دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره پنجم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۷
http://arpe.gonbad.ac.ir

بررسی روابط منبع و مخزن گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط متفاوت محیطی

عباس ابهری[۱*]، علی اصغر آب‌سالان[۲]
[۲،۱]استادیاران گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، واحد سبزوار
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۵

چکیده

مقدمه: گندم زمستانه بیش‌ترین اهمیت را در سیستم‌های زراعی ایران دارد. شناخت روابط منبع و مخزن در فرآیند تولید مواد اصل از فتوسنتز در گندم می‌تواند در شناخت خصوصیات فیزیولوژیکی مناسب برای تغییر عملکرد دانه استفاده شود. کاهش تعداد دانه برای مطالعه روابط منبع و مخزن به شرطی با موفقیت همراه است که منبع محدودکننده باشد. اگر در روند انتقال مواد حاصل از فتوسنتز مانعی نباشد، عملکرد واقعی در اثر ظرفیت مخزن و یا محدودیت شیره پرورده و سهم انتقال مجدد ماده خشک به مخازن در گندم به ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی بستگی داشته و ماده خشک بیش‌تر اندام‌ها در مرحله ذکر شده به افزایش حرکت مجدد مواد ذخیره‌ای به دانه‌ها منجر می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی ارتباط مراحل فنولوژیکی با عملکرد گندم با توجه به روابط منبع و مخزن در شرایط متفاوت محیطی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور مطالعه ارتباط مراحل فنولوژیکی با عملکرد گندم با توجه به روابط منبع و مخزن در شرایط متفاوت محیطی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای

*نویسنده مسئول: abbasabhari@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

آزمایشی شامل چهار رقم گندم (بکراس روشن، پیشتاز، چمران و مهدوی) و چهار تاریخ کاشت (اول آبان، ۲۵ آبان، ۲۰ آذر و ۱۵ دی) بود. این پژوهش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار اجرا شد.

نتایج: نتایج نشان داد که در سال اول روز از پنجه‌زنی تا طویل شدن ساقه با تاخیر در کاشت (از ۲۵ آبان تا ۱۵ دی) ۸۵ روز کاهش یافت. تاخیر در کاشت باعث کاهش زمان تا رسیدن به گرده‌افشانی شد؛ بنابراین هم زمان تولید ماده خشک قابل انتقال و هم تولید آغازی‌های سنبله، سنبلچه و گلچه (مخازن) را کاهش داد در نتیجه بر روابط منبع و مخزن تاثیر گذاشت. با افزایش میانگین دمای گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی مشخص شد که حرکت مجدد ماده خشک نیز کاهش یافت. رابطه تعداد دانه در مترمربع با حرکت مجدد ماده خشک از ساقه به‌صورت خطی بود که نشان‌دهنده تاثیر مثبت تعداد و حجم مخزن بر تولید منبع و افزایش حرکت مجدد ماده خشک بود. درصد حرکت مجدد هم با افزایش تعداد دانه در مترمربع افزایش یافت؛ ولی از حدود ۲۰۰۰۰ دانه در مترمربع به بعد روند نزولی داشت. با تولید دانه بیشتر از ۲۰۰۰۰ عدد، در نتیجه مواد قبل از گرده‌افشانی صرف تولید آغازی‌های تولید دانه شد؛ لذا ماده خشک کمتری ذخیره شده و در زمان پر شدن دانه به نسبت ذخیره کمتری موجود بود تا از طریق حرکت مجدد به دانه انتقال یابد.

نتیجه‌گیری: با افزایش زمان گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی حرکت مجدد ماده خشک از ساقه به‌صورت خطی افزایش یافت. دما نیز طول این دوره را کاهش داد و طول دوره پر شدن دانه در تاریخ کاشت‌های آخر کاهش یافت؛ بنابراین دما با تاثیر بر کاهش طول دوره پر شدن دانه می‌تواند بر حرکت مجدد ماده خشک ذخیره شده قبل از گرده‌افشانی نیز موثر باشد. دمای قبل از گرده‌افشانی از یک طرف آغازی‌های تعداد دانه را کاهش داد و از طرفی تولید ماده خشک در این دوره کم شد بنابراین از این طریق می‌تواند بر روابط منبع و مخزن موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: آغازی، دما، دوره پر شدن دانه، رسیدگی فیزیولوژیکی، گرده‌افشانی

مقدمه

گندم با تولید بیش از ۶۰۰ میلیون تن عملکرد سالانه به‌عنوان یک منبع ارزشمند کربوهیدرات برای میلیون‌ها انسان، بعد از ذرت و برنج، بیشترین تولید در دنیا را به خود اختصاص داده است (Asseng *et al.*, 2011). وزن هزار دانه یکی از مؤلفه‌های اصلی عملکرد در گندم است که از یک سو به میزان مواد فتوسنتز جاری (منبع) و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه‌های در حال رشد (مخازن) برای ذخیره مواد فتوسنتزی بستگی دارد (Hashemi Dezfuli and Marashi, 1995). درک تفاوت تعداد روز تا مراحل فنولوژیکی با عملکرد، فاکتور مهمی در تشخیص سازگاری برای حصول حداکثر عملکرد می‌باشد. (Flood,

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

1995). در آزمایشی اثر دما و طول روز بر نمو چهار ژنوتیپ گندم بررسی شد و مشخص شد که سرعت نمو به‌وسیله طول روز، دما و اثرات متقابل آن‌ها تغییر کرد (Slafer and Rawson, 1996). تاثیر دما در مرحله گرده‌افشانی بر وزن دانه برنج بررسی شد و نشان داد که تنش گرمایی در این مرحله تاثیر کمی بر روابط منبع و مخزن داشت (Cia-Xia *et al.*, 2018). دمای بالا در مرحله گرده‌افشانی باعث کاهش تعداد سنبلچه‌ها شد و در نهایت بر کاهش تعداد دانه نهایی و وزن دانه‌ها تاثیر گذاشت (Fu *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2016). در مطالعه‌ای روی گندم تاثیر تاریخ کاشت‌های مختلف روی عملکرد دانه و کیفیت آن بررسی شد و نتایج نشان داد که از اول ژوئن تا ۱۵ جولای با تاخیر در کشت باعث افزایش عملکرد شد (Silva *et al.*, 2014). با لحاظ کردن محدودیت‌های گرمای آخر فصل از یک سو و درجه حرارت‌های پایین اواخر بهمن و اوایل اسفند از سوی دیگر، می‌توان گفت که تاریخ کاشت‌های زودتر باعث افزایش احتمال برخورد مراحل گلدهی با درجه حرارت پایین شده و هرگونه تاخیر در تاریخ کاشت سبب کاهش شدید دوره پر شدن دانه خواهد شد (Reynolds *et al.*, 2013). درک خصوصیات مربوط به پرشدن دانه با توجه به دو ویژگی زمان و سرعت پر شدن دانه در بهبود عملکرد دانه و نیز استفاده از راه کارهای مناسب زراعی برای اجتناب از مواجهه مراحل رشد و نمو با تنش‌های محیطی از موضوعات مهم در آزمایش‌های فیزیولوژیکی است (Shahryari *et al.*, 2014).

شناخت روابط منبع و مخزن در فرایند تولید مواد حاصل از فتوسنتز در گندم می‌تواند در شناخت خصوصیات فیزیولوژیکی مناسب برای تغییر عملکرد دانه استفاده شود (Maydup *et al.*, 2013). اگر شیره پرورده در مخازن فیزیولوژیکی مورد بهره‌برداری واقع نشوند، تولید مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد (Saeidi *et al.*, 2010) همچنین اگر در روند انتقال مواد حاصل از فتوسنتز مانعی نباشد، عملکرد واقعی در اثر ظرفیت مخزن و یا کمبود شیره پرورده محدود می‌شود (Maydup *et al.*, 2013). سهم انتقال مجدد ماده خشک به مخازن در گندم به ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی بستگی داشته و ماده خشک بیشتر اندام‌ها در مرحله ذکر شده به افزایش حرکت مجدد مواد ذخیره‌ای به دانه‌ها منجر می‌شود (Bindraban *et al.*, 1998). از جمله راه‌های رسیدن به عملکرد دانه بالا در غلات اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه می‌باشد و در مطالعاتی روی گندم مشخص شده که افزایش تعداد دانه در گندم با افزایش فتوسنتز جاری پس از گرده‌افشانی همراه شد و این امر باعث تشدید در محدودیت منبع شده و باعث کاهش وزن هزار دانه گردید (Modhej and Behdarvandi, 2006).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

مطالعه روند رشد دانه و ارزیابی اثر پارامترهای فیزیولوژیکی بر وزن دانه و تنوع ژنتیکی این صفات در ژنوتیپ‌های گندم از تحقیقات پایه‌ای در برنامه‌های مطالعات به‌نژادی و فیزیولوژیکی به‌شمار می‌رود (Flood *et al.*, 1995). عملکرد گندم با سه جزء؛ تعداد سنبله در هر متر مربع، تعداد دانه در هر سنبله و وزن دانه محاسبه می‌شود. برای افزایش عملکرد بالقوه گندم نیاز به افزایش تعداد دانه در واحد سطح است (Bindraban *et al.*, 1998). تعداد دانه در واحد سطح توسط تعداد پنجه‌های بارور در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله تعیین می‌شود (Slafer *et al.*, 1993). هر چند در تحقیقات زیادی روابط منبع و مخزن گیاهان متفاوتی مطالعه شده است اما تاثیر محدودیت‌های فنولوژیکی ناشی از عوامل محیطی و گرمای آخر فصل و تاثیر آن بر این روابط مدنظر واقع نشده است، بنابراین هدف از این مطالعه ارتباط مراحل فنولوژیکی با عملکرد گندم با توجه به روابط منبع و مخزن در شرایط متفاوت محیطی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های زراعی ۸۷-۱۳۸۶ و ۸۸-۱۳۸۷ در مزارع کیذور واقع در شهرستان سبزوار انجام شد. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۱۹۵ متر بوده و در ۳۶ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. قبل از اجرای تحقیق از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر)

Table 1- Physical and chemical properties of soil for experimental (depth 0-30 cm)

بافت خاک Soil texture	K (mg/kg)	P (mg/kg)	Nitrogen (%)	E.C. (dS/m)
لومی– سیلتی loam-silt (2007-8)	240	7.5	1.1	0.8
لومی– سیلتی loam-silt (2008-9)	238	7.6	1.01	0.81

براساس آزمایش خاک در هر سال از کودهای نیتروژن (از منبع اوره)، فسفر (از منبع سوپرفسفات‌تریپل) و پتاسیم (از منبع سولفات‌پتاسیم) به‌ترتیب به میزان ۲۰۰، ۷۵ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. در این تحقیق جهت بررسی تاثیر شرایط محیطی متفاوت بر مراحل فنولوژیکی و عملکرد، از چهار رقم گندم

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

(بکراس روشن، چمران، پیشتاز و مهدوی) در چهار تاریخ کاشت (اول آبان، ۲۵ آبان، ۲۰ آذر و ۱۵ دی) و در چهار تکرار استفاده شد. در تاریخ ۱۵ دی ماه سال ۱۳۸۶ (همزمان با تاریخ کاشت چهارم) یک دوره یخبندان بی سابقه در منطقه رخ داد و به‌مدت ۴۰ روز دما از صفر تا ۲۰- درجه سانتی‌گراد در نوسان بود، تاریخ کاشت سوم (۱۳۸۶/۹/۲۰) که در این زمان گیاه در مرحله سبز شدن قرار داشت کاملاً از بین رفت. کاشت به‌صورت کرتی (طول سه و عرض ۱/۵ متر برای کرت) در خطوطی با فاصله ۱۵ سانتی‌متر انجام شد. متوسط فاصله بذرها در هر خط کاشت دو سانتی‌متر بود و بین ارقام در هر کرت ۳۰ سانتی‌متر فاصله در نظر گرفته شد.

برای مطالعه ارتباط دما (از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی) با حرکت مجدد ماده خشک (از ساقه) در دو سال آزمایش از معادله (۱) استفاده شد که در این معادله x دما (درجه سانتی‌گراد)، y حرکت مجدد ماده خشک (گرم در مترمربع)، a، b و c هم ضرایب معادله می‌باشند. با مساوی صفر قرار دادن مشتق معادله فوق مقدار x برابر با b/2c- شد (Abhari *et al.*, 2015). مقدار دما از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی لازم برای حصول حداکثر حرکت مجدد ماده خشک از ساقه با محاسبه این کسر به‌دست آمد.

معادله (۲) برای مدل‌سازی تعداد دانه در واحد سطح در برابر میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی و از آبستنی تا گرده‌افشانی استفاده شد که در آن x: میانگین دما در دو مرحله نام برده است، y: تعداد دانه در واحد سطح، a: عرض از مبدا و b: سرعت تولید دانه در واحد سطح بر حسب تعداد بر درجه سانتی‌گراد.

$$y = a + bx\text{-}cx^2 \qquad \text{معادله (۱)}$$

$$y = a\text{-}bx \qquad \text{معادله (۲)}$$

در پایان جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال یک درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس مشخص شد که برای صفات مختلف اثر سال معنی‌دار شده و بنابراین مقایسه میانگین‌ها در دو سال به‌صورت جداگانه انجام شد (جدول ۲). دامنه تغییرات عملکرد دانه از ۱۷۰ تا ۱۰۷۰ گرم بر مترمربع بود و دامنه تغییرات تعداد سنبله در واحد سطح بین ۲۲۲ تا ۱۱۳۳ عدد به دست آمد که با تاخیر در کاشت تعداد آن کاسته شد. در واقع با کاشت در زمان مناسب، ضعف جوانه‌زدن و سبز شدن بذور توسط تولید بیشتر تعداد پنجه در بوته و تعداد دانه در سنبله، جبران شد. همچنین با تاخیر

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

در کاشت به‌علت کوتاه شدن طول دوره رشد؛ تولید پنجه و تعداد دانه در سنبله کم شد و در نهایت باعث کاهش عملکرد گردید (جدول‌های ۳ و ۴). در هر سال آزمایش مقایسه میانگین ارقام در هر تاریخ کاشت انجام شد. در تمامی تاریخ کاشت‌ها (به‌جز تاریخ کاشت دوم سال اول و تاریخ کاشت اول سال دوم اجرای آزمایش) در هر دو سال رقم بکراس روشن بیشترین عملکرد دانه در متر مربع را داشت و مقدار آن در تاریخ کاشت دوم، سال دوم ۱۰۷۰/۸۹ گرم در مترمربع بود. در مطالعه‌ای روی گندم در تاریخ کاشت‌های مختلف که در طی آذر تا دی‌ماه (دسامبر تا ژانویه) کشت صورت گرفت با تاخیر در کاشت عملکرد دانه کاهش یافت (Eslami *et al.*, 2014). در سال دوم آزمایش (عدم وجود شرایط یخبندان غیرطبیعی) با تاخیر در کاشت، عملکرد کاهش یافت. در تاریخ کاشت‌های دیرتر به‌علت اینکه مراحل نموی آخر فصل، گرده‌افشانی و پر شدن دانه با گرما مواجه شدند همواره تعداد دانه کمتری تشکیل شد، طول دوره پر شدن دانه نیز کوتاه شد که این امر کاهش وزن دانه را به‌همراه داشت و در نهایت باعث کاهش عملکرد گردید (شکل ۱).

در آزمایشی مشخص شد که تعداد دانه در واحد سطح و عملکرد با هم رابطه خطی دارند (Abhari *et al.*, 2015). اجزای عملکرد بر اساس درجه اهمیت به سه قسمت تقسیم می‌شود که شامل اجزای عملکرد اولیه (تعداد دانه در واحد سطح و وزن هزار دانه) روی عملکرد نهایی اثر می‌گذارند و اجزای عملکرد ثانویه (تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله) روی تعداد دانه تاثیر می‌گذارد و اجزای عملکرد ثالثیه (تعداد پنجه‌ها و تعداد پنجه‌های بارور) روی تعداد سنبله تاثیر می‌گذارد (Bijanzadeh and Emam, 2010). در تاریخ کاشت اول و دوم سال اول آزمایش با توجه به این‌که دوره یخبندان در طول دوره پنجه‌زنی رخ داده است، دوره پنجه‌زنی طولانی شده و روز از پنجه‌زنی تا طویل شدن ساقه در تاریخ کاشت‌های اول و دوم به‌ترتیب ۱۱۱ و ۹۹ روز به طول انجامید و چون پنجه‌زنی تاریخ کاشت چهارم بعد از رفع یخبندان بود، طول دوره پنجه‌زنی تا طویل شدن ساقه ۱۵ روز طول کشید. در سال دوم آزمایش (شرایط عدم یخبندان غیرطبیعی) دوره پنجه‌زنی تا طویل شدن ساقه تاریخ کاشت‌های اول تا چهارم به‌ترتیب ۷۱، ۲۳، ۱۷ و ۱۷ روز بود (جدول‌های ۳ و ۴).

با توجه به جدول‌های ۳ و ۴ پس از بررسی ارقام در تاریخ کاشت‌های مختلف مشخص شد که برای صفات روز از پنجه‌زنی تا طویل شدن ساقه، روز از طویل شدن ساقه تا آبستنی و روز از آبستنی تا گرده‌افشانی، به‌ترتیب ارقام بکراس روشن، پیشتاز و مهدوی بیشترین روز برای عبور از هر مرحله نموی را داشتند و رقم چمران نیز کمترین روز برای عبور از هر یک از مراحل یاد شده را داشت.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه گندم

Table 2- Analysis of variance (MS) of studied traits of wheat

صفات Traits	حداقل Min	میانگین Mean	حداکثر Max	رقم cultivar	تاریخ کاشت planting date	سال year	رقم×تاریخ کاشت cultivar×date	رقم×سال cultivar×year	تاریخ کاشت×سال date×year
تعداد سنبله Spike number	222	626	1133	**	**	**	**	ns	ns
تعداد دانه در سنبله Number grain per spike	12	23	37	**	ns	**	**	**	**
وزن هزار دانه Weight 1000 grain	22	35	50	**	**	**	**	**	**
عملکرد بیولوژیک Biological yield	799	1467	2463	**	**	**	**	**	**
شاخص برداشت HI	0.16	0.34	0.49	**	**	**	**	**	ns
عملکرد دانه Kernel yield	170	523	1070	**	**	**	**	**	ns
طول دوره پر شدن دانه Grain filling period	20	31	47	**	**	**	**	**	**
سرعت پرشدن دانه Grain filling rate	10	19	30	**	**	**	**	**	**

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات فنولوژیکی در سال اول

Table 3- Mean comparison of phonological trait in first year

تاریخ کاشت Planting date	رقم Cultivar	عملکرد داته Kernel yield (g/m^2)	روز از پنجه زنی تا طویل شدن ساقه Day from tillering to stem	طویل شدن ساقه تا آبستنی Stem to booting
86/8/1	بکراس Backcross	275.40a	111a	6.5a
	پیشتاز Pishtaz	237.90c	112a	6.5ab
	چمران Chamran	170.90d	110b	6a
	مهدوی Mahdavi	268.00b	112a	6a
	LSD	0.20	1.30	1.30
86/8/25	بکراس Backcross	293.12b	100a	11a
	پیشتاز Pishtaz	308.53a	100a	11a
	چمران Chamran	219.76d	97b	10b
	مهدوی Mahdavi	279.72c	100a	11a
	LSD	8.56	2.10	0.70
86/10/15	بکراس Backcross	398.98a	15a	33a
	پیشتاز Pishtaz	242.80c	15a	33a
	چمران Chamran	307.86b	14b	31b
	مهدوی Mahdavi	224.70d	15a	33a
	LSD	8.67	0.11	1.20

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین صفات فنولوژیکی در سال اول

Table 3- Mean comparison of phonological trait in first year

تاریخ کاشت Planting date	رقم Cultivar	آبستنی تا گرده‌افشانی Booting to anthesis	روز تا طویل شدن ساقه Day to stem	روز تا آبستنی Day to booting
86/8/1	بکراس Backcross	20a	165 a	172 a
	پیشتاز Pishtaz	20a	165 a	171 a
	چمران Chamran	19b	163 b	166 b
	مهدوی Mahdavi	20a	165 a	171 a
	LSD	0.80	2.50	2.70
86/8/25	بکراس Backcross	10a	150 a	161 a
	پیشتاز Pishtaz	10a	150 a	161 a
	چمران Chamran	10a	142 b	154 b
	مهدوی Mahdavi	10a	150 a	161 a
	LSD	0.30	2.20	3.70
86/10/15	بکراس Backcross	17a	78 a	111 c
	پیشتاز Pishtaz	17a	78 a	112 b
	چمران Chamran	17a	75 b	103 d
	مهدوی Mahdavi	17a	78 a	113 a
	LSD	0.14	2.70	0.84

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین صفات فنولوژیکی در سال اول

Table 3- Mean comparison of phonological trait in first year

تاریخ کاشت Planting date	رقم Cultivar	روز تا گرده افشانی Day to anthesis	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Day to physiological maturity	روز تا رسیدگی برداشت Day to maturity
86/8/1	بکراس Backcross	192 a	216 a	225 a
	پیشتاز Pishtaz	191 b	225 a	
	چمران Chamran	184 c	217 c	
	مهدوی Mahdavi	191 b	222 b	
	LSD	0.95	2.5	
86/8/25	بکراس Backcross	172 a	195 b	203 a
	پیشتاز Pishtaz	171 b	201 b	
	چمران Chamran	167 c	199 c	
	مهدوی Mahdavi	172 a	201 b	
	LSD	0.93	1.8	
86/10/15	بکراس Backcross	130 a	147 c	155 b
	پیشتاز Pishtaz	129 b	154 b	
	چمران Chamran	120 d	152 c	
	مهدوی Mahdavi	128 c	154 b	
	LSD	0.88	0.79	

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات فنولوژیکی در سال دوم

Table 4- Mean comparison of phonological trait in seconder year

تاریخ کاشت Planting date	رقم Cultivar	عملکرد دانه Kernel yield (g/m^2)	روز از پنجه زنی تا طویل شدن ساقه Day from tillering to stem	طویل شدن ساقه تا آبستنی Stem to booting
87/8/1	بکراس Backcross	805.30b	71a	26a
	پیشتاز Pishtaz	1013.00a	71a	24b
	چمران Chamran	701.80c	71a	24b
	مهدوی Mahdavi	661.29d	71a	26a
	LSD	9.50	0.13	0.70
87/8/25	بکراس Backcross	1070.89a	23a	17a
	پیشتاز Pishtaz	681.26c	23a	17a
	چمران Chamran	633.00d	23a	10b
	مهدوی Mahdavi	753.75b	23a	17a
	LSD	8.98	0.12	2.90
87/9/20	بکراس Backcross	767.92a	17a	7a
	پیشتاز Pishtaz	583.60b	17a	7a
	چمران Chamran	595.70b	17a	3b
	مهدوی Mahdavi	762.09a	17a	7a
	LSD	17.70	0.14	3.20
87/10/15	بکراس Backcross	693.00a	17a	7a
	پیشتاز Pishtaz	658.95b	17a	7a
	چمران Chamran	363.00d	17a	4b
	مهدوی Mahdavi	576.00c	17a	7a
	LSD	7.98	0.14	3.10

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین صفات فنولوژیکی در سال دوم

Table 4- Mean comparison of phonological trait in seconder year

تاریخ کاشت Planting date	رقم Cultivar	آبستنی تا گرده‌افشانی Booting to anthesis	روز تا طویل شدن ساقه Day to stem	روز تا آبستنی Day to booting
87/8/1	بکراس Backcross	25b	124 a	149 a
	پیشتاز Pishtaz	27a	123 b	147 b
	چمران Chamran	23c	123 b	146 c
	مهدوی Mahdavi	25b	123 b	149 a
	LSD	0.71	0.97	0.97
87/8/25	بکراس Backcross	27b	123 a	140 a
	پیشتاز Pishtaz	25c	122 b	139 b
	چمران Chamran	29a	120 c	130 c
	مهدوی Mahdavi	25c	123 a	139 b
	LSD	1.20	0.89	0.88
87/9/20	بکراس Backcross	25a	114 a	121 b
	پیشتاز Pishtaz	21b	114 a	122 a
	چمران Chamran	21b	112 b	115 c
	مهدوی Mahdavi	25a	114 a	121 b
	LSD	3.30	1.80	0.79
87/10/15	بکراس Backcross	28a	89 b	97 b
	پیشتاز Pishtaz	22b	89 b	98 a
	چمران Chamran	21c	88 c	90 d
	مهدوی Mahdavi	28a	90 a	96 c
	LSD	0.80	0.91	0.95

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین صفات فنولوژیکی در سال دوم

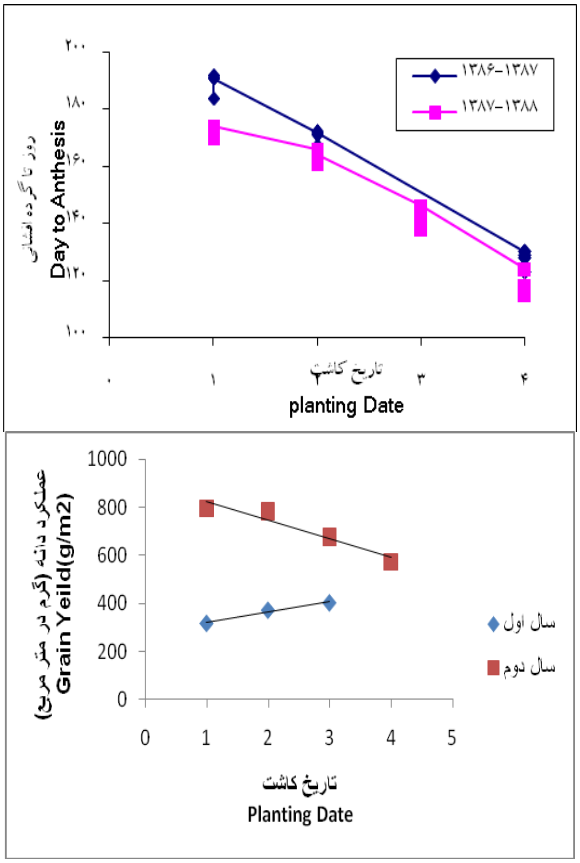
Table 4- Mean comparison of phonological trait in seconder year

تاریخ کاشت Planting date	رقم Cultivar	روز تا گرده افشانی Day to anthesis	روز تا رسیدگی فیزیولژیکیی Day to physiological maturity	روز تا رسیدگی برداشت Day to maturity
87/8/1	بکراس Backcross	174 a	212 a	228 a
	پیشتاز Pishtaz	174 a	228 a	
	چمران Chamran	170 b	221 c	
	مهدوی Mahdavi	174 a	226 b	
	LSD	0.99		1.70
87/8/25	بکراس Backcross	166 a	201 b	208 a
	پیشتاز Pishtaz	164 b	208 a	
	چمران Chamran	161 c	206 b	
	مهدوی Mahdavi	164 b	208 a	0.95
	LSD	1.20		186 a
87/9/20	بکراس Backcross	146 a	178 c	
	پیشتاز Pishtaz	142 b	186 a	
	چمران Chamran	138 c	183 c	
	مهدوی Mahdavi	146 a	185 b	
	LSD	2.90		0.87
87/10/15	بکراس Backcross	124 a	153 d	161 a
	پیشتاز Pishtaz	118 b	161 a	
	چمران Chamran	115 c	158 c	
	مهدوی Mahdavi	124 a	160 b	
	LSD	1.40	7	0.98

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]



شکل ۱- روز تا گرده‌افشانی و عملکرد دانه در تاریخ کاشت‌های مختلف

(تاریخ کاشت‌های اول تا چهارم به‌ترتیب تاریخ کاشت‌های اول آبان، ۲۵ آبان، ۲۰ آذر و ۱۵ دی می‌باشد)

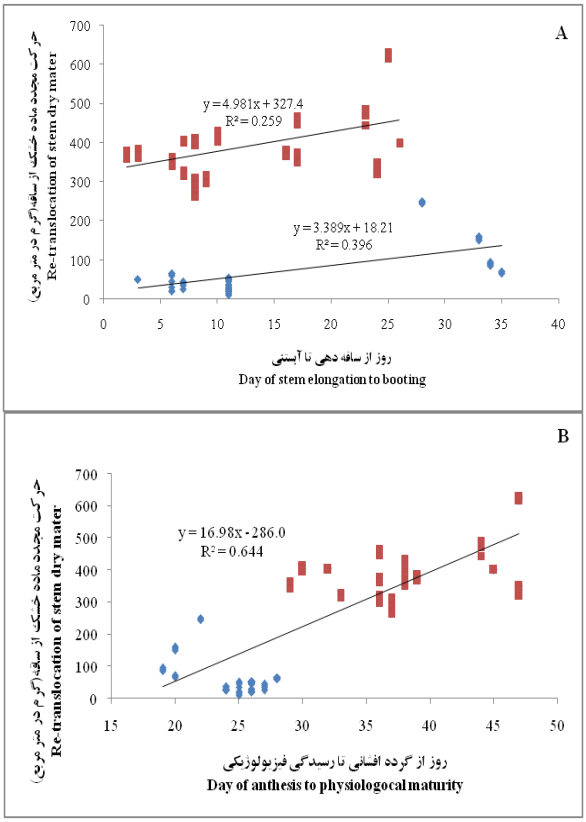
Figure 1- Day to anthesis and grain yield in different planting date

(First to fourth planting dates; 23 October, 16 November, 11 December and 5 January)

در گندم افزایش دما از حد مطلوب ۲۵ درجه سانتی‌گراد در مراحل آغازی نمو، کاهش طول دوران نمو را به‌همراه خواهد داشت (Slafer and Rawson, 1996). همچنین افزایش دما از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌ها و فتوسنتز سبب افزایش سرعت نمو و کوتاه شدن طول مراحل نمو شد، از اینرو آن‌ها علت کاهش مدت زمان رسیدن به هر یک از مراحل نموی را افزایش دما با تاخیر در کاشت دانستند (Porter and Gawith, 1999).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

در دو سال آزمایش مشاهده شد که رابطه روز از ساقه‌دهی تا آبستنی با حرکت مجدد ماده خشک از ساقه به‌صورت خطی بود و با افزایش زمان ساقه‌دهی تا آبستنی حرکت مجدد ماده خشک از ساقه به‌صورت خطی افزایش یافت که نشان دهنده تولید ماده خشک بیشتر در طی این دوره است که تاثیر مثبت بر روی حرکت مجدد ماده خشک داشت (شکل A۲).



شکل ۲- رابطه روز از ساقه‌دهی تا آبستنی (A) و از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی (B) با حرکت مجدد ماده خشک از ساقه (گرم در مترمربع) در دو سال آزمایش (۸۷-۱۳۸۶ ♦ و ۸۸-۱۳۸۷ ■)

Figure 2- Relation of day from stem elongation to booting (A) and anthesis to physiological maturity (B) with dry matter remobilization from the stem (g/m^2) in two years of experiment (2007-2008 ♦ and 2008-2009 ■)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

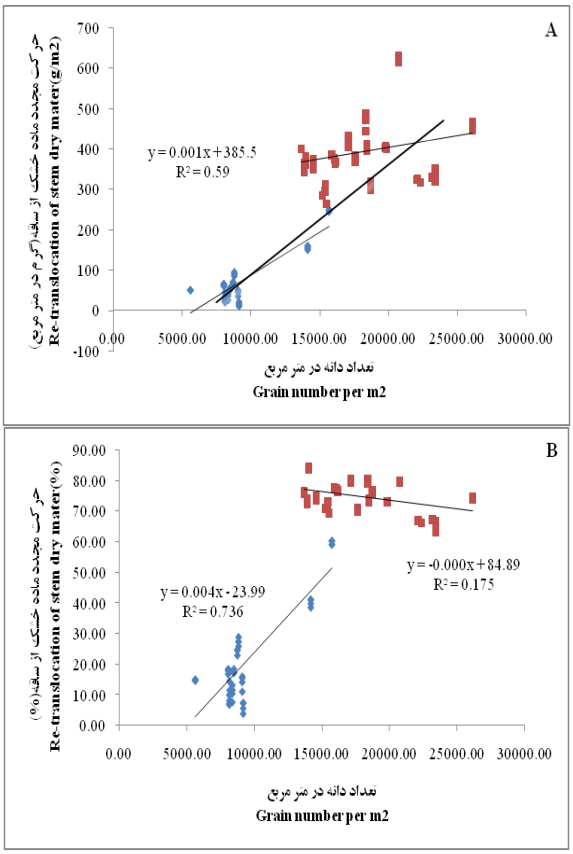
پیش‌بینی میزان حرکت مجدد ماده خشک از ساقه با توجه به افزایش دوره پرشدن دانه (روز از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی) صورت گرفت و برای مجموع دو سال آزمایش معادله $y = 16.98x - 286$ با $R^2 = 0.64$ پیشنهاد شد که x روز از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی و y میزان حرکت مجدد ماده خشک از ساقه بود.

افزایش زمان گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی (دوره پر شدن دانه) حرکت مجدد ماده خشک از ساقه به‌صورت خطی افزایش یافت (شکل B۲). این در صورتی است که دما طول این دوره (گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی) را کاهش داد و طول دوره پر شدن دانه در تاریخ کاشت‌های آخر کاهش یافت.

رابطه تعداد دانه در مترمربع با حرکت مجدد ماده خشک از ساقه (گرم در مترمربع) در دو سال آزمایش به‌صورت خطی، ولی با شیب متفاوت بود و بر اساس میانگین داده‌ها یک خط برازش داده شد که معادله خط به‌صورت $y = 0.001x + 385$ و $R^2 = 0.59$ بود و نشان دهنده تاثیر مثبت تعداد و حجم مخزن بر تولید منبع و افزایش حرکت مجدد ماده خشک است (شکل A۳). درصد حرکت مجدد هم با افزایش تعداد دانه در متر مربع افزایش یافت ولی از حدود ۲۰.۰۰۰ دانه در متر مربع به بعد روند نزولی داشت. با تولید دانه بیشتر از ۲۰.۰۰۰، در نتیجه مواد قبل از گرده‌افشانی صرف تولید آغازی‌های تولید دانه شده لذا ماده خشک کمتری ذخیره شده و در زمان پر شدن دانه به نسبت ذخیره کمتری موجود بوده تا از طریق حرکت مجدد به دانه انتقال یابد (شکل B۳).

در مطالعه‌ای از رابطه خطی برای نشان دادن اثر میانگین دما در طول مراحل نموی بر روی تعداد دانه استفاده شد (Ugarte *et al.*, 2007) از اینرو یک معادله بر اساس میانگین ضرایب حاصل از تاریخ کاشت‌های مختلف برای هر سال استخراج گردید که عبارت بود سال اول $y = -1215/3x + 32694$ و سال دوم $y = -1118/9x + 33650$ بود و بر اساس این معادلات، تعداد دانه در واحد سطح با افزایش میانگین دما به‌ترتیب در سال اول و دوم به‌ترتیب، با سرعت ۱۲۱۵/۳ و ۱۱۱۸/۹ عدد بر درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و به‌ترتیب در میانگین دمای ۲۷ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد در طول این مراحل دانه تشکیل نشد. با توجه به این‌که افزایش دماهای قبل از گرده‌افشانی باعث کاهش تعداد دانه شد و تعداد مخازن را کاهش داد (شکل ۴). بنابراین می‌توان گفت که هر چه تعداد دانه کمتر باشد مخازن کمتری برای ذخیره مواد وجود دارد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]



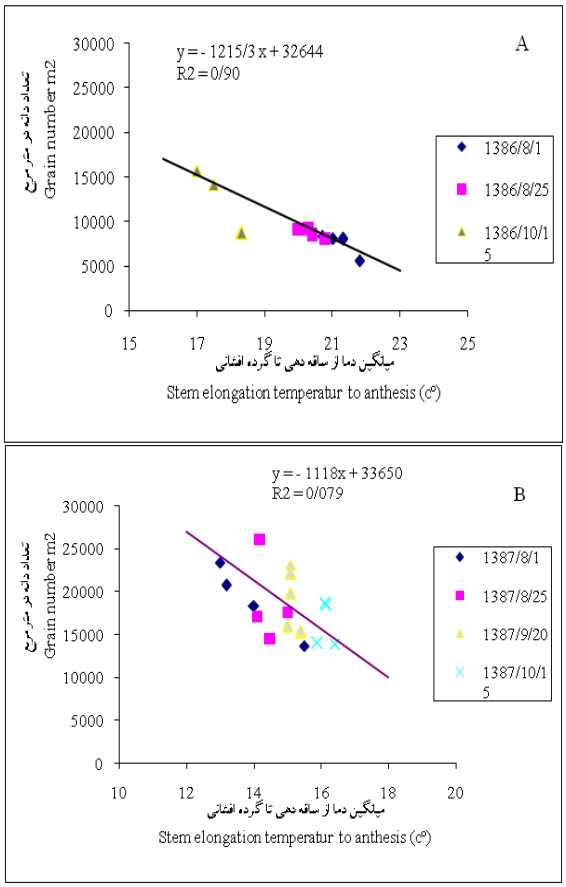
شکل ۳- رابطه تعداد دانه در متر مربع با حرکت مجدد ماده خشک از ساقه (A) (گرم در مترمربع) و درصد حرکت مجدد ماده خشک از ساقه (B) در دو سال آزمایش (۸۷-۱۳۸۶ ♦ و ۸۸-۱۳۸۷ ■)

Figure 3- Relation of grain number per m^2 with dry matter remobilization from the stem (A) (g/m^2) percentage of dry matter remobilization from the stem (B) in two years of experiment (2007-2008 ♦ and 2008-2009 ■)

افزایش میانگین دما قبل از گرده‌افشانی (آبستنی تا گرده‌افشانی) سبب کاهش تعداد گلچه‌های بارور شده و در نهایت تعداد دانه کاهش یافت (Dawson and Wardlaw, 1989). همچنین در آزمایش دیگری اثرات دمای بالا قبل از گرده‌افشانی به‌واسطه تاثیر بر گلچه‌ها بود که از این طریق بر عملکرد دانه تاثیر گذاشت (Calderini *et al.*, 2001). افزایش دما با تاثیر بر کاهش طول دوره پر شدن دانه می‌تواند بر

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

حرکت مجدد ماده خشک ذخیره شده قبل از گرده‌افشانی نیز موثر باشد.



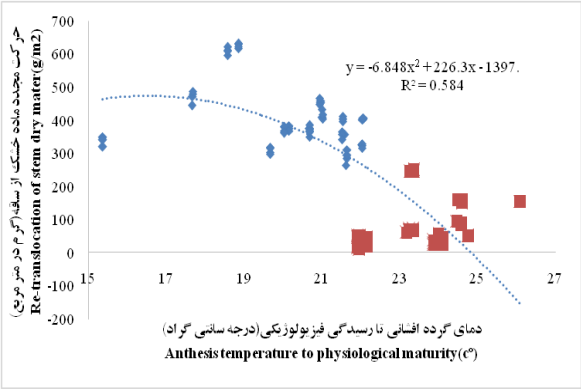
شکل ۴- تغییرات تعداد دانه با افزایش میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی (در سال اول (A) و سال دوم (B))

Figure 4- Changes in the number of grains with increasing mean temperature from stem elongation to anthesis (in the years of first (A) and second (b))

با افزایش میانگین دمای گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی مشخص شد که حرکت مجدد ماده خشک نیز کاهش یافت و روند این کاهش در دو سال آزمایش با توجه به معادله $y = -6.848x^2 + 226.3x$ و $R^2 = 0.58$ از روند معادله درجه ۲ پیروی کرد. با مساوی صفر قرار دادن مشتق این معادله دمای بهینه

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

برای انجام بیشترین حرکت مجدد ماده خشک برابر ۱۶/۵۲ درجه سانتی‌گراد بود و بعد از این دما تا حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد حرکت مجدد ماده خشک به صفر رسید (شکل ۵).



شکل ۵- رابطه دما از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی (درجه سانتی‌گراد) با حرکت مجدد ماده خشک از ساقه (گرم در مترمربع) در دو سال آزمایش (سال ۸۷-۱۳۸۶ ■ و ۸۸-۱۳۸۷ ♦)

Figure 5- Relation of anthesis temperature to physiological maturity (c°) with dry matter remobilization from the stem (A) and grain number per m^2 (B) in two years of experiment (2007-2008 ■ and 2008-2009 ♦)

نتیجه‌گیری

تاخیر در کاشت باعث کاهش زمان تا رسیدن به گرده‌افشانی شد؛ بنابراین همزمان تولید ماده خشک قابل انتقال و تولید آغازی‌های سنبله، سنبلچه و گلچه (مخازن) را کاهش داد، در نتیجه بر روابط منبع و مخزن تاثیر گذاشت. با افزایش زمان گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی (دوره پر شدن دانه) حرکت مجدد ماده خشک از ساقه به‌صورت خطی افزایش یافت. دما نیز طول این دوره (گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی) را کاهش داد و طول دوره پر شدن دانه در تاریخ کاشت‌های آخر نیز کاهش یافت. بنابراین دما با تاثیر بر کاهش طول دوره پر شدن دانه می‌تواند بر حرکت مجدد ماده خشک ذخیره شده قبل از گرده‌افشانی نیز موثر باشد و در این مطالعه تاثیر دما بر حرکت مجدد ماده خشک از رابطه درجه دو پیروی کرد. دمای قبل از گرده‌افشانی از یک طرف آغازی‌های تعداد دانه را کاهش داد و از طرفی تولید ماده خشک در این دوره کم شد بنابراین از این طریق می‌تواند بر روابط منبع و مخزن موثر باشد. رابطه تعداد دانه در

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

مترمربع با حرکت مجدد ماده خشک از ساقه به‌صورت خطی (ولی با شیب متفاوت) بود که نشان‌دهنده تاثیر مثبت تعداد و حجم مخزن بر تولید منبع و افزایش حرکت مجدد ماده خشک است.

منابع

Abhari A., Soltani A., Azizi E. 2015. Predicting wheat *(Triticum aestivum L.*) grain number by phototermal ratio in anthesis stage. Iranian Journal of Field Crops Research, 12: 438-444. (In Persian).

Asseng S., Foster I., Turner N. 2011. The impact of temperature variability on wheat yields. Global Change Biological, 17: 997-1012.

Bijanzadeh E., Emam Y. 2010. Effect of defoliation and drought stress on yield components and chlorophyll content of wheat. Pakistan Journal of Biological Sciences, 13: 699-705.

Bindraban P.S., Sayreb K.D., Solis-Moyac E. 1998. Identifying factors that determine kernel number in wheat. Field Crops Research, 58: 223-234.

Board I.E., Kang M.S., Harville B.G., 1999. Path analyses of the yield formation process for late-planted soybean. Agronomy Journal, 91: 128-135.

Cai-Xia Z., Bao-Hua F., Ting-Ting C., Wei-Meng F., Hu-Bo L., Guang-Yan L., Qian-Yu J., Long-Xing T., Guan-Fu F. 2018.Heat stress-reduced kernel weight in rice at anthesis is associated with impaired source-sink relationship and sugars allocation. Environmental and Experimental Botany, 155: 718-733.

Calderini D.F., Savin R., Abeledo L.G., Reynolds M.P., Slafer G.A. 2001. The importance of the period immediately preceding anthesis for grain weight determination in wheat. Euphytica, 119: 199-204.

Dawson I.A., Wardlaw I.F. 1989. The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth booting to anthesis. Australian Journal of Agriculture Research, 40: 965-980.

Eslami H., Mir Hadi S.M.J., Kalateh Arabi M. 2014. Effect of planting date on protein content of wheat varieties. International Journal of Farming and Allied Sciences, 4: 362-364.

Flood E.G., Marthin P.J., Gardner W.K. 1995. Dry matter accumulation and partitioning and its relationship to grain yield in spring wheat. Australian Journal Experiment Agriculture, 35: 495-502.

Fu G.F., Feng B.H., Zhang C.X., Yang Y.J., Yang X.Q., Chen T.T., Zhao X., Zhang X.F., Jin Q.Y., Tao L.X. 2016. Heat stress is more damaging to superior spikelets than inferiors of rice (*Oryza sativa* L.) due to their different organ temperatures. Front Plant Science, 7: 1637

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]

Hashemi Dezfuli A., Marashi A. 1995. Changes in photosynthetic material at flowering time and its effect on grain growth, yield and yield components of wheat. Journal Agriculture Sciences and Technology, 91: 16-32. (In Persian).

Maydup M.L., Antonietta M., Guiamet J.J., Graciano C., Lopez J.R., Tambussi E.A. 2013. The contribution of ear photosynthesis to grain filling in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Field Crops Research, 119: 48-58.

Modhej A., B. Behdarvandi. 2006. Study of the effect of terminal heat stress on source limitation and grain yield in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Conference of German Genetics Society and the German Society for Plant Breeding, 96 p.

Porter J.R., Gawith M. 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. European Journal of Agronomy, 10: 23-36.

Reynolds M., Foulkes M.J., Slafer G.A., Berry P., Parry M.A.J., Snape J.W., Angus W.J. 2013. Raising yield potential in wheat. Journal of Experimental Botany, 60: 1899-1918.

Saeidi M., Moradi F., Ahmadi A., Spehri R., Najafian G., Shabani A. 2010. The effects of terminal water stress on physiological characteristics and sink-source relations in two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Science, 12: 392-408. (In Persian).

Shahryari R., Gurbanov E., Gadimov A., Hassanpanah D. 2014. Tolerance of 42 bread wheat genotypes to drought stress after anthesis. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11: 1330-1335.

Silva R.R., Benin G., Almeida J.L., Fonseca B., Zucareli C. 2014. Grain yield and baking quality of wheat under different sowing dates. Acta Scientiarum Agronomy, 36: 201-210.

Slafer G.A., Andrade F.H., Satorre E.H. 1993. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. In G.A. Slafer (Editor), Genetic Improvement of Field Crops. Marcel Dekker, Inc., New York, Pp: 1-68.

Slafer G.A., Rawson H.M. 1996. Responses to photoperiod change with phenophase and temperature during wheat development. Field Crops Research, 46: 1-13.

Ugarte C., Calderini D.F., Slafer G.A. 2007. Grain Weight grain number responsiveness to pre-anthesis temperature in wheat, barley and triticale. Field Crops Research, 100: 240-248.

Zhang C.X., Fu G.F., Yang X.Q., Yang Y.J., Zhao X., Chen T.T., Tao L.X. 2016. Heat stress effects are stronger on spikelets than on flag leaves in rice due to differences in dissipation capacity. Journal of Agronomy Crop Science, 202: 394-408.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-06-08]