک یک دوره سرما است که از آن به نام نیاز بهاره‌سازی (Vernalization) یاد می‌شود. این نیاز در ارقام مختلف بسته به تیپ رشد آن‌ها متفاوت است و عدم تأمین و یا تکمیل آن سبب تأخیر در ظهور برجستگی دوگانه می‌شود. استپر و فیشر (Stapper and Fischer, 1990) و استفانی (Stefany, 1993) نیز گزارش کردند که طول مراحل کاشت تا ظهور برجستگی دوگانه در ارقام زمستانه بیشتر از ارقام بهاره است. تفاوت مشهود در میان ارقام بهاره نیز ممکن است به واکنش متفاوت آن‌ها به عوامل محیطی (مانند طول روز و غیره) نسبت داده شود (Acevedo et al., 2002). اثبات این فرضیه‌ها نیازمند تداوم تحقیقات در این زمینه در شرایط کنترل شده و مزرعه است. نظر به آن که طول دوره زندگی این ارقام با یکدیگر متفاوت است (جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴)، بنابراین تفاوت طول مراحل مختلف نمو ممکن است ناشی از

جدول ۱- نیاز حرارتی (درجه - روز) لازم برای مراحل مختلف نمو ارقام گندم مورد بررسی در سال زراعی ۱۳۷۹-۸۰

Table 1. Mean of required Growing Degree Days (GDD) for the duration of different phenological development stages in different bread wheat cultivars in 2000-2001 cropping season

Cultivar	رتبه	S-DR	S-TS	DR-TS	TS-Anth	S-Anth	Anth-Mat	S-Mat
Alvand	لوید	720 b	1062 cd	324 de	553 h	1615 cd	966 a	2581 ab
Atrak	اترک	624 h	905 i	281 h	641 cde	1546 hi	831 de	2377 fgh
Chamran	چمران	650 f	1012 e	362 bc	552 h	1564 fgh	830 de	2394 efg
Darab-2	داراب-۲	611 e	910 i	299 g	648 bcd	1558 gh	827 de	2358 fgh
Dez	دز	624 h	987 fg	363 bc	588 g	1575 efgh	801 e	2377 fgh
Falat	فلات	622 h	952 h	303 g	679 a	1604 cde	883 bcd	2488 d
Ghods	قدس	656 f	987 fg	331 ef	505 fg	1593 cdef	966 a	2558 bc
Hirmand	هیرمند	689 d	997 ef	309 g	590 g	1587 defg	912 abc	2499 d
Kavir	کوبر	567 j	823 j	256 i	673 ab	1496 j	935 ab	2431 e
Mahdavi	مهدوی	704 c	1051 d	347 de	547 h	1598 cde	936 ab	2534 bcd
Marvdasht	مرودشت	646 f	1012 e	366 bc	591 fg	1603 cde	916 abc	2520 cd
Nicknejad	نیک نژاد	635 g	978 g	343 de	597 fg	1576 efgh	841 de	2417 ef
Pishraz	پیشراز	648 f	978 g	330 ef	615 c	1593 cdef	956 a	2549 bc
Roshan	روشن	676 e	1003 e	327 ef	614 efg	1617 cd	876 cd	2493 d
Shahrvar	شهریار	763 a	1073 bc	310 g	546 h	1619 c	939 ab	2558 bc
Shiraz	شیراز	696 cd	1155 a	460 a	537 h	1692 b	913 abc	2605 a
Tajan	تاجان	623 h	929 h	306 g	617 efg	1546 hi	814 e	2360 gh
Tous	توس	754 a	1079 b	325 f	660 abc	1738 a	789 e	2527 cd
Zagros	زاگرس	606 i	901 i	295 gh	623 def	1524 i	819 e	2343 h
Zarrin	زرین	720 b	1068 bc	348 cd	554 h	1622 c	927 abc	2549 bc

S-DR: مرحله کاشت تا ظهور برجستگی دو گانه؛ S-TS: مرحله کاشت تا ظهور سبکی انتهایی؛ DR-TS: ظهور برجستگی دو گانه تا تشکیل سبکی انتهایی؛ TS-Anth: تشکیل سبکی انتهایی تا گرده افشانی؛ S-Anth: مرحله کاشت تا ظهور سبکی؛ Anth-Mat: ظهور سبکی تا رسیدگی؛ Anth-TS: ظهور سبکی تا رسیدگی؛ S-Mat: مرحله کاشت تا رسیدگی.

S-DR: Sowing to Double Ridge; S-TS: Sowing to Terminal Spikelet; DR-TS: Double Ridge to Terminal Spikelet; TS-Anth: Terminal Spikelet to Anthesis; S-Anth: Sowing to Anthesis; Anth-Mat: Anthesis to Maturity; S-Mat: Sowing to Maturity.

جدول ۳- میانگین نیاز حرارتی (درجه - روز) لازم برای مراحل مختلف نمو ارقام گندم مورد بررسی در سال زراعی ۱۳۸۱-۸۲

Table 3. Means of required Growing Degree Days (GDD) for the duration of different phenological development stages in different bread wheat cultivars in 2002-2003 cropping season

Cultivar	رقم	S-DR	S-TS	DR-TS	TS-Anth	S-Anth	Anth-Mat	S-Mat
Alvand	الوند	629 b	863 cdef	234 efg	689 a	1552 bc	873 bc	2425 bc
Atrak	اترک	595 e	833 fg	238 defg	620 defg	1435 hi	842 bc	2296 gh
Chamran	چمران	571 g	838 efg	267 abcd	615 efg	1453 hi	843 bc	2297 gh
Darab-2	داراب-۲	571 g	846 efg	275 abc	641 bodefg	1487 fgh	866 bc	2354 defg
Dez	در	591 e	841 efg	250 cdef	646 bodefg	1487 fgh	862 bc	2349 efg
Falat	فلات	584 efg	855 defg	271 abcd	626 cdefg	1481 ghi	853 bc	2333 fgh
Ghods	قدس	595 e	859 cdef	264 bcde	664 abc	1523 cdef	894 abc	2417 bcd
Himmand	هیرمند	591 e	867 cde	276 abc	656 abode	1428 cdef	861 bc	2385 bodefg
Kavir	کبیر	621 bcd	804 h	184 h	676 ab	1365 ghi	920 ab	2400 bcde
Mahdavi	مهدوی	591 e	860 cdef	269 abcd	649 abodefg	1416 defg	891 abc	2400 bcde
Marvdasht	مرودشت	612 d	878 cd	267 abode	666 abc	1447 bcd	857 bc	2401 bcde
Nicknejad	نیک‌نژاد	574 fg	850 def	277 abc	651 abodefg	1410 efg	832 c	2333 fgh
Pishtaz	پشتاز	585 e	838 efg	253 bodefg	649 abodefg	1390 fgh	953 a	2440 ab
Roshan	روشن	593 e	851 def	258 bodefg	672 ab	1422 cdef	886 abc	2409 bcde
Shahrvar	شهریار	676 a	887 c	211 gh	657 abcd	1435 bcd	871 bc	2416 bcd
Shiraz	شیراز	666 a	954 a	287 ab	625 cdefg	1579 b	914 ab	2493 a
Tajan	تجن	615 cd	841 efg	226 fg	606 g	1447 ij	914 abc	2372 fgh
Tous	توس	666 a	947 ab	281 abc	675 ab	1622 a	749 d	2371 cdef
Zagros	زاگرس	570 g	810 gh	240 defg	606 g	1416 j	864 bc	2280 h
Zarim	زریم	627 bc	925 b	299 a	613 fg	1538 cde	871 bc	2409 bcde

S-DR: مرحله کاشت تا ظهور برگ‌چسبگی دو گانه؛ S-TS: مرحله کاشت تا ظهور سبکی انتهایی؛ DR-TS: ظهور برگ‌چسبگی دو گانه تا تشکیل سبکی انتهایی؛ TS-Anth: مرحله کاشت تا ظهور سبکی انتهایی؛ Anth-Mat: ظهور سبکی تا رسیدگی؛ S-Mat: مرحله کاشت تا رسیدگی.

S-DR: Sowing to Double Ridge; S-TS: Sowing to Terminal Spikelet; DR-TS: Double Ridge to Terminal Spikelet; TS-Anth: Terminal Spikelet to Anthesis; S-Anth: Sowing to Anthesis; Anth-Mat: Anthesis to Maturity; S-Mat: Sowing to Maturity.

جدول ۴- میانگین نیاز حرارتی (درجه - روز) لازم برای مراحل مختلف نمو ارقام گندم مورد بررسی در سه سال زراعی ۱۳۷۹-۸۲

Table 4. Mean of required Growing Degree Days (GDD) for the duration of different phenological development stages in different bread wheat cultivars in 2000-2003 cropping seasons

Cultivar	رشد	S-DR	S-TS	DR-TS	TS-Anth	S-Anth	Anth-Mat	S-Mat
Alvand	الوند	712 d	989 d	277 efg	641 def	1630 c	898 abc	2528 b
Atarak	اتراک	649 jk	900 ij	251 ij	636 defg	1536 h	815 ghi	2351 gh
Chamran	چمران	650 jk	936 g	286 cde	599 ij	1535 h	833 efgh	2368 gh
Darab-2	داراب-۲	636 m	907 l	271 fgh	651 cd	1558 g	815 ghi	2373 gh
Dez	دز	641 lm	935 g	294 bcd	629 efgh	1564 g	823 fghi	2386 g
Falat	فلات	641 lm	920 h	279 def	653 bcd	1573 g	819 fghi	2392 g
Ghods	قدس	661 hi	948 f	287 cde	655 bcd	1603 cf	907 ab	2510 bcd
Hirmand	هیرمند	688 f	953 f	265 ghi	637 defg	1591 f	885 abcd	2476 cdef
Kavir	کوبر	618 o	840 k	222 k	699 a	1539 h	904 abc	2443 f
Mahdavi	مهدوی	689 e	982 d	284 def	628 efgh	1610 de	881 abcd	2491 bcde
Marvdasht	مرودشت	663 h	966 e	304 b	643 de	1609 def	861 cdef	2470 def
Nicknejad	نیک نژاد	646 kl	934 g	288 cde	636 defg	1570 g	807 hi	2377 gh
Pishlazz	پیشاز	655 ij	925 gh	270 fgh	672 b	1597 cf	917 ab	2513 bc
Roshan	روشن	769 g	957 ef	278 efg	652 bcd	1609 def	853 defg	2462 ef
Shahyar	شهریار	764 a	1009 c	246 j	614 hij	1624 cd	872 bcde	2495 bcde
Shiraz	شیراز	722 c	1069 a	347 a	597 j	1666 b	918 a	2584 a
Tajian	تجن	652 jk	906 i	253 ij	620 fgh	1526 h	817 fghi	2342 h
Tous	توس	747 b	1037 b	290 cde	666 bc	1703 a	778 i	2481 cdef
Zagros	زاگرس	629 n	891 j	261 hi	614 hij	1505 i	888 abcd	2392 g
Zarin	زرین	713 d	1011 c	298 bc	619 ghi	1631 c	873 abcde	2504 bcde

S-DR: Sowing to Double Ridge; S-TS: Sowing to Terminal Spikelet; DR-TS: Double Ridge to Terminal Spikelet; TS-Anth: Terminal Spikelet to Anthesis; S-Anth: Sowing to Anthesis; Anth-Mat: Anthesis to Maturity; S-Mat: Sowing to Maturity.

جدول ۵- میانگین نیاز حرارتی درجه- روز لازم برای مرحله کاشت تا برجستگی دو گانه (انتقال از مرحله رویشی به زایشی) برای ارقام توصیه شده در اقلیم های مختلف

Table 5. Mean of required Growing Degree Days (GDD) for the duration from sowing to double ridge in different bread wheat cultivars adapted to different agro-climatic zones

Agro-climatic zone	اقلیم	تعداد رقم No. of cultivars	۱۳۷۹-۸۰ 2000-2001	۱۳۸۰-۸۱ 2001-2002	۱۳۸۱-۸۲ 2002-2003	میانگین Mean
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	726	809	643	726
Temperate	معتدل	6	638	726	597	654
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	637	732	584	651
Northern Warm and Humid (Irr.)	گرم و مرطوب شمال (آبی)	1	623	717	685	652
Northern Warm and Humid (Rainfed)	گرم و مرطوب شمال (دیم)	1	606	712	570	629
Mean	میانگین		646	739	602	662

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی و شیراز
اقلیم معتدل: ارقام قدس، پیشواز، مرودشت، روشن، نیک نژاد و کویر
اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب-۲، فالات، هیرمند، دز و اترک
اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاجن (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate Cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars

Temperate zone: Ghods, Pishtaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars

Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars

Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (rainfed) cultivars

مراحل مختلف نمو نشان داد اثر رقم در هر سه سال بر این ضرایب معنی دار بود، ولی به منظور جلوگیری از طولانی شدن مقاله، تنها نتایج مربوط به مقایسه میانگین تجزیه مرکب سه ساله ارائه شده است (جدول ۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین سه ساله نشان داد که رقم شهریار بیشترین و کویر کمترین ضریب تسهیم کاشت تا ظهور برجستگی دو گانه را داشتند (جدول ۶). اختلاف بین بیشترین و کمترین ضریب تسهیم در این مرحله ۷ درصد بود که

اختلاف ژنتیکی این ارقام و نه عکس العمل متفاوت آنها به عوامل محیطی و یا به عبارت بهتر راهبرد متفاوت آنها در تنظیم طول دوره مراحل زندگی به منظور سازگاری هرچه بیشتر با محیط باشد. بر این اساس ضرایب تسهیم مراحل مختلف نمو این ارقام نیز محاسبه شدند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ضرایب تسهیم کاشت تا ظهور برجستگی دو گانه نشان داد که بین ارقام تفاوت معنی دار وجود داشت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده ضرایب تسهیم

بیانگر وجود تنوع در میان ارقام است. ضرایب تسهیم کاشت تا ظهور برجستگی دوگانه به تفکیک ارقام سازگار و توصیه شده در هر اقلیم در جدول ۷ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می شود ارقام سازگار با اقلیم سرد و معتدل سرد، صرف نظر از گروه رسیدگی، سهم بیشتری از طول دوره کاشت تا ظهور بساک خود را به مرحله رویشی (کاشت تا آغازش سنبله) اختصاص و این امر نمادی از سازگاری این ارقام به مناطق دارای زمستان های سرد و طولانی تر است. محاسبه ضرایب تسهیم در آزمایش استروفیشر (Stapper and Fischer, 1990) دادند که رقم زمستانه نسبت به رقم بهاره سهم بیشتری (به ترتیب ۲۷ و ۲۱ درصد برای ضریب تسهیم ۱ و ۲ رقم زمستانه در برابر ۲۰ و ۱۴ درصد در رقم بهاره) از چرخه زندگی خود را به این دوره از نمو اختصاص می دهد (Acevedo et al., 2002). میانگین ضریب تسهیم این مرحله در ارقام متعلق به اقلیم معتدل و گرم و خشک جنوب تفاوت چندانی با هم نداشت (جدول ۶).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نیاز حرارتی لازم برای تکمیل ساختار سنبله (فاصله بین ظهور برجستگی دوگانه تا تشکیل سنبلك انتهایی) در ارقام مورد بررسی نشان داد که تفاوت طول دوره این مرحله در ارقام مختلف معنی دار است (جدول های ۱، ۲، ۳، ۴). بر این اساس در سال های ۸۰-۱۳۷۹، ۸۱-۱۳۸۰ و در مجموع سه

سال، رقم شیراز به ترتیب با کسب ۴۶۰، ۲۹۳ و ۳۴۷ درجه روز و در سال ۸۲-۱۳۸۱ رقم زرین با کسب ۲۹۹ درجه روز (البته اختلاف این رقم با شیراز معنی دار نبود) بیشترین نیاز حرارتی برای طی این مرحله را داشتند. کمترین نیاز حرارتی این برای طول مرحله نیز در سال های ۸۰-۱۳۷۹، ۸۱-۱۳۸۰، ۸۲-۱۳۸۱ و سه سال به ترتیب متعلق به رقم کویر (با ۲۵۶ درجه روز)، هیرمند (با ۲۱۱ درجه روز) که البته اختلاف آن با رقم کویر معنی دار نبود، کویر (با ۱۸۴ درجه روز) و کویر (با ۲۲۲ درجه روز) بود. نکته مشهود در نتایج حاصل از این تحقیق آن است که در یک رقم، نیاز حرارتی لازم برای تکمیل ساختار سنبله در طی سه سال نیز از تغییراتی برخوردار بود. نظر به آن که به لحاظ نظری، استفاده از واحدهای حرارتی منجر به حذف اثر درجه حرارت می شود؛ این تغییرات را می توان ناشی از اثر احتمالی سایر عوامل محیطی دانست که تعیین دقیق و کاربردی نمودن آن نیاز به تداوم مطالعات در این زمینه دارد. مقایسه نیاز حرارتی لازم برای تکمیل ساختار سنبله در ارقام توصیه شده برای اقلیم های مختلف نشان داد که به طور کلی ارقام سازگار با اقلیم سرد و معتدل سرد زمان بیشتری را به دوره تشکیل ساختار سنبله اختصاص داده و ارقام سازگار با اقلیم های معتدل و گرم و خشک جنوب تفاوت چندانی از این نظر با هم نداشتند (جدول ۸).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ضریب تسهیم این مرحله از نمو نشان داد ارقام مورد

جدول ۶- ضرایب تسهیم مراحل مختلف نمو گندم در ارقام مورد بررسی در سال های زراعی ۸۲-۱۳۷۹

Table 6. Mean of the ratio of the duration of different phenological development stages in different bread wheat cultivars in 2000 – 2003 cropping seasons

Cultivars	رقم	VP	DRP1	DRP2	SIP1	SIP2	SEP1	SEP2	GEP	VRR	PREP
Alvand	الوند	0.645 cdef	0.281 cd	0.436 bc	0.109 fg	0.170 ghi	0.254 gh	0.394 fgh	0.355 bcde	1.8 cdefg	0.363 h
Atrak	اترک	0.653 bcd	0.276 def	0.422 cf	0.107 g	0.164 i	0.270 bcd	0.414 bcd	0.347 def	1.9 bcde	0.377 cde
Chamran	چمران	0.648 bcdef	0.274 efg	0.422 cf	0.121 bc	0.186 bcd	0.253 gh	0.391 h	0.352 bcdef	1.8 bcdef	0.374 defg
Darab-2	داراب-۲	0.657 bc	0.268 hi	0.408 g	0.114 def	0.175 fgh	0.274 b	0.418 bc	0.343 cf	1.9 bc	0.389 a
Dez	دز	0.655 bcd	0.269 ghi	0.410 g	0.123 b	0.188 bc	0.264 cdef	0.402 cf	0.345 def	1.9 bcd	0.387 ab
Palat	فلات	0.685 bc	0.268 hi	0.407 gh	0.117 cde	0.178 defg	0.273 bc	0.415 bcd	0.342 cf	1.9 b	0.390 a
Ghods	قدس	0.639 efg	0.263 ij	0.412 g	0.114 def	0.180 cdef	0.261 defg	0.409 cde	0.361 abc	1.9 efg	0.376 def
Hirmand	هیرمند	0.642 def	0.277 def	0.431 cd	0.107 g	0.167 hi	0.258 fg	0.401 efg	0.358 bcd	1.8 defgh	0.365 gh
Kavir	کویر	0.630 g	0.253 k	0.401 h	0.091 i	0.145 j	0.286 a	0.454 a	0.370 a	1.7 gh	0.377 cde
Mahdavi	مهدوی	0.646 cdef	0.280 cde	0.432 bcd	0.114 def	0.177 efg	0.252 gh	0.391 h	0.354 bcde	1.8 bcdef	0.367 fgh
Marvdasht	مرودشت	0.652 bcde	0.268 hi	0.411 g	0.123 bc	0.189 b	0.261 efg	0.400 efg	0.348 cdef	1.9 bcde	0.383 abcd
Nicknejad	نیک نژاد	0.661 b	0.272 fgh	0.411 g	0.121 bc	0.184 bcde	0.268 bcde	0.405 de	0.339 f	2.0 b	0.389 a
Pishiz	پیشاز	0.635 fg	0.260 j	0.409 g	0.107 g	0.170 ghi	0.267 bcde	0.421 b	0.365 ab	1.8 fgh	0.375 defg
Roshan	روشن	0.653 bcd	0.276 def	0.421 f	0.113 efg	0.173 fghi	0.265 bcde	0.406 de	0.347 def	1.9 bcde	0.378 bcde
Shahyar	شهریار	0.651 bcde	0.306 a	0.470 a	0.098 h	0.151 j	0.247 h	0.379 i	0.349 cdef	1.9 bcde	0.345 i
Shiraz	شیراز	0.645 cdef	0.279 cde	0.433 bcd	0.134 a	0.208 a	0.231 i	0.359 j	0.355 bcde	1.8 cdefg	0.366 gh
Tajan	تجن	0.651 bcde	0.278 de	0.427 de	0.108 fg	0.166 hi	0.265 cdef	0.407 de	0.349 cdef	1.9 bcde	0.373 efg
Tous	توس	0.687 a	0.301 b	0.438 b	0.117 cde	0.170 ghi	0.269 bcde	0.392 gh	0.313 g	2.2 a	0.386 abc
Zagros	زاگرس	0.629 g	0.262 j	0.417 f	0.110 fg	0.174 fgh	0.257 fg	0.409 cde	0.371 a	1.7 h	0.367 fgh
Zarrin	زرین	0.651 bcde	0.284 c	0.436 bc	0.119 bcd	0.184 bcde	0.248 h	0.380 i	0.349 cdef	1.9 bcde	0.367 fgh

VP = Sowing to Anthesis; Sowing to Maturity; DRP1 = Sowing to Double Ridge; Sowing to Maturity; DRP2 = Sowing to Double Ridge; Sowing to Anthesis; SIP1 = Double Ridge to Terminal Spikelet; Life Cycle; SIP2 = Double Ridge to Terminal Spikelet; Sowing to Anthesis; SEP1 = Terminal Spikelet to Anthesis; Life Cycle; SEP2 = Terminal Spikelet to Anthesis; Sowing to Anthesis; GEP = Anthesis to Maturity; Life Cycle; VRR = Sowing to Anthesis; Anthesis to Maturity; PREP = Double Ridge to Anthesis; Life Cycle.

VP = Sowing to Anthesis; Sowing to Maturity; DRP1 = Sowing to Double Ridge; Sowing to Maturity; DRP2 = Sowing to Double Ridge; Sowing to Anthesis; SIP1 = Double Ridge to Terminal Spikelet; Life Cycle; SIP2 = Double Ridge to Terminal Spikelet; Sowing to Anthesis; SEP1 = Terminal Spikelet to Anthesis; Life Cycle; SEP2 = Terminal Spikelet to Anthesis; Sowing to Anthesis; GEP = Anthesis to Maturity; Life Cycle; VRR = Sowing to Anthesis; Anthesis to Maturity; PREP = Double Ridge to Anthesis; Life Cycle.

بررسی از این نظر با یکدیگر تفاوت معنی دار داشتند، به بیان دیگر، صرف نظر از تفاوت تاریخ ظهور بساک و رسیدگی، ارقام مورد مطالعه سهم متفاوتی از چرخه زندگی خود را به این مرحله از نمو اختصاص دادند. براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، بیشترین ضریب تسهیم این مرحله از نمو متعلق به رقم شیراز و کمترین آن متعلق به رقم کویر بود (جدول ۶). مقایسه ضرایب تسهیم به تفکیک ارقام توصیه شده برای هر اقلیم نشان داد که تفاوت چندانی بین ضرایب تسهیم این مرحله از نمو (نسبت به ظهور بساک یا رسیدگی فیزیولوژیک) در اقلیم‌های مختلف دیده نمی‌شود، به عبارت بهتر، طول دوره این مرحله از نمو در جهت سازگاری با اقلیم‌های مختلف تغییر چندانی نیافته و اختلافات مشهود، در ارتباط با تفاوت تاریخ ظهور بساک یا رسیدگی فیزیولوژیکی ارقام مورد بررسی قابل توجیه است (جدول ۹).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نیاز حرارتی لازم برای طول دوره طویل شدن ساقه (تشکیل سنبلک انتهایی تا ظهور بساک) نشان داد که طول این دوره در ارقام مختلف متفاوت بوده است (جدول‌های ۱، ۲، ۳). براین اساس در سال‌های ۸۰-۱۳۷۹، ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ بیشترین نیاز حرارتی لازم برای طویل شدن ساقه به ترتیب متعلق به ارقام فلات (با ۶۷۹ درجه روز)، پیش‌تاز (با ۷۵۲ درجه روز) و الوند (با ۶۸۹ درجه روز) بود، لیکن همان طور که از

این جدول‌ها و نتایج حاصل از سه سال تحقیق (جدول ۴) مشخص می‌شود رقم کویر با ۶۹۹ درجه روز جهت طویل شدن ساقه بالاترین نیاز را در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی داشته است. کمترین نیاز حرارتی جهت طویل شدن ساقه نیز در سال‌های ۸۰-۱۳۷۹، ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ به ترتیب متعلق به ارقام شیراز (با ۵۳۷ درجه روز)، زاگرس (با ۶۱۳ درجه روز) و تجن (با ۶۰۶ درجه روز) بود، براساس نتایج به دست آمده، در مجموع سه سال رقم شیراز با ۵۹۷ درجه روز کمترین نیاز حرارتی را جهت طی این دوره از مراحل نمو داشت. مقایسه طول دوره طویل شدن ساقه در ارقام توصیه شده برای اقلیم‌های مختلف نشان داد که طول دوره طویل شدن ساقه در ارقام متعلق به اقلیم معتدل به طور محسوس طولانی از ارقام سایر اقلیم‌ها و ارقام سایر اقلیم‌ها (گرم و خشک جنوب، سرد و معتدل سرد) تفاوت چندانی با یکدیگر نداشتند (جدول ۱۰).

بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس ضرایب تسهیم مرحله طویل شدن ساقه نیز نشان داد که ارقام مورد مطالعه از این نظر با یکدیگر تفاوت‌های معنی دار داشتند. به بیان دیگر، صرف نظر از گروه سازگاری ارقام، سهم این مرحله از نمو در چرخه زندگی ارقام مختلف با یکدیگر به طور معنی دار متفاوت است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ضریب تسهیم مرحله طویل شدن ساقه (بر مبنای تاریخ ظهور بساک و یا رسیدگی فیزیولوژیک) نشان داد که رقم

کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک) نیز مؤید نتایج فوق است (جدول ۶). مقایسه ضرایب تسهیم طول مرحله طویل شدن ساقه به تفکیک ارقام توصیه شده برای هر اقلیم نشان داد که صرف نظر از تاریخ وقوع ظهور بوساک و یا گروه سازگاری، ارقام به اقلیم معتدل سهم بیشتری از چرخه زندگی خود را به مرحله طویل

کویر ۴۵ درصد از طول دوره مرحله از کاشت تا ظهور بوساک را به طویل شدن ساقه اختصاص داد، در حالی که این نسبت برای رقم شیراز ۳۶ درصد بود، که در بین ارقام مورد بررسی کمترین سهم را داشت. محاسبه ضرایب تسهیم طول دوره این مرحله از نمو بر مبنای طول چرخه زندگی گیاه (نیاز حرارتی لازم برای از

جدول ۷- میانگین ضرایب تسهیم مرحله کاشت تا ظهور برجستگی دوگانه (انتقال از مرحله رویشی به مرحله زایشی) به چرخه زندگی (ضریب تسهیم ۱) و مرحله کاشت تا ظهور برجستگی دوگانه به کاشت تا ظهور بوساک (ضریب تسهیم ۲) برای ارقام توصیه شده در اقلیم‌های مختلف

Table 7. Mean of the ratio of the duration from sowing to double ridges : life-cycle (CC1) and sowing to double ridges : sowing to anthesis (CC2) in different bread wheat cultivars adapted to different agro-climatic zones

Agro-climatic zone		تعداد رقم No. of	۱۳۷۹-۸۰ 2000-2001	۱۳۸۰-۸۱ 2001-2002	۱۳۸۱-۸۲ 2002-2003	میانگین Mean
cultivars						
----- ضریب تسهیم ۱ (CC1) -----						
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	0.284	0.316	0.266	0.289
Temperate	معتدل	6	0.256	0.291	0.249	0.265
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	0.263	0.260	0.250	0.258
Northern Warm and Humid (Irr.)	گرم و مرطوب شمال (آبی)	1	0.264	0.306	0.264	0.278
	گرم و مرطوب شمال (دیم)					
Northern Warm and Humid (Rainfed)		1	0.259	0.279	0.250	0.263
----- ضریب تسهیم ۲ (CC2) -----						
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	0.441	0.469	0.412	0.441
Temperate	معتدل	6	0.404	0.434	0.395	0.411
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	0.405	0.451	0.394	0.417
Northern Warm and Humid (Irr.)	گرم و مرطوب شمال (آبی)	1	0.403	0.453	0.425	0.427
	گرم و مرطوب شمال (دیم)					
Northern Warm and Humid (Rainfed)		1	0.398	0.452	0.402	0.417

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز

اقلیم معتدل: ارقام قدس، پشتاز، مرودشت، روشن، نیک نژاد، کویر

اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب ۲، فلات، هیرمند، دز، اترک

اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاج (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate Cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars

Temperate zone: Ghods, Pishnaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars

Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars

Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (Rainfed) cultivars

جدول ۸- میانگین نیاز حرارت درجه- روز لازم برای تکمیل ساختار سنبله (ظهور برجستگی دو گانه تا ظهور سنبلک انتهایی) برای ارقام توصیه شده در اقلیم های مختلف

Table 8. Mean of required Growing Degree Days (GDD) for the duration from double ridge to terminal spikelet initiation in different bread wheat cultivars adapted to different agro-climatic zones

Agro-climatic zone		تعداد رقم No. of cultivars	۱۳۷۹-۸۰ 2000-2001	۱۳۸۰-۸۱ 2001-2002	۱۳۸۱-۸۲ 2002-2003	میانگین Mean
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	355	252	264	290
Temperate	معتدل	6	326	249	251	275
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	320	241	263	275
Northern Warm and Humid (Irr.)	گرم و مرطوب شمال (آبی)	1	306	228	226	253
Northern Warm and Humid (Rainfed)	گرم و مرطوب شمال (دیم)	1	295	249	240	261
Mean	میانگین		320	244	249	271

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهريار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز
اقلیم معتدل: ارقام قدس، پشتاز، مرودشت، روشن، نیک نژاد، کویر
اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب ۲، فالات، هیرمند، دز، اترک
اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاجن (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate Cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars
Temperate zone: Ghods, Pishtaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars
Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars
Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (Rainfed) cultivars

این مرحله دارا بود. براین اساس، در سال های ۸۰-۱۳۷۹، ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ و سه سال به ترتیب کویر (۱۴۹۶ درجه روز)، زاگرس (۱۵۷۴ درجه روز)، زاگرس (با ۱۴۱۶ درجه روز) و زاگرس (با ۱۵۰۵ درجه روز) کمترین نیاز حرارتی را داشتند (جدول های ۱، ۲، ۳ و ۴). نیاز حرارتی لازم برای طول دوره مرحله از کاشت تا ظهور بساک به تفکیک اقلیم نشان داد (جدول ۱۲) که ارقام متعلق به اقلیم سرد و معتدل سرد نیاز حرارتی بیشتری (۱۶۴۴ درجه روز) جهت رسیدن به مرحله ظهور بساک داشتند و پس از آن به ترتیب ارقام اقلیم معتدل

شدن ساقه اختصاص دادند که این برتری در نیمه اول چرخه زندگی گیاه (کاشت تا ظهور بساک) محسوس تر است. پس از اقلیم معتدل، به ترتیب ارقام اقلیم گرم و خشک جنوب، و سرد و معتدل سرد قرار داشتند (جدول ۱۱).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نیاز حرارتی لازم برای طول دوره از کاشت تا ظهور بساک نشان داد که ارقام مورد مطالعه با یکدیگر تفاوت معنی دار داشتند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نیاز حرارتی لازم برای طی این مرحله نشان داد که رقم توس در سال های مختلف مورد بررسی بالاترین نیاز حرارتی را برای طی

جدول ۹- میانگین ضرایب تسهیم مرحله تشکیل ساختار سنبله (برجستگی دو گانه تا تشکیل سنبلک انتهایی) به چرخه زندگی (ضریب تسهیم ۱) و مرحله تشکیل ساختار سنبله به کاشت تا ظهور بساک (ضریب تسهیم ۲) توصیه شده در اقلیم‌های مختلف

Table 9. Mean of the ratio of the duration from double ridge to terminal spikelet : life cycle (CC1) and from double ridge to terminal spikelet : sowing to anthesis (CC2) in different bread wheat cultivars adapted for different agro-climatic zones

Agro-climatic zone	اقلیم	تعداد رقم No. of cultivars	۱۳۷۹-۸۰ 2000-2001	۱۳۸۰-۸۱ 2001-2002	۱۳۸۱-۸۲ 2002-2003	میانگین Mean
----- ضریب تسهیم ۱ (CC1) -----						
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	0.139	0.098	0.109	0.115
Temperate	معتدل	6	0.130	0.100	0.104	0.111
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	0.132	0.100	0.113	0.115
Northern Warm and Humid (Irr.)	گرم و مرطوب شمال (آبی)	1	0.130	0.098	0.097	0.108
Northern Warm and Humid (Rainfed)	گرم و مرطوب شمال (دیم)	1	0.126	0.098	0.105	0.110
----- ضریب تسهیم ۲ (CC2) -----						
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	0.216	0.146	0.169	0.177
Temperate	معتدل	6	0.206	0.149	0.166	0.174
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	0.203	0.148	0.178	0.176
Northern Warm and Humid (Irr.)	گرم و مرطوب شمال (آبی)	1	0.198	0.145	0.156	0.166
Northern Warm and Humid (Rainfed)	گرم و مرطوب شمال (دیم)	1	0.194	0.158	0.169	0.174

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز

اقلیم معتدل: ارقام قدس، پیشناز، مروشدشت، روشن، نیک نژاد، کویر

اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب-۲، فالات، هیرمند، دز، اترک

اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاجن (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate Cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars

Temperate zone: Ghods, Pishtaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars

Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars

Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (Rainfed) cultivars

که زمان لازم برای طول مرحله کاشت تا ظهور بساک در ارقام زمستانه بیشتر از ارقام بهاره است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ضریب تسهیم طول مرحله از کاشت تا ظهور بساک در ارقام مورد بررسی نشان داد که صرف نظر از گروه سازگاری، رقم توس با اختصاص ۶۹

و گرم و خشک جنوب (۱۵۸۸ و ۱۵۵۹ درجه روز) قرار داشتند که این اختلاف را می توان ناشی از تفاوت این ارقام در نیاز احتمالی به بهاره سازی در ارقام گندم سازگار با اقلیم سرد و معتدل سرد دانست. آسه ودو و همکاران (Acevedo et al., 2002) نیز گزارش کردند

جدول ۱۰- میانگین نیاز حرارت درجه- روز برای مرحله طویل شدن ساقه (ظهور سنبلک انتهایی تا ظهور بساک) برای ارقام توصیه شده در اقلیم های مختلف

Table 10. Mean of required Growing Degree Days (GDD) for the duration from terminal spikelet initiation to anthesis in different adapted bread wheat cultivars adapted for different agro-climatic zones

Agro-climatic zone	اقلیم	تعداد رقم No. of cultivars	۱۳۷۹-۸۰ 2000-2001	۱۳۸۰-۸۱ 2001-2002	۱۳۸۱-۸۲ 2002-2003	میانگین Mean
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	566	666	651	628
Temperate	معتدل	6	616	699	663	659
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	616	652	634	634
Northern Warm and Humid (Irr.)	گرم و مرطوب شمال (آبی)	1	617	637	606	620
Northern Warm and Humid (Rainfed)	گرم و مرطوب شمال (دیم)	1	623	613	606	614
Mean	میانگین		608	653	632	631

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز

اقلیم معتدل: ارقام قدس، پیشتاز، مرودشت، روشن، نیک نژاد، کویر

اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب-۲، فالات، هیرمند، دز، اترک

اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاجن (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate Cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars

Temperate zone: Ghods, Pishnaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars

Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars

Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (rainfed) cultivars

شرایط محیطی حاکم بر هر اقلیم نباشد
(جدول ۱۳).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای طول دوره پر شدن دانه (ظهور بساک تا رسیدگی فیزیولوژیک) نشان داد که نیاز حرارتی لازم بر تکمیل فرایند پر شدن دانه در ارقام مختلف با یکدیگر متفاوت بود، ولی میزان این تفاوت کمتر و نوسانات آن بیشتر از سایر مراحل نمو است. براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها، در سال های ۸۰-۱۳۷۹، ۸۱-۱۳۸۰، ۸۲-۱۳۸۱ و تجزیه مرکب سه سال به ترتیب ارقام الوند

درصد از چرخه زندگی خود به مرحله کاشت تا ظهور بساک بیشترین و رقم زاگرس با ۶۳ درصد از چرخه زندگی خود به این مرحله، کمترین نیاز حرارتی برای طی این مرحله از نمو را داشتند (جدول ۶). مقایسه ضرایب تسهیم این مرحله از نمو به تفکیک ارقام توصیه شده برای هر اقلیم نشان داد که تفاوت طول این دوره در اقلیم های مختلف عمدتاً ناشی از گروه سازگاری آن ها بوده و شاید راهبرد خاصی به وسیله گیاه برای تنظیم طول این مرحله جهت سازگاری هرچه بیشتر با

جدول ۱۱- میانگین ضرایب تسهیم مرحله طولیل شدن سریع ساقه (تشکیل سنبلک انتهایی تا ظهور بساک) به چرخه زندگی (ضریب تسهیم ۱) و مرحله طولیل شدن سریع ساقه به کاشت تا ظهور بساک (ضریب تسهیم ۲) برای ارقام توصیه شده در اقلیم‌های مختلف

Table 9. Mean of the ratio of the duration from terminal spikelet initiation to anthesis: life cycle (CC1) and terminal spikelet initiation to anthesis : sowing to anthesis (CC2) in different bread wheat cultivars adapted for different agro-climatic zones

Agro-climatic zone	اقلیم	تعداد رقم No. of cultivars	۱۳۷۹-۸۰	۱۳۸۰-۸۱	۱۳۸۱-۸۲	میانگین
			2000-2001	2001-2002	2002-2003	Mean
----- ضریب تسهیم ۱ (CC1) -----						
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	0.221	0.260	0.269	0.250
Temperate	معتدل	6	0.247	0.280	0.276	0.268
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	0.255	0.270	0.272	0.266
	گرم و مرطوب شمال (آبی)					
Northern Warm and Humid (Irr.)		1	0.262	0.272	0.260	0.265
	گرم و مرطوب شمال (دیم)					
Northern Warm and Humid (Rainfed)		1	0.266	0.240	0.266	0.257
----- ضریب تسهیم ۲ (CC2) -----						
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	0.343	0.385	0.418	0.382
Temperate	معتدل	6	0.391	0.417	0.439	0.416
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	0.392	0.401	0.428	0.407
	گرم و مرطوب شمال (آبی)					
Northern Warm and Humid (Irr.)		1	0.399	0.402	0.419	0.407
	گرم و مرطوب شمال (دیم)					
Northern Warm and Humid (Rainfed)		1	0.409	0.390	0.428	0.409

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز

اقلیم معتدل: ارقام قدس، پیشتاز، مرودشت، روشن، نیک نژاد، کویر

اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب-۲، فالات، هیرمند، دز، اترک

اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاجن (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate Cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars

Temperate zone: Ghods, Pishtaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars

Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars

Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (Rainfed) cultivars

داشتند (جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴). نیاز حرارتی لازم برای مرحله پرشدن دانه در ارقام سازگار به اقلیم‌های مختلف نشان داد (جدول ۱۴) که در مجموع ارقام متعلق به اقلیم سرد، معتدل سرد و معتدل نیاز حرارتی بیشتری نسبت به اقلیم گرم و خشک جنوب دارند؛ که این می‌تواند ناشی از (با ۹۶۶ درجه روز)، زاگرس (با ۹۷۹ درجه روز)، پیشتاز (با ۹۵۳ درجه روز) و شیراز (با ۹۱۸ درجه روز) بیشترین و توس (با ۷۸۹ درجه روز)، فالات (با ۷۲۱ درجه روز)، توس (با ۷۴۹ درجه روز) و توس (با ۷۷۸ درجه روز) کمترین نیاز حرارتی جهت پرشدن دانه را

نسبت به سایر اقلیم‌ها دارند، هر چند که این تفاوت چندان قابل ملاحظه نیست. به عبارت دیگر تفاوت ضریب تسهیم دوره پرشدن دانه ارقام در اقلیم‌های مختلف عمدتاً ناشی از تفاوت گروه سازگاری این ارقام است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نسبت طول دوره کاشت تا ظهور بساک به ظهور بساک تا رسیدگی فیزیولوژیکی (دوره پرشدن دانه) نشان داد که این نسبت در ارقام مختلف متفاوت است. نتایج مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن است که در میان ارقام مورد بررسی، بیشترین مقدار

سازگاری ارقام این اقلیم برای فرار از تنش گرمای انتهای فصل این اقلیم باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ضریب تسهیم دوره پرشدن دانه نشان داد که صرف نظر از گروه سازگاری ارقام مورد بررسی، این ارقام سهم متفاوتی از دوره نمو خود را به پرشدن دانه اختصاص می‌دهند. بر این اساس زاگرس (۰/۳۷۱) بیشترین و توس (۰/۳۱۳) کمترین ضریب تسهیم دوره پرشدن دانه را داشتند (جدول ۶). بررسی نتایج حاصل از محاسبه ضریب تسهیم دوره پرشدن دانه به تفکیک اقلیم نیز نشان داد (جدول ۱۵) که ارقام متعلق به اقلیم معتدل تفاوت اندکی

جدول ۱۲- میانگین نیاز حرارتی درجه-روز لازم برای طی دوره کاشت تا ظهور بساک برای ارقام توصیه شده در اقلیم‌های مختلف

Table 12. Mean of required Growing Degree Days (GDD) for the duration from sowing to anthesis in different bread wheat cultivars adapted to different agro-climatic zones

Agro-climatic zone	اقلیم	تعداد رقم No. of cultivars	۱۳۷۹-۸۰ 2000-2001	۱۳۸۰-۸۱ 2001-2002	۱۳۸۱-۸۲ 2002-2003	میانگین Mean
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	1648	1726	1557	1644
Temperate	معتدل	6	1580	1674	1510	1588
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	1572	1625	1481	1559
	گرم و مرطوب شمال (آبی)					
Northern Warm and Humid (Irr.)		1	1546	1584	1447	1526
	گرم و مرطوب شمال (دیم)					
Northern Warm and Humid (Rainfed)		1	1524	1574	1416	1505
Mean	میانگین		1574	1637	1482	1564

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز

اقلیم معتدل: ارقام قدس، پیشتاز، مروودشت، روشن، نیک‌نژاد، کویر

اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب-۲، فلات، هیرمند، دز، اترک

اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاجن (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate Cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars

Temperate zone: Ghods, Pishtaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars

Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars

Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (rainfed) cultivars

جدول ۱۳- میانگین ضریب تسهیم مرحله کاشت تا ظهور بساک برای ارقام توصیه شده در اقلیم‌های مختلف

Table 13. Mean of the ratio of the duration from sowing to anthesis (Pre-anthesis): life cycle (Post-anthesis) in different bread wheat cultivars adapted to different agro-climatic zones

Agro-climatic zone	اقلیم	تعداد رقم No. of cultivars	۱۳۷۹-۸۰ 2000-2001	۱۳۸۰-۸۱ 2001-2002	۱۳۸۱-۸۲ 2002-2003	میانگین Mean
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	0.644	0.674	0.644	0.654
Temperate	معتدل	6	0.633	0.672	0.629	0.642
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	0.650	0.673	0.634	0.652
	گرم و مرطوب شمال (آبی)					
Northern Warm and Humid (Irr.)		1	0.655	0.677	0.622	0.651
	گرم و مرطوب شمال (دیم)					
Northern Warm and Humid (Rainfed)		1	0.650	0.617	0.621	0.629

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز

اقلیم معتدل: ارقام قدس، پیشتاز، مروءشت، روشن، نیک نژاد، کویر

اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب-۲، فالات، هیرمند، دز، اترک

اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاجن (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars

Temperate zone: Ghods, Pishtaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars

Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars

Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (Rainfed) cultivars

جدول ۱۴- میانگین نیاز حرارتی درجه-روز لازم برای دوره پر شدن دانه (ظهور بساک تا رسیدگی فیزیولوژیک) برای ارقام توصیه شده در اقلیم‌های مختلف

Table 14. Means of required Growing Degree Days (GDD) for the duration from anthesis to physiological maturity in different bread wheat cultivars adapted for different agro-climatic zones

Agro-climatic zone	اقلیم	تعداد رقم No. of cultivars	۱۳۷۹-۸۰ 2000-2001	۱۳۸۰-۸۱ 2001-2002	۱۳۸۱-۸۲ 2002-2003	میانگین Mean
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	912	837	862	870
Temperate	معتدل	6	915	818	890	874
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	847	793	855	832
	گرم و مرطوب شمال (آبی)					
Northern Warm and Humid (Irr.)		1	814	756	880	817
	گرم و مرطوب شمال (دیم)					
Northern Warm and Humid (Rainfed)		1	819	979	864	887
Mean	میانگین		861	837	870	856

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز

اقلیم معتدل: ارقام قدس، پیشتاز، مروءشت، روشن، نیک نژاد، کویر

اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب-۲، فالات، هیرمند، دز، اترک

اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاجن (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate Cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars

Temperate zone: Ghods, Pishtaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars

Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars

Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (rainfed) cultivars

جدول ۱۵- میانگین ضریب تسهیم مرحله پرشدن دانه (مرحله ظهور بساک تا رسیدگی فیزیولوژیک) به چرخه زندگی برای ارقام توصیه شده در اقلیم‌های مختلف

Table 15. Means of the ratio of the duration from anthesis to physiological maturity: life cycle in different bread wheat cultivars adapted for different agro-climatic zones

		تعداد رقم No. of	۱۳۷۹-۸۰ 2000-2001	۱۳۸۰-۸۱ 2001-2002	۱۳۸۱-۸۲ 2002-2003	میانگین Mean
Agro-climatic zone	اقلیم	cultivars				
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	0.356	0.326	0.356	0.346
Temperate	معتدل	6	0.367	0.328	0.371	0.355
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	0.350	0.327	0.366	0.348
Northern Warm and Humid (Irr.)	گرم و مرطوب شمال (آبی)	1	0.345	0.323	0.378	0.349
	گرم و مرطوب شمال (دیم)	1	0.350	0.383	0.379	0.371

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز

اقلیم معتدل: ارقام قدس، پیشتاز، مرودشت، روشن، نیک نژاد، کویر

اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب-۲، فالات، هیرمند، دز، اترک

اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاجن (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars

Temperate zone: Ghods, Pishtaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars

Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars

Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (Rainfed) cultivars

جدول ۱۶- میانگین نسبت نیاز حرارتی طول دوره کاشت تا ظهور بساک به طول دوره ظهور بساک تا رسیدگی فیزیولوژیک در ارقام توصیه شده برای اقلیم‌های مختلف

Table 16. Means of the ratio of the duration from sowing anthesis (Pre-anthesis): anthesis to physiological maturity (Post-anthesis) in different bread wheat cultivars adapted for different agro-climatic zones

adapted for different agro-climatic zones						
		تعداد رقم No. of	۱۳۷۹-۸۰ 2000-2001	۱۳۸۰-۸۱ 2001-2002	۱۳۸۱-۸۲ 2002-2003	میانگین Mean
Agro-climatic zone	اقلیم	cultivars				
Cold and Temperate Cold	سرد و معتدل سرد	6	1.821	2.072	1.823	1.905
Temperate	معتدل	6	1.732	2.053	1.702	1.829
Southern Warm and Dry	گرم و خشک جنوب	6	1.860	2.067	1.488	1.805
	گرم و مرطوب شمال (آبی)	1	1.900	2.098	1.645	1.881
Northern Warm and Humid (Irr.)						
	گرم و مرطوب شمال (دیم)	1	1.861	1.609	1.640	1.703
Northern Warm and Humid (Rainfed)						

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز

اقلیم معتدل: ارقام قدس، پیشتاز، مرودشت، روشن، نیک نژاد، کویر

اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب-۲، فالات، هیرمند، دز، اترک

اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاجن (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate Cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars

Temperate zone: Ghods, Pishtaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars

Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars

Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (Rainfed) cultivars

جدول ۱۷- میانگین نیاز حرارتی (درجه روز) مرحله کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک (چرخه زندگی) در ارقام توصیه شده برای اقلیم‌های مختلف

Table 17. Means of required Growing Degree Days (GDD) for the duration from sowing to physiological maturity (Life-cycle) in different bread wheat cultivars adapted for different agro-climatic zones

میانگین	۱۳۸۱-۸۲	۱۳۸۰-۸۱	۱۳۷۹-۸۰	تعداد رقم	اقلیم	Agro-climatic zone
Mean	2002-2003	2001-2002	2000-2001	No. of cultivars		
2514	2419	2564	2559	6	سرد و معتدل سرد	Cold and Temperate Cold
2462	2400	2492	2495	6	معتدل	Temperate
2391	2336	2418	2420	6	گرم و خشک جنوب	Southern Warm and Dry
2342	2327	2340	2360	1	گرم و مرطوب شمال (آبی)	
2392	2280	2554	2343	1	گرم و مرطوب شمال (دیم)	Northern Warm and Humid (Irr.)
						Northern Warm and Humid (Rainfed)

اقلیم سرد و معتدل سرد: ارقام شهریار، توس، الوند، زرین، مهدوی، شیراز

اقلیم معتدل: ارقام قدس، پیشتاز، مروداشت، روشن، نیک‌نژاد، کویر

اقلیم گرم و خشک جنوب: ارقام چمران، داراب-۲، فالات، هیرمند، دز، اترک

اقلیم گرم و مرطوب شمال: تاجن (آبی) و زاگرس (دیم)

Cold and Temperate Cold zone: Shahryar, Tous, Alvand, Zarrin, Mahdavi, and Shiraz cultivars

Temperate zone: Ghods, Pishtaz, Marvdasht, Roshan, Nicknejad and Kavir cultivars

Southern Warm and Dry zone: Chamran, Darab-2, Falat, Hirmand, Dez and Atrak cultivars

Northern Warm and Humid zone: Tajan (Irrigated) and Zagros (Rainfed) cultivars

این نسبت به رقم توس (۲/۲) و کمترین مقدار این نسبت زاگرس (با ۱/۷) بود (جدول ۶). بررسی مقدار این نسبت در اقلیم‌های مختلف نشان داد که طول دوره رویشی در ارقام سازگار با اقلیم سرد و معتدل سرد طولانی‌تر از ارقام سازگار با سایر اقلیم‌ها است (جدول ۱۶).

نتایج این تحقیق نشان داد که نیاز حرارتی لازم برای طول دوره چرخه زندگی (کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک) در ارقام مختلف با یگدیگر متفاوت است. براین اساس در سال‌های ۱۳۷۹-۸۰، ۱۳۸۰-۸۱، ۱۳۸۱-۸۲ و در مجموع سه سال به ترتیب ارقام شیراز (۲۶۰۵ درجه روز)، شیراز (۲۶۵۵ درجه روز)، شیراز (۲۴۹۳ درجه روز) و شیراز (۲۵۸۴ درجه روز) بیشترین و زاگرس (۲۳۴۳ درجه روز)، تاجن (۲۳۴۰ درجه روز)، زاگرس (۲۲۸۰ درجه روز) و تاجن (۲۳۴۲ درجه روز) کمترین نیاز حرارتی را داشتند (جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴). شیراز رقمی نسبتاً دیررس و سازگار با اقلیم معتدل و تاجن رقمی بهاره و مناسب کشت آبی در اقلیم گرم و مرطوب شمال کشور است. بررسی نیاز حرارتی لازم برای تکمیل چرخه زندگی رقم به تفکیک اقلیم (جدول ۱۷) نیز نشان داد که ارقام سازگار با اقلیم سرد و معتدل سرد از چرخه زندگی طولانی‌تری نسبت به اقلیم معتدل، و گرم و

خشک جنوب برخوردارند (۲۵۱۴) در برابر
موجود در طول مرحله رویشی و تفاوت در
۲۴۶۲ و ۲۳۹۱ درجه روز). چنین استنباط
تغییرات عوامل محیطی در اقلیم‌های مختلف
می‌شود که این امر عمدتاً ناشی از تفاوت‌های
باشد.

References

- Acevedo, E., Silva, P., and Silva, H. 2002.** Wheat growth and physiology. pp. 39-70. In: Curtis, B. C., Rajaram, S., and Gomez Macpherson, H. (eds.) Bread Wheat. Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome.
- Curtis, B. C. 2002.** Wheat in the world. pp. 1-17. In: Curtis, B. C., Rajaram, S., and Gomez Macpherson, H. (eds.) Bread Wheat. Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome, Italy.
- Evans, L. T. 1987.** Short day induction of inflorescence initiation in some winter wheat varieties. Australian Journal of Plant Physiology 14: 277-286.
- Evans, L. T., and Blundell, C. 1994.** Some aspects of photoperiodism in wheat and its wild relatives. Australian Journal Plant Physiology 21: 551-562.
- Flood, R. G., and Halloran, G. M. 1986.** Genetics and physiology of vernalization response in wheat. Advances in Agronomy 39: 87-125.
- Jalal Kamali, M. R., and Boyd, W. J. R. 2000.** Quantifying growth and development of commercial barley cultivars over two contrasting growing seasons in Western Australia. Australian Journal of Agricultural Research 51: 481-501.
- Kirby, E. J. M. 1992.** A field study to the number of main shoot leaves in wheat in relation to vernalization and photoperiod. Journal of Agricultural Science 118: 271-278.
- Kirby, E. J. M. 2002.** Botany of the wheat plant. pp. 19-37. In: Curtis, B. C., Rajaram, S., and Gomez Macpherson, H. (eds.) Bread Wheat. Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome.
- Kirby, E. J. M., and Appleyard, M. 1987.** Cereal Development Guide. Stoneleigh, Kenilworth, UK, NAC Cereal Unit. 85pp.
- Mirales, D. J., and Slafer, G. A. 2000.** Wheat Development. pp. 13-33. In: Sattore, E. H., and Slafer, G. A. (eds.) Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination.

- Food Product Press. An Imprint of the Haworth Press, Inc. New York, London, Oxford.
- Mosaad, M. G., Ortiz Ferrara, G., Mahalakshmi, V., and Rajaram. S. 1995.** Vernalization and photoperiod response of adapted wheat from the Mediterranean region. *Journal of Genetics and Breeding* 49: 224-236.
- Nuttonson, M. Y. 1955.** Wheat-climatic relationships and the use of phenology in ascertaining the thermal and photothermal requirements of wheat. Washington, DC, American Institute of Crop Ecology. USA.
- Percival, J. 1921.** The Wheat Plant. A Monograph. E. P. Dutton & Company, New York, USA,
- Rawson, H. M. 1993.** Radiation effects on development rate in a spring wheat grown under different photoperiods and high and low temperatures. *Australian Journal of Plant Physiology* 20: 719-727.
- Rawson, H.M., and Richards, R.A. 1993.** Effects of high temperature and photoperiod on floral development in wheat isolines differing in vernalization and photoperiod genes. *Field Crops Research* 32: 181-192.
- Ritchie, J.T., and Nesmith, D. S. 1991.** Temperature and crop development. pp. 5-290. In: Hanks, J., and Ritchie, J. T. (eds.) *Modelling Plant and Soil System*. American Society of Agronomy, Madison.
- Saunders, D. A., and Hettel, G. P. 1994.** Wheat in Heat Stressed Environments: Irrigated, Dry Areas and Rice – Wheat Farming Systems. Mexico D. F., CIMMYT.
- Slafer, G. A., and Rawson, H. M. 1994a.** Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factor: A re-examination of some assumptions made by physiologists and modellers. *Australian Journal of Plant Physiology* 21: 393-426.
- Slafer, G. A., and Rawson, H. M. 1994b.** Does temperature affect final numbers of primordia in wheat?. *Field Crops Research* 39: 111-117.
- Slafer, G. A., and Rawson, H. M. 1995a.** Base and optimum temperatures vary with genotype and stage of development in wheat. *Plant Cell and Environment* 18: 671-679.
- Slafer, G. A., and Rawson, H. M. 1995b.** Development in wheat as affected by timing and length of exposure to long photoperiod. *Journal of Experimental Botany* 46: 1877- 1886.

- Slafer, G. A., and Rawson, H. M. 1995c.** Photoperiod $\times$ Temperature interactions in contrasting wheat genotypes: Time to heading and final leaf number. *Field Crops Research* 44: 73-82.
- Slafer, G. A., and Whitechurch, E. M. 2001.** Manipulating wheat development to improve adaptation. pp. 160-170. In: Reynolds M. P., Ortiz-Monasterio, J. I., and McNab, A. (eds.) *Application of Physiology in Wheat Breeding*. Mexico, D. F., CIMMYT.
- Stapper, M., and Fischer, R. A. 1990.** Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales. I. Phasic development, canopy growth and spike production. *Australian Journal of Agricultural Research* 41: 997-1019.
- Stefany, P. 1993.** Vernalization requirement and response to daylength in guiding development in wheat. *Wheat Special Report No. 22*. Mexico, D. F., CIMMYT.

آدرس نگارندگان:

محمد رضا جلال کمالی - محقق ارشد و نماینده مرکز بین المللی تحقیقات ذرت و گندم (CIMMYT)، صندوق پستی ۴۱۱۹-۳۱۵۸۵، کرج.
حمیدرضا شریفی، منوچهر خدارحمی، رامبد جوکار، هما ترکمان و ناصر قویدل - بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.