10.22092/rafhc.2012.100126

مجله علمی- ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۱

ارزیابی عملکرد، سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه چهار رقم جو (*Hordeum vulgaris* L.) در تاریخ‌های مختلف کاشت

فریده کامران قوجه بگلو[۱]، عزیز جوانشیر[۲]، رئوف سید شریفی[۳] و فرهاد فرح‌وش[۲]

۱- دانشجوی کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز
۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز
۳- دانشیار دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱۳

چکیده

کامران قوجه‌بگلو ف، جوانشیر ع، سید شریفی ر، فرح‌وش ف (۱۳۹۱) ارزیابی عملکرد، سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه چهار رقم جو (*Hordeum vulgaris* L.) در تاریخ‌های مختلف کاشت. **مجله یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۱** (۲): ۱۴۹-۱۶۳

به منظور ارزیابی عملکرد دانه، سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه چهار رقم جو (*Hordeum vulgaris* L.) در تاریخ‌های مختلف کاشت، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عوامل مورد بررسی شامل چهار رقم جو به نام‌های لیسیوی، سهند، بهمن و ماکویی و سه تاریخ کاشت شامل اول مهرماه، ۱۵ مهر ماه و ۳۰ مهر ماه بودند. نتایج نشان داد که تاریخ‌های مختلف کاشت، اثر معنی‌داری بر عملکرد، سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه ارقام جو داشت. در این بررسی با استفاده از یک مدل خطی پارامترهای مربوط به پر شدن دانه ارزیابی گردید. حداکثر وزن دانه (۰/۰۵۶ میلی‌گرم) و دوره مؤثر پر شدن دانه (۲۵/۵ روز) در تاریخ کاشت اول مهر ماه به دست آمد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر وزن دانه (۰/۰۴۹ میلی‌گرم) و دوره مؤثر پر شدن دانه (۲۵/۵ روز) به ترتیب به رقم لیسیوی در تاریخ کاشت اول مهر ماه و حداقل آنها (۰/۰۲۸ میلی‌گرم و ۲۱/۷ روز) به رقم سهند در ۳۰ مهر ماه تعلق داشت. عملکرد دانه به طور معنی‌داری بوسیله ارقام جو، تاریخ‌های مختلف کاشت و اثر متقابل رقم × تاریخ کاشت متأثر گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر عملکرد دانه به میزان ۲/۲۲۳ تن در هکتار در اول مهر ماه در رقم لیسیوی و کمترین آن به میزان ۱/۴۹۰ تن در هکتار نیز در ۳۰ مهر ماه در رقم سهند برآورد گردید. بنابراین می‌توان پیشنهاد نمود که به منظور افزایش عملکرد و دوره پر شدن دانه، رقم لیسیوی در اول مهر ماه در شرایط اقلیمی اردبیل به کار برده شود.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، جو، طول پر شدن دانه و عملکرد دانه.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Raouf_ssharifi@yahoo.com

مقدمه

تاریخ کاشت به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل زراعی مؤثر بر عملکرد محسوب می‌شود و با اینکه اثری بر هزینه تولید ندارد ولی بر میزان عملکرد کمی و کیفی و درآمد کشاورزان تأثیر به سزایی دارد (۱۶). هدف از انتخاب تاریخ مناسب کاشت، تعیین زمان مناسب کاشت رقم یا گروهی از ارقام مشابه یک گیاه است، به نحوی که مجموعه مراحل مختلف فنولوژی گیاه بتوانند تا حد امکان از رویارویی با شرایط نامناسب محیطی اجتناب نمایند (۲).

جو (*Hordeum vulgaris* L.) گیاهی است که در مقایسه با گندم حساسیت بیشتری نسبت به سرما دارد و در صورتی که زودتر از موعد مقرر کشت شود عملکرد آن به دلیل خسارت حاصل از سرمازدگی شدیداً کاهش می‌یابد (۲۳). کاشت زود هنگام در پاییز به دلیل رشد بیش از اندازه برگ‌ها منجر به خفه شدن آنها در زیر برف می‌شود و کاشت دیر هنگام نیز رشد ریشه را محدود می‌سازد و در نتیجه کاهش رشد، بخش‌های هوایی کارایی کمتری در تحمل سرما خواهند داشت، ضمن آنکه در چنین شرایطی به دلیل برخورد مراحل رشد زایشی گیاه با افزایش میزان تبخیر و تعرق به واسطه بالا رفتن دمای هوا و متعاقب آن کوتاه شدن دوره رشد، به کاهش طول دوره پر شدن دانه منتهی می‌شود (۱).

وزن دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه است و به وسیله سرعت و مدت پر شدن دانه تعیین می‌شود. سرعت پر شدن دانه به مقدار زیادی به وسیله ژنوتیپ کنترل می‌شود ولی مدت پر شدن آن تحت تأثیر محیط است (۳۰). دی و اینتالپ (۱۲) معتقدند مصادف شدن مرحله پر شدن دانه با گرما می‌تواند موجب تسریع پیری، کاهش وزن دانه و طول دوره پر شدن دانه شود ضمن آنکه دماهای پایین در طول این دوره سبب کاهش سرعت پر شدن و افزایش طول دوره پر شدن دانه می‌شود و در مجموع وزن دانه را افزایش می‌دهد. برخی معتقدند که عملکرد بالای ارقام زودرس از طریق سرعت بالای پر شدن و کاهش طول دوره پر شدن دانه به دست می‌آید. همچنین ژنوتیپ‌های با سرعت بالای پر شدن دانه می‌توانند عملکرد بالاتری در نواحی با دوره رشد کوتاه تولید کنند (۱۹). بررسی‌های بلوم (۸) نشان داد در مناطق نیمه خشک دنیا، طول دوره پر شدن دانه گندم به دلیل کاهش بارندگی و افزایش میزان تبخیر از خاک کاهش یافته و این امر منجر به کاهش عملکرد گندم می‌شود. بودر و همکاران (۶)، گوتری و همکاران (۲۱) در ارزیابی تأثیر آبیاری محدود و شرایط دیم بر گندم اظهار داشتند که تأثیر کمبود آب در مرحله بین پر کردن دانه و رسیدن بسیار زیاد بوده و موجب کاهش عملکرد دانه به واسطه کاهش طول دوره پر شدن دانه در گندم می‌شود. یاداو و همکاران (۴۲) با بررسی اثر متقابل خشکی و دمای بالا در طول دوره پر شدن دانه در گندم تحت شرایط محیطی کنترل

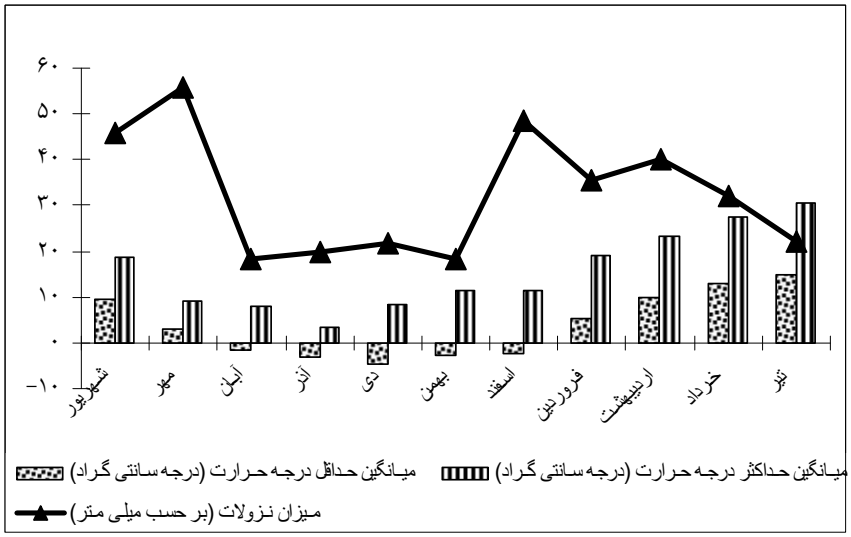
شده اظهار داشتند که در شرایط تأخیر در کاشت به دلیل کاهش طول دوره لقاح تا رسیدگی، وزن خشک دانه‌های رسیده به شدت کاهش می‌یابد. استاپر و فیشر (۳۷) گزارش کردند که کشت دیرهنگام موجب می‌شود که در فصل بهار گرده‌افشانی و پر شدن دانه به تأخیر افتد و افزایش درجه حرارت در این زمان به کاهش طول دوره پر شدن دانه منجر می‌شود (۳۵)، ضمن آنکه در چنین شرایطی مقاومت گیاه در برابر حمله آفات و بیماری‌ها کمتر می‌شود (۷). نتایج مشابهی نیز توسط بروکنر و فروبرگ (۱۰) گزارش شده است. گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهند اعمال تاریخ‌های کاشت زود و یا دیر هنگام در مقایسه با تاریخ‌های مناسب کاشت، ضمن کاهش عملکرد (۱۷، ۲۹ و ۴۱) به تأخیر در گل‌دهی، رسیدگی و کاهش طول دوره پر شدن دانه منجر می‌شوند (۲۵ و ۲۹). بررسی‌های بدرالدین و همکاران (۵) نشان داد که غلات در بیشتر مناطق گرمسیری به خصوص در مناطق با آب و هوای مدیترانه‌ای در شرایط کاشت دیر هنگام، با تنش گرما در پایان دوره رشد مواجه هستند. در چنین مناطقی دوران پرشدن دانه‌ها اغلب منطبق بر زمانی است که افزایش درجه حرارت محیط و کاهش ذخیره رطوبتی خاک موجب بروز تنش‌های خشکی و گرما می‌شود و نتیجه این تنش‌ها، چروکیدگی دانه، کاهش طول دوره پر شدن دانه و عملکرد می‌باشد (۲۷).

از آنجایی که در برخی از مناطق اردبیل، بعد از برداشت سیب‌زمینی، جو کشت می‌شود و این گیاه نسبت به سرمای اول فصل حساس‌تر از گندم پاییزه است، از اینرو کشت جو باید تا حد امکان زودتر انجام شود. از طرفی برداشت برخی از ارقام دیررس سیب‌زمینی موجب می‌شود جو در تاریخ‌های مختلف کاشته شوند و کشت‌های تأخیری موجب کوتاه شدن دوره‌های مختلف رشدی به ویژه دوره پر شدن دانه می‌شود ضمن آنکه این طول دوره پر شدن دانه با ماه‌های گرم سال مصادف می‌شود. بدیهی است که در چنین محیط‌هایی ژنوتیپ‌های با سرعت بالای پر شدن دانه مفید خواهند بود. بنابراین در این بررسی تلاش شده است تا با کاشت چهار رقم متداول جو در منطقه در زمان‌های متفاوت، ضمن مطالعه سرعت و دوام پر شدن دانه، رقم و تاریخ مناسب کاشت تعیین شود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در پاییز سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل واقع در روستای حسن باروق با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. اقلیم محل اجرای طرح از نوع نیمه خشک سرد بوده و دارای یک فصل خشک طولانی به ویژه در تابستان می‌باشد. محل اجرای آزمایش در سال زراعی قبل از ۱۳۸۸ تحت کشت ذرت بود.

نتایج حاصل از میزان بارندگی و میانگین دمای حداقل و حداکثر در طول دوره آزمایش در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱- میانگین بارندگی، دمای حداقل و حداکثر در طول دوره آزمایش

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم و دیسک در اواخر تابستان بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل چهار رقم جو به نام‌های لیسیوی، سهند، بهمن و ماکویی و سه تاریخ کاشت اول مهر ماه، ۱۵ مهر ماه و ۳۰ مهر ماه بودند. کشت به صورت ردیفی بر روی پشته‌های ۶۰ سانتی‌متری که با فاروئر تنظیم شده بود به صورت سه ردیف در هر پشته با فاصله بین ردیفی ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۶ ردیف ۷ متری بود. بذرها قبل از کشت با قارچ کش ویتاواکس به نسبت دو در هزار ضدعفونی شدند. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام گرفت. برای تمامی ارقام مورد استفاده تراکم ۴۰۰ بذر در متر مربع در نظر گرفته شد. این ارقام مناسب کاشت مناطق سرد بوده و از طول دوره کاشت و برداشت مشابهی برخوردار بودند. در طول دوره آزمایش به منظور کنترل علف‌های هرز وجین دستی انجام گرفت. بعد از آزمون خاک کود فسفر مصرف نگردید و فقط ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در خاک استفاده شد. برای این منظور یک سوم کود در زمان کاشت یک سوم در مرحله چهار تا شش برگی و یک سوم در مرحله ساقه روی استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۱ آمده است.

به منظور بررسی سرعت پر شدن دانه، پس از پایان دوره گل‌دهی و شروع دوره پر شدن دانه

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق نمونه برداری (سانتی‌متر)	اسیدیته	عصاره اشباع (درصد)	رس (درصد)	لوم (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک	مواد آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۳۰-۰	۸/۴	۵۲	۶	۷۲	۲۴	سیلتی لوم	۰/۶۳	۰/۱۶	۱۴/۵	۳۵۷

در فواصل زمانی هر سه روز یک بار از خطوط اصلی هر کرت ۸ تا ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و دانه‌ها از خوشه جدا شدند. سپس تعداد صد دانه از کل دانه‌ها شمارش و خشک گردید و وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد شد (۳۱). به منظور برآورد، تجزیه و تحلیل و تفسیر پارامترهای مربوط به پر شدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی (دو تکه‌ای) مطابق رابطه (۱) استفاده گردید.

رابطه (۱)

$$Gw=\begin{cases} a+bt & t < t_0 \\ a+bt & t \gg t_0 \end{cases}$$

در این رابطه GW وزن دانه، t زمان، b سرعت پر شدن دانه ، t_0 پایان دوره پر شدن دانه و a عرض از مبدا است. این مدل تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می‌کند: مرحله اول که در حقیقت مرحله خطی پر شدن دانه است، وزن دانه تا رسیدن به حداکثر مقادیر خود در زمان t_0 که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است، به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله ($t<t_0$) سرعت پر شدن دانه را نشان می‌دهد (۱۵). با برازش این مدل بر کلیه داده‌ها ابتدا دو پارامتر مهم پر شدن دانه یعنی سرعت پر شدن دانه (b) و زمان رسیدگی وزنی (t_0) بدست آمده و سپس مقدار عددی t_0 در قسمت دوم رابطه فوق قرار داده شد و GW که وزن دانه است محاسبه گردید. ضریب تبیین بالا و توضیح مناسب نقاط مشاهده شده در هر یک از نمودارها شرط انتخاب هر یک از معادلات بود. برای تعیین دوره موثر پر شدن دانه از رابطه (۲) استفاده شد (۱۵):

رابطه (۲)

$$EFP=MGW/GFR$$

در این رابطه EFP دوره مؤثر پر شدن دانه، MGW حداکثر وزن دانه و GFR سرعت پر شدن دانه است. عملکرد دانه از سطحی معادل ۰/۵ مترمربع از خطوط اصلی هر کرت و با رعایت حاشیه تعیین شد. اجزای عملکرد همانند تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، تعداد سنبله در متر مربع، ارتفاع بوته از طریق برداشت ۲۰ بوته از خطوط اصلی هر کرت از بین بوته‌های رقابت‌کننده محاسبه گردید و میانگین داده‌های حاصل از آنها برای تجزیه واریانس مورد استفاده قرار گرفت. برازش مدل‌های رگرسیونی

برای برآورد سرعت و دوره پر شدن دانه با استفاده از رویه DUD و دستور Proc NLIN در نرم‌افزار SAS بود. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS و رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

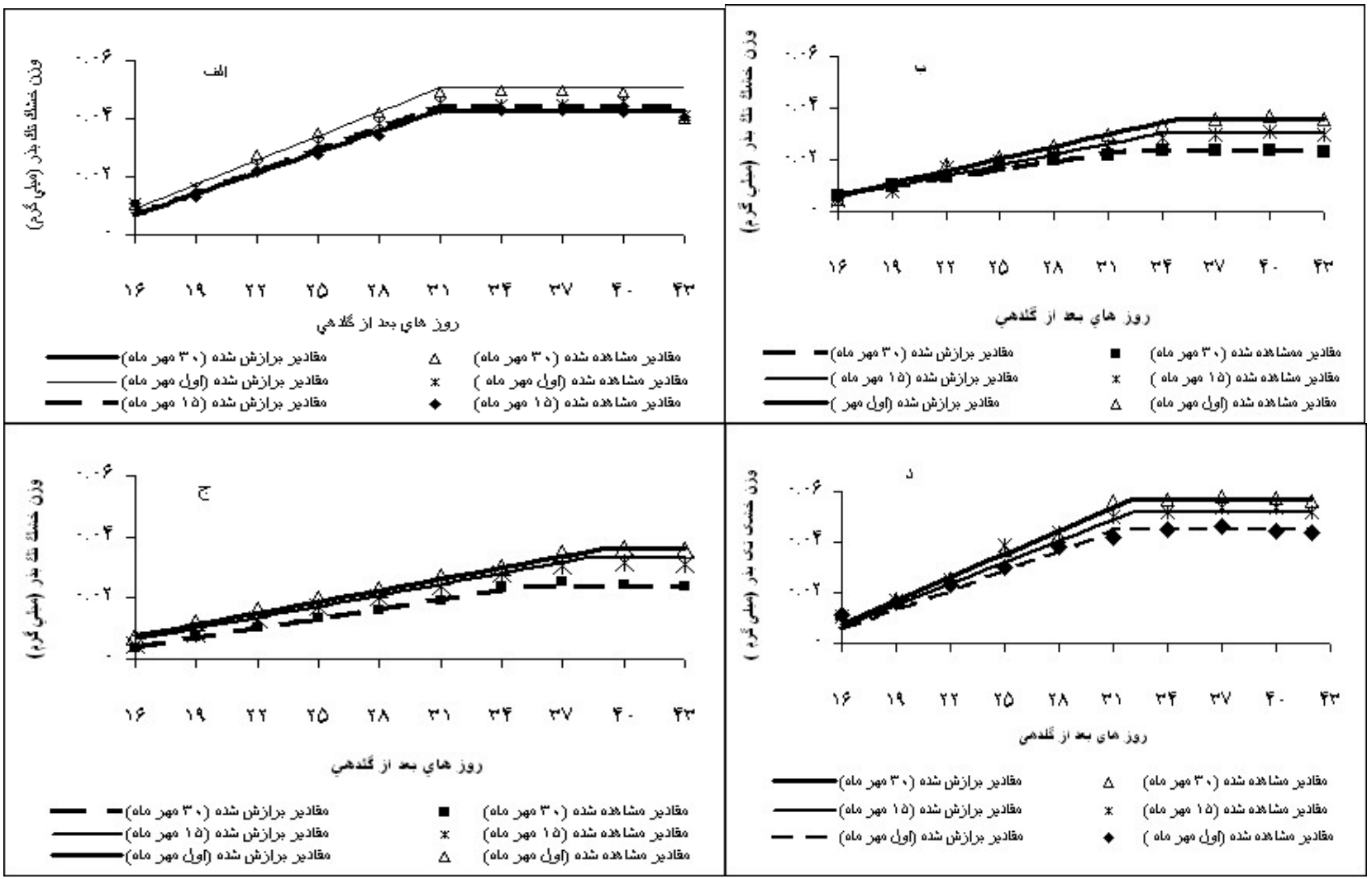
بررسی روند سرعت پر شدن دانه در تاریخ‌های مختلف کاشت در این ارقام نشان داد که الگوی نمو بذر در سطوح مختلف تاریخ کاشت از روند مشابهی تبعیت می‌کند (شکل ۲). بدین ترتیب که ابتدا وزن دانه در کلیه تاریخ‌های کاشت به صورت خطی افزایش یافت و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی). پس از این مرحله، وزن دانه از تغییرات چندانی برخوردار نبود و به صورت یک خط افقی در آمد. معادلات رگرسیونی برازش داده شده نشان داد که بین تاریخ‌های مختلف کاشت از نظر سرعت پر شدن تفاوت‌هایی وجود دارد. به عبارتی شیب خطی برازش شده برای تاریخ‌های مختلف کاشت یکسان نبود که حاکی از تفاوت در سرعت پر شدن دانه بود. با تأخیر در کاشت، سرعت پر شدن دانه افزایش یافت. به طوری که شیب خط تاریخ کاشت اول مهر ماه در رقم لیسیوی (۰/۰۰۲۴) در مقایسه با تاریخ‌های کاشت ۱۵ و ۳۰ مهر ماه (با شیب‌های به ترتیب برابر ۰/۰۰۲۵ و ۰/۰۰۲۷۸) کمتر بود. به عبارتی سرعت پر شدن تاریخ کاشت اول مهر ماه در مقایسه با کشت‌های تأخیری کمتر بود. به نظر می‌رسد درجه حرارت‌های بالاتر در طی مراحل انتهایی رشد، موجب کاهش طول دوره پر شدن و افزایش سرعت پر شدن دانه شده است. نتایج مشابهی نیز توسط داخیل و همکاران (۱۱) گزارش شده است. آنان اظهار داشتند که شرایط آب و هوایی گرم و خشک، با کاهش طول دوره پر شدن و افزایش سرعت رشد دانه، منجر به کاهش وزن دانه و در نهایت به کاهش عملکرد دانه منجر می‌شود. به طوری که مقایسه عملکرد دانه این رقم در تاریخ‌های مختلف کاشت (شکل ۲) حاکی از کاهش عملکرد دانه این رقم با تأخیر در کاشت می‌باشد. دوره مؤثر پر شدن دانه نیز بین تاریخ‌های مختلف کاشت در این رقم تفاوت‌هایی با هم داشتند (جدول ۲). طول این دوره در تاریخ کاشت اول مهر ماه در حدود ۲۵/۵ روز و در تاریخ ۳۰ مهر ماه ۲۲/۵ روز برآورد گردید (جدول ۲). به نظر می‌رسد تأخیر در تاریخ کاشت، منجر به کاهش طول دورهٔ مؤثر پرشدن دانه‌ها می‌گردد که با نتایج حاصل از بررسی‌های دی و اینتالپ (۱۲) مطابقت دارد. اسپیترز و ووس (۳۶) معتقدند بین سرعت و دوره پر شدن دانه رابطه منفی برقرار است و افزایش دمای محیط در زمان پر شدن دانه‌ها هر چند سرعت پر شدن دانه‌ها را افزایش می‌دهد ولی بر مدت پر شدن دانه‌ها تأثیر سوئی داشته و آن را کاهش می‌دهد و در نتیجه از وزن نهایی دانه کاسته می‌شود (۳۹). نادری و همکاران (۳)، سوفلید و همکاران (۳۸) نتیجه مشابهی را گزارش نمودند. اگلی(۱۴) کاهش

جدول ۲- معادله رگرسیونی برازش شده برای هر یک از ارقام مورد بررسی در تاریخ‌های مختلف کاشت

ترکیب تیماری	دوره مؤثر پر شدن دانه (روز)	سرعت پر شدن دانه (میلی‌گرم در روز)	معادله برازش شده	R^2
تاریخ کاشت یک مهر × رقم لیسیوی	۲۵/۵	۰/۰۰۲۴۳	y= -۰/۰۳۱۵ + ۰/۰۰۲۴x	۰/۸۷
تاریخ کاشت ۱۵ مهر × رقم لیسیوی	۲۴/۸	۰/۰۰۲۵۲	y= -۰/۰۳۳۰۴ + ۰/۰۰۲۵x	۰/۹۱
تاریخ کاشت ۳۰ مهر × رقم لیسیوی	۲۲/۵	۰/۰۰۲۷۸	y= -۰/۰۳۵۵ + ۰/۰۰۲۷۸x	۰/۸۵
تاریخ کاشت یک مهر × رقم ماکویی	۲۴/۳	۰/۰۰۲۵۰	y= -۰/۰۳۵۵ + ۰/۰۰۲۵۶x	۰/۹۴
تاریخ کاشت ۱۵ مهر × رقم ماکویی	۲۴/۱	۰/۰۰۲۸۸	y= -۰/۰۳۸ + ۰/۰۰۲۸x	۰/۸۸
تاریخ کاشت ۳۰ مهر × رقم ماکویی	۲۲/۳	۰/۰۰۳۱۱	y= -۰/۰۴۲۲ + ۰/۰۰۳۱x	۰/۹۰
تاریخ کاشت یک مهر × رقم سهند	۲۴/۰	۰/۰۰۱۰۴	y= -۰/۰۱۲۶ + ۰/۰۰۱۰۴x	۰/۸۵
تاریخ کاشت ۱۵ مهر × رقم سهند	۲۳/۶	۰/۰۰۱۱۲	y= -۰/۰۱۲۷ + ۰/۰۰۱۲x	۰/۸۸
تاریخ کاشت ۳۰ مهر × رقم سهند	۲۱/۷	۰/۰۰۱۲۴	y= -۰/۰۱۲۳ +۰ /۰۰۱۲۴x	۰/۹۰
تاریخ کاشت یک مهر × رقم بهمن	۲۳/۵	۰/۰۰۱۰۵	y= -۰/۰۰۹۸ + ۰/۰۰۱۰۶x	۰/۸۵
تاریخ کاشت ۱۵ مهر × رقم بهمن	۲۳/۴	۰/۰۰۱۳۷	y= -۰/۰۱۶۲۰ + ۰/۰۰۱۳۶x	۰/۸۷
تاریخ کاشت ۳۰ مهر × رقم بهمن	۲۱/۷	۰/۰۰۱۵۷	y= -۰/۰۱۸۹ + ۰/۰۰۱۵۶x	۰/۹۲

دوره پر شدن دانه همراه با افزایش سرعت پر شدن دانه در شرایط تنش رطوبتی را به عنوان یک پدیده جبرانی در گیاهان زراعی نام برده و نقش آن را در ثابت نگه داشتن عملکرد دانه در شرایط تنش نسبت به شاهد مورد تأیید قرار داده است. احمدی و بیکر (۴) گزارش کردند که رشد دانه در شرایط مطلوب تا ۴۲ روز پس از گل‌دهی ادامه داشت اما در شرایط کشت تأخیری که افزایش تنش خشکی انتهایی و کمبود آب را به همراه دارد این رشد در ۲۸ روز پس از گل‌دهی متوقف شد. آنها اظهار داشتند که در چنین شرایطی تنش خشکی کاهش وزن تک بذر را ازطریق کاهش دوره مؤثر پرشدن دانه، کاهش داد.

بررسی روند سرعت پر شدن دانه در دیگر ارقام مورد بررسی در تاریخ‌های مختلف کاشت نشان داد که الگوی نمو دانه در تاریخ‌های مختلف کاشت مشابه است (شکل ۲). بدین ترتیب که ابتدا وزن دانه در تاریخ‌های مختلف کاشت به صورت خطی افزایش یافت و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی). پس از این مرحله، وزن دانه از تغییرات چندانی برخوردار نبود و به صورت یک خط افقی در آمد. معادلات رگرسیونی برازش داده شده نشان داد که بین تاریخ‌های مختلف کاشت از نظر سرعت پر شدن تفاوت‌هایی وجود دارد. به عبارتی شیب خطی برازش شده برای سطوح مختلف تاریخ کاشت یکسان نبود که حاکی از تفاوت در سرعت پر شدن دانه در واکنش به زمان کاشت بود (جدول ۲). با تأخیر در کاشت، سرعت پر شدن دانه افزایش یافت. به طوری که شیب خط در تاریخ کاشت اول مهر ماه، در



شکل ۲- بررسی روند تغییرات سرعت پر شدن دانه الف) رقم لیسیوی، ب) سهند، ج) بهمن، و د) ماکویی در تاریخ‌های مختلف کاشت

ارقام ماکویی، سهند و بهمن (به ترتیب برابر با ۰/۰۰۲۵، ۰/۰۰۱۰۴ و ۰/۰۰۱۰۵) در مقایسه با ۳۰ مهر ماه (با شیب‌های ۰/۰۰۳۱، ۰/۰۰۱۲۴ و ۰/۰۰۱۵۷) کمتر بود. مقدار حداکثر وزن دانه در هر سه رقم، در تاریخ کاشت اول مهر ماه بیشتر از تاریخ‌های ۱۵ و ۳۰ مهر ماه برآورد گردید که ناشی ازافزایش در دوام پر شدن دانه در تاریخ کاشت اول در مقایسه با کشت‌های تأخیری بود. در ضمن با گذشت زمان از آغاز پر شدن دانه اختلاف در وزن خشک دانه بین تاریخ‌های مختلف کاشت تا رسیدگی وزنی افزایش یافت (شکل ۲). دوره مؤثر پر شدن دانه نیز بین تاریخ‌های مختلف کاشت در این ارقام تفاوت‌هایی با هم داشتند. به طوری که در تاریخ کاشت اول در ارقام ماکویی، سهند و بهمن به ترتیب برابر۲۴/۳، ۲۴ و ۲۳/۵ روز و در ۳۰ مهر ماه به ترتیب ۲۲/۳، ۲۱/۷ و۲۱/۷ روز برآورد گردید (جدول ۲). بدیهی است که یکی از علت‌های اصلی اختلاف در عملکرد بین ارقام مورد بررسی (ماکویی، سهند و بهمن) می‌تواند از تفاوت در سرعت و دوره پر شدن دانه بین ارقام ناشی شده باشد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام در جدول ۳ آمده است.

اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و ارقام مختلف جو بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد دانه در سنبله در محدوده بین ۲۱/۲۵ تا ۲۸/۵۲ در تاریخ‌های مختلف کاشت و ۲۰/۱۸ تا ۲۶/۶۲ در بین ارقام مورد بررسی در نوسان بود (جدول ۴). ماکزیمم تعداد دانه در سنبله (۲۸/۵۲) در اول مهر ماه و کمترین آن (۲۱/۲۵) در ۳۰ مهر ماه برآورد گردید. به عبارتی تعداد دانه در سنبله با تأخیر در کاشت یا افزایش دوره خشکی انتهایی کاهش یافت. نتایج این بررسی با نتایج بررسی‌های پالتا و همکاران (۲۸) که گزارش کردند تعداد دانه در سنبله در کشت به موقع بیشترین بود هماهنگ است. نتایج مشابهی نیز در طول سنبله برآورد گردید. سنجری و همکاران (۳۲ و ۳۳) در بررسی‌های مختلفی کاهش طول و تعداد دانه در سنبله را به واسطه تأخیر در کاشت گزارش کردند که منجر به برخورد دوران پر شدن دانه با خشکی آخر فصل می‌شود. بدرالدین و همکاران (۵) اظهار داشتند که در شرایط کاشت دیر هنگام غلات دیم، در مناطق با آب و هوای مدیترانه‌ای، دوران پر شدن دانه اغلب منطبق بر زمانی است که افزایش درجه حرارت محیط و کاهش ذخیره رطوبتی خاک منجر به بروز تنش‌های خشکی وگرما می‌شود که نتیجه این تنش‌ها، کاهش عملکرد، اجزای عملکرد و دیگر صفات مرتبط با آن است.

مقایسه میانگین وزن هزار دانه نشان داد که بیشترین وزن هزاردانه (۴۹/۳۷ گرم) مربوط به رقم ماکویی و حداقل آن (۴۲/۱۴ گرم) به رقم بهمن مربوط می‌شد. نتایج مشابهی نیز قبلاً توسط هانت و همکاران (۲۲)، واردلو (۴۰) مبنی

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام جو

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد سنبله در واحد سطح	دانه در سنبله	تعداد پنجه در بوته	وزن هزار دانه	طول سنبله	عملکرد دانه
تکرار	۲	۷۱۷۴/۱۱^{ns}	۱۰/۲۸**	۱۲/۲۵^{ns}	۲۸/۶۶*	۰/۰۸۵۸*	۳/۱۴۰**
تاریخ کاشت	۲	۵۰۶۰۴/۳۶**	۱۹۱/۸۹**	۶۸/۱۳**	۲۹/۵۴*	۰/۰۷۳۰^{ns}	۹/۴۷۰**
رقم	۳	۵۶۱۲۸/۴۸**	۱۴۲/۴۵**	۹۲/۸۹**	۷۹/۵۲**	۰/۰۲۲۵^{ns}	۲/۰۵۱**
تاریخ کاشت × رقم	۶	۴۱۱۱/۲۹^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۱۴/۶۶^{ns}	۳/۶۷^{ns}	۰/۰۹۰۲^{ns}	۱۴/۱۲۰**
خطای آزمایشی	۲۲	۲۳۸۸/۰۷	۰/۸۷	۸/۲۵	۸/۱۳	۰/۰۲۱۲	۰/۱۷۰
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۰/۲	۷/۸	۵/۶	۸/۸	۱۰/۸	۷/۶۱۰

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns: غیرمعنی‌دار

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد تاریخ‌های مختلف کاشت در ارقام جو

تیمار	صفات	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد پنجه در بوته	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	طول سنبله (سانتی‌متر)
تاریخ کاشت	یک مهر ماه (اولین تاریخ کاشت)	۳۵۶/۰۲a	۱/۹۹a	۲۸/۵۲a	۲۰۰۱a	۶/۳۷a
	۱۶ مهر ماه (دومین تاریخ کاشت)	۳۴۳/۲۵b	۱/۶۸b	۲۶/۸۰ab	۱۸۸۸b	۶/۰۸b
	اواخر مهرماه (سومین تاریخ کاشت)	۳۱۷/۶۶c	۱/۴۹c	۲۱/۲۵b	۱۴۷۵c	۵/۰۵c
رقم	لیسیوی	۳۵۰/۱۴a	۱/۸۹a	۲۶/۶۲a	۱۹۷۹a	۶/۲۱a
	سهند	۳۳۴/۸۵b	۱/۴۵d	۲۰/۱۸b	۱۸۳۱c	۵/۸۱b
	بهمن	۳۴۸/۷۰a	۱/۸۴b	۲۵/۰۷a	۱۸۱۹c	۶/۱۹a
	ماکویی	۳۴۸/۶۳a	۱/۷۰c	۲۴/۸۴a	۱۸۸۰b	۶/۴۲a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

بر این که وزن هزار دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم قرار می‌گیرد گزارش شده است. تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت بر وزن هزاردانه معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین وزن هزاردانه (۴۵/۷۵ گرم) در اول مهر ماه و کمترین آن (۳۷/۲۵ گرم) در ۳۰ مهر ماه برآورد گردید (جدول ۴).

به نظر می‌رسد افزایش وزن هزار دانه در تاریخ کاشت اول مهر ماه می‌تواند ناشی از افزایش طول دوره پر شدن دانه (جدول ۲) و افزایش وزن تک بذر (شکل ۲) ناشی شده باشد. دوگوید و برول (۱۳) اظهار داشتند که با تأخیر در کاشت، متوسط وزن تک دانه کاهش یافت. گودینگ و همکاران (۲۰) اظهار داشتند که تنش خشکی و درجه حرارت بالاتر منجر به کوتاهتر شدن دوره پر شدن دانه می‌شود که نتیجه آن به کاهش عملکرد و وزن هزار دانه منجر می‌شود.

بطور کلی ماکزیمم تعداد سنبله در واحد سطح (۳۵۶/۰۲) در اول مهر ماه برآورد گردید در حالی که کمترین تعداد سنبله در واحد سطح (۳۱۷/۶۶) در ۳۰ مهر ماه یا بیشترین دوره مواجهه با خشکی انتهایی برآورد شد. نتایج مشابهی نیز توسط دیگر محققان گزارش شده است (۳۰). مقایسه میانگین برای ارقام جو نشان داد که حداکثر تعداد سنبله در واحد سطح (۳۵۰/۱۴) برای رقم لیسیوی و کمترین آن (۳۳۴/۸۵) برای رقم سهند بدست آمد. این نتایج با بررسی‌های واردلو (۴۰) که گزارش نمود تعداد سنبله در واحد سطح در کمترین دوره مواجهه گیاه با خشکی انتهایی بیشترین بود هماهنگ است. لیلا و خاتب (۲۴) اظهار داشتند که تحت تنش خشکی انتهایی، تعداد سنبله در مترمربع، وزن ۱۰۰ دانه، وزن دانه در سنبله که همگی از عوامل موثر بر عملکرد دانه هستند کاهش می‌یابد.

عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر ارقام مورد بررسی، تاریخ‌های مختلف کاشت و اثر ترکیب تیماری هر دو عامل قرار گرفت. عملکرد دانه بین ۱۹۷۹ کیلوگرم در هکتار برای رقم لیسیوی تا ۱۸۱۹ کیلوگرم در هکتار برای رقم بهمن متغیر بود. اثر ترکیب تیماری ارقام مورد بررسی در تاریخ‌های مختلف کاشت برعملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). حداکثر عملکرد دانه (۲۰۲۲ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌هایی که رقم لیسیوی در اول مهر ماه یا کمترین دوره مواجهه با تنش خشکی کشت شده بود برآورد گردید و حداقل آن (۱۵۰۰/۳۸ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌هایی که رقم سهند در ۳۰ مهر ماه یا بیشترین دوره مواجهه با تاریخ‌های مختلف کاشت برآورد گردید (شکل ۳). مفات و همکاران (۲۶) بیان داشته‌اند که تنش ناشی از آب و درجه حرارت بالا حتی برای یک مدت کوتاهی در زمان گرده‌افشانی و باز شدن گل‌ها، تعداد گل‌هایی که به دانه تبدیل می‌شوند را به طور قابل توجهی کاهش داده و همین امر منجر به کاهش عملکرد نهایی دانه می‌شود.

بلوم (۹) اظهار داشت که مواجه شدن مرحله پر شدن دانه با تنش خشکی انتهایی فصل به کاهش تعداد سنبله، سنبلچه‌های باقیمانده در روی سنبله و در نهایت کاهش عملکرد دانه منجر می‌شود. گالاگرو و همکاران (۱۸) اظهار داشتند که در مناطق نیمه خشک در فصل بهار زمانی که گندم وارد دوره پرکردن دانه می‌شود، بارندگی کاهش یافته و میزان تبخیر از خاک افزایش می‌یابد، که نتیجه آن کاهش عملکرد خواهد بود.

احمدی و بیکر (۴) اظهار داشتند که در رشد و نمو دانه گندم مدت و سرعت پر شدن دانه به عنوان دو مؤلفه مهم رشد دانه محسوب می‌گردند و افزایش درجه حرارت و تنش خشکی باعث کاهش بسیار معنی‌دار طول دوره پر شدن دانه و عملکرد دانه خواهد شد، چنین نتیجه‌ای توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (۳۴).

توصیه ترویجی

به منظور بهبود عملکرد و افزایش طول دوره پر شدن دانه بهتر است در اول مهر ماه نسبت به کشت رقم لیسیوی اقدام گردد زیرا به نظر می‌رسد در کشت‌های تأخیری به دلیل افزایش احتمال مواجه شدن دوره پر شدن دانه با تنش گرمایی انتهای فصل که در منطقه اردبیل عمدتاً در ماه‌های تیر و مرداد اتفاق می‌افتد طول دوره پر شدن دانه و به تبع آن دوره مؤثر پر شدن دانه کاهش یابد و همین امر می‌تواند یکی از دلایل اساسی در کاهش عملکرد به حساب آید. از این رو توصیه می‌شود که در مناطق سردسیر و برخوردار از شرایط اقلیمی مدیترانه‌ای و مشابه با منطقه اردبیل، تا حد امکان در اولین فرصت ممکن نسبت به کاشت جو اقدام شود تا دوران حساس رشدی گیاه نظیر دوره پر شدن دانه کمتر با تنش گرمایی انتهایی فصل مواجه شود تا شاید بدین وسیله بتوان از کاهش عملکرد جلوگیری نمود.

منابع

۱- **راشد محصل م، حسینی م، عبدی م، ملافیایی ع (۱۳۷۶)** زراعت غلات (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۰۶ صفحه

۲- **مودب شبستری م، مجتهدی م (۱۳۶۹)** فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. ۵۷۴ صفحه

۳- **نادری ا، هاشمی دزفولی ا، مجیدی هروان ا، رضایی ع، نورمحمدی ق (۱۳۷۹)** مطالعه همبستگی صفات مؤثر بر وزن دانه و تعیین اثر برخی پارامترهای فیزیولوژیک بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط مطلوب و تنش خشکی. نهال و بذر. ۱۶ (۳): ۳۷۴-۳۸۶

4. Ahmadi A, Baker DA (2001) The effect of water stress on grain filling processes in wheat. J. Agric. Sci. 136: 257-269

5. Badruuddin M, Reynelds M, Ageeb O (1999) Wheat management in warm environments: effect of organic and inorganic fertilizers, irrigation frequency and mulching. Agron. J. 91: 975-983

6. Bauder J (2001) Irrigating with limited water supplies. Montana State University Communications Services. 224 pp

7. Beniwal MS, Karwasra S, Parashar RD (1993) Effects of sowing dates on the incidence of flag smut of wheat in Haryana. Field Crop. 5: 598-600

8. Blum A (2005) Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential-are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? Aust. J. Agric. Res. 56: 1159-1168

9. Blum A (1998) Improving wheat grain filling under stress by stem reserve. Euphytica. 100: 77-83

10. Bruckner PL, Frohberg RC (1987) Rate and duration of grain fill in spring wheat. Crop Sci. 27: 451–455

11. Dakheel A, Naji L, Mahalakshmi V, Peacock J (1993) Morphophysiological traits associated with adaptation of durum wheat to harsh Mediterranean environments. Appl. Bio. 34: 297-306

12. Day AD, Intalap S (1970) Some effects of soil moisture on the growth of wheat. Agron. J. 62: 27-29

13. Duguid SD, Brule AL (1994) Rate and duration of grain filling in five spring wheat genotypes. Can. J. Plant Sci. 74: 681-686

14. Egli DB (1999) Seed biology and the yield of grain crops, CAB International. UK. 149pp

15. Ellis RH, Pieta-Filho C (1992) The development of seed quality in spring and winter cultivars of barely and wheat. Seed Sci. 2: 19-25

16. Farias RB, Sans MA, Zullo, J (2007) Agrometeorology and sorghum production, Chapter13.http://www.agrometeorology.org/fileadmin/insam/repository/gamp-chapt 13G.pdf

17. Flower DB (1982) Date of seeding, fall growth and winter survival of winter wheat and rye. Crop Sci. 74: 1060-1063

18. Gallagher JN, Biscoe PV, Scott RK (1975) Barley and its environment, stability of grain weight. J. Appl. Ecol. 12:319-336

19. Gebeyhou G, Knott DR, Baker RJ (1982) Rate and duration of filling in durum wheat cultivars. Crop Sci. 22: 337-340

20. Gooding MJ, Ellis RH, Shewry PR, Schofield JD (2003) Effect of restricted water availability and in creased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. J. Cereal Sci. 37: 295-309

21. Guttieri MJ, Stark JC, Brien KO, Souza E (2001) Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Sci. 41: 327-335

22. Hunt IA, Van deer porteen G, Parasiny–hum S (1991) Post anthisis temperature effect on duration and role of grain filling in some winter and spring wheat. Agron. J. 73: 414-418

23. Knap WR, Knap JS (1980) Interaction of planting date and fall fertilization on winter barley performance. Agron. J. 72: 440-445

24. Leilah AA, AL-Khateeb SA (2005) Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. J. Arid Environ. 61(3): 483-496

25. Martin JH (1966) Factors influencing results from rate and grain filling period experiments with wheat in the Western United States. J. Am. Soc. Agron. 18: 193-225

26. Moffatt J, Sears G, Paulsen M (1990) Wheat height temperature tolerance during reproductive growth. I. Evaluation by chlorophyll fluorescence. Crop Sci. 12: 881– 885

27. Ozturk A, Aydin F (2004) Effect of water stress at various growth stages of some quality characteristics of winter wheat. J. Agron. Crop Sci. 190:93-99

28. Palta JA, Kobata T, Turner NC, Fillery IR (1994) Remobilization of Carbon and nitrogen in wheat as influenced by post-anthesis water deficits. Crop Sci. 34: 118-124

29. Pittman UJ, Andrews JE (1961) Effect of date of seeding on witer survival, yield and bushel weight of winter wheat grown in Sourthern Alberta. Can. J. Plant Sci. 41: 71-80

30. Quarrie SA, Jones HG (1979) Genotypic variation in leaf water potential, stomata conductance and abssisic acid concentration in spring wheat subjected to artifIcial drought stress. Ann. Bot. 44: 323-332

31. Ronanini D, Savin R, Hall AJ (2004) Dynamic of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annus* L.) exposed to brif interval of high temperature during grain filling. Field Crop Res. 83: 79-90

32. Sanjari Pireivatlou A, Yazdansepas A (2008) Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) under pre and post anthesis drought stress conditions. J. Agric. Sci.

Techn. 4: 109-121

33. Sanjari Pireivatlou A, Aliyev RT, Sorkhi Lalehloo B (2011) Grain filling rate and duration in bread wheat under irrigation and drought stressed conditions. J. Plant Physiol. Breed. 1 (1): 69-86

34. Savin R, Nicolas ME (1999) Effects of timing of heat stress and drought on growth and quality. Crop Sci. 136 257-269

35. Simane BJ, Peacock M, Struik PC (1993) Differences in developmental plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible cultivars of durum wheat. Plant and Soil. 157: 155 -166

36. Spierts JHJ, Vos J (1985) Grain growth of wheat and its limitation by carbohydrate and nitrogen In: Day W, and Atkin RK (eds.). Wheat Growth and Modelling. 86: 129-141

37. Stapper M, Fisher RA (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. Aust. J. Agri. Res. 41: 997-1019

38. Sufield I, Evans T, Cook MG, Wardlaw IF (1997) Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. Aust. J. Plant Physiol. 4: 785-787

39. Triboi E, Leblevece L (1995) Temperature effect on grain growth and protein content fraction accumulation in winter wheat. J. Bot. 2: 54-59

40. Wardlaw IF (1995) Factors limiting the rate of dry matter accumulation in the grain of wheat grown at high temperature. Aust. J. Plant Physiol. 7: 387-400

41. Worzella WW, Cutter GH (1941) Factors affecting cold resistance in winter wheat. Am. Soc. Agron. 33: 221-230

42. Yadav RS, Hash CT, Bidinger FR, Cavan GP, Howarth CJ (2002) Quantitive trait loci associated with traits determining grain and stover yield in pearl millet under terminal drought-stress conditions. Theo. Appl. Gen. 104: 67-83