علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۵، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۳ (ص ۵۴۰-۵۳۱)

بررسی ارتباط فنولوژی با پتانسیل عملکرد و مقاومت به تنش خشکی در برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های زراعی گندم در ایران

نسرین زیلوئی[۱]، علی احمدی[۲*] و مهدی جودی[۳]
۱ و ۲. دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی و استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
۳. استادیار، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۶/۱)

چکیده

تناسب الگوهای رشدی ارقام گندم مورد کشت در یک منطقه با شرایط آب‌وهوایی منطقه، می‌تواند سبب ارتقای توان تولید عملکرد گیاهان شود. هدف پژوهش حاضر نیز شناخت فنولوژی دامنهٔ گسترده‌ای از ارقام و ژنوتیپ‌های گندم زراعی در ایران و بررسی ارتباط فنولوژی با حفظ پتانسیل عملکرد در شرایط تنش خشکی آخر فصل بود. در همین راستا ۳۶ ژنوتیپ گندم در دو شرایط فاریاب و تنش خشکی در قالب طرح لاتیس ساده با سه تکرار در مزرعهٔ دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تهران در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ بررسی شدند. فنولوژی و صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه برای همهٔ ارقام ثبت شد. نتایج آزمایش نشان داد اغلب ارقامی که رشد رویشی خود را به‌سرعت سپری می‌کنند و وارد دورهٔ زایشی می‌شوند، توان بیشتری برای تحمل تنش خشکی آخر فصل دارند. همچنین در شرایط تنش خشکی مشاهده شد که اغلب ارقام گندم با دورهٔ کوتاه پر شدن دانه مانند سیمینه، چناب، استورک، مغان ۳، کراس فلات هامون و دی ان-۱۱، صاحب برترین رتبه‌های تولید وزن هزاردانه بودند.

واژه‌های کلیدی: **تنش خشکی، دورهٔ پر شدن دانه، فنولوژی، گلدهی، گندم.**

مقدمه

تنش خشکی از مهم‌ترین و شایع‌ترین علل افت عملکرد گندم در اغلب نقاط جهان است. بخش وسیعی از اراضی زیر کشت گندم ایران در مناطق دارای آب‌وهوای مدیترانه‌ای واقع شده است. در این مناطق بخش اصلی بارندگی سالیانه در زمستان و اوایل بهار نازل می‌شود و از اواسط بهار همزمان با کاهش بارندگی و رطوبت محیط، دمای هوا نیز به‌شدت افزایش می‌یابد، که این زمان منطبق بر انتهای دورهٔ رشد گیاه گندم (مراحل گرده‌افشانی و پر شدن دانه) است (Ahmadi *et al.*, 2009). ازاین‌رو شناسایی ارقام مقاوم و نیز مطالعهٔ سازوکارهای افزایش‌دهندهٔ مقاومت به تنش خشکی آخر فصل، از راهکارهای مناسب ممانعت از افت عملکرد گندم در آینده خواهد بود.

تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک و آناتومیک گیاه گندم بسته به اینکه تنش در چه مرحله‌ای از رشدونمو گیاه رخ دهد، متفاوت است. وقوع تنش خشکی در مراحل جوانه‌زنی تا برجستگی دوگانه سبب افزایش فیلوکرون برگ‌ها می‌شود و همچنین پنجه‌زنی و تشکیل ساختار اولیهٔ سنبله را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Simane *et al.*, 1993). در طی بازهٔ رشدی برجستگی دوگانه تا گلدهی که بخش‌های مختلف بوته به‌صورت فعال رشد می‌کنند، وقوع تنش خشکی خفیف تا متوسط سبب کاهش رشد سلول‌ها و

* تلفن: ۰۹۱۲۲۳۸۱۱۴۲
E-mail: ahmadia@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

سطح برگ می‌شود و به این ترتیب فتوسنتز در واحد سطح برگ کاهش می‌یابد. چنانچه تنش خشکی شدیدتری در این دوره رخ دهد، به‌علت بسته شدن روزنه‌ها، فتوسنتز خالص به‌شدت کاهش می‌یابد (Acevedo *et al*., 1991). طی مرحلهٔ گلدهی تا دورهٔ خطی رشد دانه، کربوهیدرات‌های محلول (غیرساختاری) در ساقه تجمع می‌یابند؛ که انتقال مجدد آنها (به‌ویژه فروکتوز و ساکارز) از ساقه تا حد زیادی به رشد دانه به‌ویژه در انتهای فصل رشد و شرایط تنش خشکی، که فتوسنتز جاری به‌شدت کاهش می‌یابد، کمک شایانی می‌کند (Kiniry, 1993). با وقوع تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی تا دورهٔ خطی رشد دانه، ذخیرهٔ کربوهیدرات‌های غیرساختاری در ساقه محدود می‌شود (Palta *et al*., 1994). به‌طور کلی، با توجه به واکنش گیاه به تنش خشکی می‌توان چرخهٔ زندگی گیاه گندم را به دو مرحلهٔ قبل و بعد از گلدهی تقسیم کرد. وقوع تنش خشکی در مراحل قبل از گلدهی گندم سبب کاهش رشدونمو، کاهش زیست‌تودهٔ گیاه و کاهش معنی‌دار تعداد دانه می‌شود؛ درحالی که اثر عمدهٔ تنش خشکی پس از مرحلهٔ گلدهی بر کاهش ظرفیت ذخیره‌ای دانه و همچنین کاهش انتقال مواد فتوسنتز جاری به دانه‌ها و در نهایت کاهش وزن هزاردانه است (Machado *et al*., 1993).

تاکنون در آزمایش‌های متعددی سودمندی صفات مختلف گیاهی برای مقاومت به تنش خشکی و حفظ عملکرد در شرایط تنش بررسی شده است. در بسیاری از گزارش‌ها بیان شده است که در شرایط تنش خشکی شدید، عملکرد ارقام جدید همواره از ارقام قدیمی بیشتر است (Slafer *et al*., 1990; Calderini *et al*., 1995 Slafer). برخی از محققان بر این باورند که علت این مشاهده، کوتاه‌تر شدن طول دورهٔ رشدونمو گیاه، با استفاده از راهبرد فرار از خشکی در ارقام جدید است. در واقع این صفت سبب ظهور بهتر ژنوتیپ (از نظر عملکرد و ثبات آن) در شرایط تنش شدید و متوسط می‌شود (Blum, 1996).

محققان متعددی، به گلدهی زودهنگام برای مقاومت به تنش خشکی توجه ویژه نشان داده‌اند. برخی از محققان گزارش کردند در نواحی مدیترانه‌ای با تنش‌های انتهای فصل، ورود زودهنگام ارقام گندم به مرحلهٔ گلدهی سبب بهبود گرده‌افشانی و لقاح می‌شود و در نتیجه عملکرد افزایش می‌یابد (Motzo & Giunta, 2007). اما در مقابل نتایج مغایری نشان داد که تنوع تاریخ گلدهی ارقام گندم، اثری خنثی بر افت عملکرد در شرایط تنش خشکی دارد و همچنین گلدهی زودهنگام سبب بهبود مقاومت گیاه به تنش خشکی نمی‌شود (Foulks *et al*., 2007). این محققان در مورد علت چنین مشاهده‌ای بیان کردند گلدهی زودهنگام سبب کاهش طول دورهٔ توسعهٔ سیستم ریشه می‌شود، در نتیجه با کاهش تولید ریشه ظرفیت دسترسی به آب خاک کاهش می‌یابد. بدین ترتیب بهبودی در مقاومت به تنش خشکی مشاهده نمی‌شود و مزایای ورود زودهنگام گیاه به مرحلهٔ رشد دانه‌ها، با کاهش رشد ریشه‌ها از بین می‌رود.

سرعت و مدت پر شدن دانه، وزن نهایی دانهٔ غلات را تعیین می‌کند. عوامل مختلفی از جمله میزان عرضهٔ مواد فتوسنتزی، مقاومت ذاتی در مقابل انتقال مواد، تعداد سلول‌های آندوسپرمی، قدرت سلول‌های آندوسپرمی در جذب مواد فتوسنتزی و عوامل محیطی، سرعت و مدت پر شدن دانه و در نهایت وزن دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Bremner & Rawson, 1978). در گندم بلافاصله پس از تلقیح، دانه‌ها تشکیل می‌شوند، تقسیم سلولی را آغاز می‌کنند و بسته به درجهٔ حرارت و رطوبت ۲۴-۳۵ روز پس از تلقیح می‌رسند. محققان متعددی بر این باور بودند که اگرچه به‌طور معمول افزایش نسبی طول دورهٔ پر شدن دانه‌ها در شرایط مطلوب رطوبتی، سبب انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و در نتیجه افزایش وزن هزاردانه و عملکرد می‌شود؛ به‌نظر می‌رسد در شرایط تنش رطوبتی سرعت انتقال از اهمیت بیشتری برخوردار باشد و در این شرایط زودرسی نسبی (کوتاه‌تر شدن دورهٔ پر شدن دانه)، صفتی مطلوب تلقی شود (Reynolds *et al*., 2000).

به‌طور کلی، چنانچه الگوهای رشدی ارقام گندم مورد کشت در یک منطقه، متناسب با شرایط آب‌وهوایی منطقه باشد، توان تولید عملکرد گیاهان تا حد زیادی ارتقا می‌یابد. این پژوهش نیز با هدف شناخت فنولوژی (مراحل رشدونمو) دامنهٔ گسترده‌ای از ارقام و ژنوتیپ‌های زراعی گندم‌های ایران و بررسی ارتباط فنولوژی با سازگاری گیاه و پایداری عملکرد در شرایط تنش خشکی آخر فصل اجرا شد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به‌صورت آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج (طول جغرافیایی ´۰ °۵۱، عرض جغرافیایی ´۴۹ °۳۵ شمالی و ارتفاع ۱۳۱۲ متر از سطح دریا) اجرا شد. این منطقه از نظر دسته‌بندی اقلیمی براساس سیستم طبقه‌بندی دومارتن گسترش‌یافته جزء مناطق نیمه‌خشک و سرد محسوب می‌شود. پژوهش مورد نظر در دو شرایط فاریاب و تنش خشکی، در قالب طرح لاتیس مربع سه‌گانه (۶×۶) اجرا شد. در این آزمایش ۳۶ ژنوتیپ زراعی گندم مورد کشت در ایران با ویژگی‌های متفاوت زراعی، فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی، فنولوژیکی و ژنتیکی که در سال‌های ۱۳۰۹-۱۳۸۵ معرفی شده‌اند، بررسی شدند (جدول ۱). ارقام بررسی‌شده در این آزمایش از میان ۸۱ ژنوتیپ مختلف گندم که در دو سال زراعی اخیر در همین مزرعهٔ تحقیقاتی مطالعه شده بودند، با توجه به تولید حداقل و حداکثر (اکستریم‌ها) عملکرد دانه در شرایط شاهد و تنش خشکی انتخاب و برای مطالعات تکمیلی در مورد فنولوژی، بررسی شدند. عملیات کاشت این آزمایش در تاریخ دوم آذر ۱۳۸۹ به‌صورت دستی و با استفاده از فوکا انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف با فواصل ۲۰ سانتی‌متر و به طول سه متر بود. بر اساس توصیهٔ متداول کودی برای مزرعهٔ آزمایشی، کود اوره به مبنای ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌روی به‌صورت سرک به خاک داده شد. با توجه به اینکه زمان معمول بروز تنش خشکی در منطقهٔ آزمایش، همزمان با انتهای مرحلهٔ سنبله‌روی در گندم است، تنش خشکی از انتهای مرحلهٔ سنبله‌روی در رقم آزادی (رقم کشت‌شده در منطقهٔ آزمایش تا اواخر دههٔ ۸۰) آغاز و تا پایان فصل ادامه پیدا کرد. البته تا پیش از این، تمامی کرت‌ها در دو شرایط فاریاب و تنش خشکی همزمان با یکدیگر آبیاری می‌شدند، اما پس از آغاز تنش خشکی، تنها کرت‌های شرایط فاریاب تا پایان مراحل رشدونمو آبیاری شدند. فاصلهٔ نکاشت (۵ متر) از نشت آب به شرایط تنش جلوگیری می‌کرد. به‌طور کلی تیمارهای تنش خشکی و فاریاب به‌ترتیب هشت و یازده مرتبه آبیاری شدند.

جدول ۱. اسامی ارقام گندم استفاده‌شده در آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰

رقم	سال معرفی	رقم	سال معرفی	رقم	سال معرفی
آذر ۲	۱۳۷۸	سرداری	۱۳۰۹	کرج ۳	۱۳۵۵
آزادی	۱۳۵۸	سیستان	۱۳۸۵	مارون	۱۳۷۰
اکبری	۱۳۸۵	سیمینه	۱۳۷۶	مرودشت	۱۳۷۸
الموت	۱۳۷۴	شاهپسند	۱۳۲۱	مغان ۱	۱۳۵۲
بک‌کراس روشن بهاره	۱۳۷۷	شاهی	۱۳۴۶	مغان ۳	۱۳۸۵
بک‌کراس روشن زمستانه	۱۳۷۷	شعله	۱۳۳۶	نوید	۱۳۶۹
بم	۱۳۸۵	شهریار	۱۳۸۱	نیک نژاد	۱۳۷۴
بولانی	-	فرونتانا	-	ویری ناک	-
چناب	۱۳۵۴	فونگ	-	DN -11	-
دریا	۱۳۸۵	قدس	۱۳۶۸	M-73-18 (سپاهان)	۱۳۸۵
زاگرس	۱۳۷۵	کاسکوژن	-	Montana	-
سایسون	-	کراس فلات هامون	۱۳۸۱	Stork	۱۳۸۴

در این آزمایش تعداد روز از کاشت تا مرحلهٔ سبز شدن، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک به تفکیک ارقام و در هر دو شرایط فاریاب و تنش خشکی آخر فصل ثبت شد. خروج ۲ سانتی‌متر برگ اول از خاک معیاری برای مرحلهٔ سبز شدن؛ خروج بساک‌ها از سنبله معیاری برای آغاز مرحلهٔ گرده‌افشانی و زرد شدن میانگره آخر (پدانکل)؛ و نیز خود سنبله (لما، پالئا و ریشک‌ها) معیاری برای مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیک

Archive of SID

www.SID.ir

ارقام مختلف بود (Zadoks *et al.*, 1974). با ورود ۵۰ درصد گیاهان یک کرت آزمایشی به هر یک از مراحل مورد نظر، آن مرحلهٔ نموی برای آن رقم ثبت شد. علاوه‌بر این، در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، گیاهان یک متر مربع از هر کرت، با احتساب ۰/۵ متر حاشیه، برداشت و برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای آن (وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبله) استفاده شد. با استفاده از نرم‌افزار MSTATC آزمون نرمال بودن داده‌ها، تجزیه‌های آماری و مقایسهٔ میانگین داده‌ها به‌روش Duncan انجام گرفت. همچنین روابط بین عملکرد و اجزای آن با فنولوژی ارقام مختلف، با استفاده از روش آماری همبستگی ساده و با کاربرد نرم‌افزار SPSS 17 محاسبه شد.

نتایج و بحث

متوسط عملکرد دانهٔ ارقام مختلف در دو شرایط فاریاب و تنش خشکی به‌ترتیب در جدول‌های ۲ و ۳ گزارش شده است. در اثر اعمال تنش خشکی در انتهای فصل رشد میانگین عملکرد دانهٔ همهٔ ارقام ۲۵ درصد کاهش یافت و از ۵/۵ تن در هکتار در شرایط فاریاب به ۴ تن در هکتار در شرایط تنش خشکی رسید. در این آزمایش مشاهده شد پرمحصول‌ترین ارقام در شرایط مطلوب رطوبتی، لزوماً در شرایط تنش نیز پرمحصول ترین ارقام نیستند. به‌طور کلی، با توجه به مقدار عملکرد تولیدی ارقام مختلف در دو شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی، همهٔ ارقام در پنج گروه طبقه‌بندی شدند: ۱) ارقام مقاوم: این ارقام در هر دو شرایط مطلوب رطوبتی و تنش از عملکرد زیادی برخوردار بودند، مانند زاگرس، ویری ناک، فونگ، دریا، سپاهان و استورک (کلیهٔ این ارقام جزء ارقام جدید هستند)؛ ۲) ارقام حساس در برابر تنش خشکی: این ارقام فقط در شرایط فاریاب عملکرد زیادی داشتند، مانند قدس، مغان۱، کاسکوژن، بک‌کراس روشن زمستانه، مغان۳ و سیستان۳) ارقامی که فقط در شرایط تنش از عملکرد نسبی زیادی برخوردار بودند، مانند نیک‌نژاد، چناب، فرونتانا و مارون. این ارقام در شرایط محیطی مطلوب عملکرد کمی داشتند، اما در مواجهه با تنش، پتانسیل تولید خود را همچنان حفظ کرده و عملکرد چشمگیری داشتند. دلیل کم بودن عملکرد این ارقام در شرایط مطلوب رطوبتی ممکن است رشد رویشی زیاد، وقوع ورس یا حساسیت زیاد این ارقام به آفات و بیماری‌ها باشد. بررسی سازوکارهای پایداری عملکرد در این ارقام، می‌تواند در مطالعات فیزیولوژیکی لحاظ شود؛ ۴) ارقامی که در هر دو شرایط عملکرد کمی داشتند، مانند شاهپسند، کرج۳، شعله، سرداری، بم،)شهریار و مونتانا؛ ۵. بقیهٔ ارقام حالت بینابینی داشتند.

وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبله دو جزء مهم در تعیین عملکرد دانهٔ گندم است. Gonzalez *et al.* (2007) بیان کردند بروز تنش خشکی در انتهای فصل رشد سبب کاهش طول دورهٔ پر شدن دانه‌ها، اختلال در فتوسنتز جاری، تسریع پیری برگ‌ها و در نهایت چروکیدگی دانه‌ها و کاهش وزن هزاردانهٔ ارقام مختلف گندم می‌شود. در این آزمایش نیز با اعمال تنش خشکی در انتهای فصل رشد، وزن هزاردانهٔ ارقام مختلف کاهش یافت (جدول۳)، به‌گونه‌ای که میانگین وزن هزاردانهٔ کلیهٔ ارقام از ۳۶/۵ گرم در متر مربع در شرایط فاریاب به ۲۵/۷ گرم در متر مربع در شرایط تنش رسید. با وجود این، دامنهٔ تغییرات وزن هزاردانهٔ ارقام مختلف در شرایط تنش خشکی برابر با شرایط فاریاب بود.

احتمالاً این مشاهده بدین علت است که ارقام با وزن هزاردانهٔ بالا در شرایط فاریاب، کمتر تحت تأثیر تنش خشکی اعمال‌شده قرار گرفته‌اند. در شرایط فاریاب ارقام آذر۲، فونگ، اکبری، کراس فلات هامون و سرداری (با میانگین ۴۲/۸۶) بیشترین و ارقام کرج۳، نوید و مونتانا (با میانگین ۲۷/۹ گرم در متر مربع) کمترین وزن هزاردانه را در بین ارقام مختلف داشتند. در شرایط تنش خشکی ارقام زاگرس، فونگ، کراس فلات هامون، دریا و سیمینه (با میانگین ۳۳/۰۶ گرم در متر مربع) بیشترین و ارقام شاه‌پسند، نوید و آزادی (با میانگین ۱۷/۶۳ گرم در متر مربع) کمترین وزن هزاردانه را در بین ارقام مختلف داشتند. همچنین در شرایط تنش خشکی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و وزن هزاردانه مشاهده شد ($r=۰/۶۹۲^{**}$)، بدین ترتیب در این شرایط، ارقام با عملکرد دانهٔ زیاد، حائز برترین رتبه‌های وزن هزاردانه نیز بودند.

علاوه بر وزن هزاردانه، متوسط تعداد دانه در سنبله

Archive of SID

www.SID.ir

ارقام مختلف در دو شرایط فاریاب و تنش خشکی به‌ترتیب در جدول‌های ۲ و ۳ گزارش شده است. در این آزمایش اختلاف بین بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله در شرایط فاریاب ۲۷/۳ و در شرایط تنش ۲۱/۵ دانه بود. Richards *et al.* (2001) بیان کردند اعمال تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی و مدت کوتاهی پس از آن از طریق عقیم شدن دانه‌های گرده و اختلال در گرده‌افشانی، فتوسنتز جاری و انتقال ذخایر ساقه به سنبله سبب کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود. اما مقایسهٔ دامنهٔ تغییرات و میانگین تعداد دانه در سنبلهٔ ارقام مختلف در دو شرایط فاریاب و تنش خشکی نشان داد، در این آزمایش تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر تولید تعداد دانه در سنبله نداشت. در واقع چنانچه تنش خشکی در مرحلهٔ تقسیم میوز سلول‌های مادری دانهٔ گرده رخ دهد، کاهش قدرت بقای دانه‌های گرده و نرعقیمی سبب کاهش تعداد گلچه‌های بارور و در نهایت تعداد دانه در سنبله می‌شود؛ اما در این آزمایش آخرین آبیاری در تیمار تنش، همزمان با پایان مرحلهٔ سنبله‌دهی در اغلب ارقام بود و تنش خشکی در خاک نیز دست‌کم ۱۰ روز پس از آخرین آبیاری بروز می‌کند. بدین ترتیب در آزمایش حاضر پیش از بروز تنش خشکی در خاک، تعداد دانه‌ها در سنبله تعیین شده بود و ازاین‌رو، تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله در اغلب ارقام نداشته است.

جدول ۲. عملکرد دانه (گرم در متر مربع)، وزن هزاردانه (گرم) و تعداد دانه در سنبله در ارقام مختلف گندم در شرایط فاریاب

رتبه	رقم	عملکرد دانه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	رتبه	رقم	عملکرد دانه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه
۱	قدس	۸۰۶ a	۵۲ abc	۳۳ ijklmn	۱۹	نوید	۵۵۸ abcdefghi	۴۵ abcdef	۲۸ mn
۲	مغان ۱	۷۴۴ a	۴۶ abcde	۳۶ cdefghijk	۲۰	آزادی	۵۳۷ abcdefghi	۵۲ abc	۳۲ klmn
۳	کاسکوژن	۷۱۱ ab	۴۳ abcdef	۴۱ abcde	۲۱	آذر ۲	۵۲۴ bcdefghi	۳۰ f	۴۶ a
۴	استورک	۶۸۵ abc	۴۵ abcdef	۳۷ cdefghijk	۲۲	شاهی	۵۱۹ bcdefghi	۴۲ abcdef	۴۰ abcdef
۵	بک کراس روشن زمستانه	۶۷۵ abcd	۵۲ abc	۳۹ bcdefgh	۲۳	بولانی	۴۹۷ bcdefghi	۴۳ abcdef	۳۸ cdefghij
۶	مغان ۳	۶۵۲ abcde	۳۸ bcdef	۳۸ bcdefghi	۲۴	چناب	۴۹۵ bcdefghi	۵۷ a	۳۵ fghijkl
۷	سیستان	۶۳۳ abcdef	۵۱ abcd	۴۱ abcde	۲۵	مرودشت	۴۹۳ cdefghi	۵۲ abc	۳۲ ijklmn
۸	سپاهان	۶۲۹ abcdef	۴۳ abcdef	۳۳ ghijkl	۲۶	الموت	۴۶۰ cdefghi	۵۱ abcd	۳۶ defghijk
۹	فونگ	۶۲۳ abcdefg	۴۵ abcdef	۴۳ ab	۲۷	شهریار	۴۵۸ defghi	۵۴ ab	۳۲ ijklmn
۱۰	زاگرس	۶۲۲ abcdefg	۴۲ abcdef	۴۰ bcdefgh	۲۸	بم	۴۴۸ defghi	۴۳ abcdef	۴۱ abcde
۱۱	ویری ناک	۶۱۳ abcdefg	۳۷ cdef	۳۱ klmn	۲۹	نیک نژاد	۴۴۵ defghi	۴۳ abcdef	۳۳ ijklmn
۱۲	دریا	۶۱۲ abcdefg	۴۸ abcde	۴۰ abcdefg	۳۰	شعله	۴۴۴ efghi	۴۳ abcdef	۳۵ efghijk
۱۳	کراس فلات هامون	۶۱۱ abcdefg	۴۲ abcdef	۴۲ abcd	۳۱	سرداری	۴۳۲ fghi	۳۹ bcdef	۴۱ abcd
۱۴	اکبری	۵۸۴ abcdefg	۴۶ abcde	۴۳ abc	۳۲	فرونتانا	۴۲۵ fghi	۳۷ cdef	۳۷ cdefghij
۱۵	سیمینه	۵۸۱ abcdefg	۳۴ ef	۴۰ abcdef	۳۳	مارون	۴۱۸ fghi	۴۵ abcdef	۳۶ defghijk
۱۶	بک کراس روشن بهاره	۵۷۶ abcdefgh	۳۷ cdef	۴۱ abcde	۳۴	کرج ۳	۴۰۲ ghi	۳۶ def	۲۷ n
۱۷	دی ان-۱۱	۵۶۳ abcdefgh	۵۱ abcd	۳۵ efghijk	۳۵	مونتانا	۳۴۷ hi	۵۰ abcde	۲۹ lmn
۱۸	سایسون	۵۶۲ abcdefghi	۵۰ abcde	۳۲ jklmn	۳۶	شاهپسند	۳۴۱ i	۵۰ abcde	۳۴ hijklm

رتبه‌بندی ارقام در این جدول بر اساس تولید عملکرد دانه در شرایط فاریاب است. حروف انگلیسی در بالای اعداد بیانگر مقایسهٔ میانگین ارقام مختلف از حیث صفت مربوط با استفاده از روش دانکن است.

تأثیر تنش خشکی بر عملکرد گیاه گندم به شدت، مدت و زمان وقوع تنش خشکی وابسته است. ازاین‌رو مطالعهٔ مرحله یا مراحل بحرانی رشدونمو نسبت به تنش خشکی و صفات مطلوب گیاهی برای مقاومت به تنش خشکی می‌تواند یکی از راهکارهای مناسب برای مقابله با عوارض تنش خشکی باشد.

گذر از مرحلهٔ رویشی به زایشی یکی از مراحل بسیار مهم و حساس در چرخهٔ زندگی گیاه گندم است. در این آزمایش ارقام مختلف گندم از نظر تاریخ گلدهی متفاوت بودند (جدول ۴). Evans (1993) بیان کرد تنوع تاریخ گلدهی ارقام مختلف گندم، عامل اولیه برای سازگاری ارقام مختلف با شرایط محیط رشد گیاه است. در مطالعهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

دیگری Giunta *et al.* (2001) بیان کردند تناسب زمان گلدهی ارقام مختلف گندم با شرایط محیط رشد، عامل دستیابی به بیشترین سازگاری با محیط و در نهایت تولید عملکرد بیشتر است. مقایسهٔ عملکرد دانهٔ ارقام مختلف در شرایط فاریاب و تنش خشکی (جدول‌های ۲ و ۳) نشان داد، اغلب ارقامی که رشد رویشی خود را به‌سرعت سپری می‌کنند و وارد دورهٔ زایشی می‌شوند (جدول ۴)، توان بیشتری برای تحمل تنش خشکی آخر فصل دارند. برای مثال ارقام با گلدهی زودهنگام شامل زاگرس، ویری ناک، فونگ، مغان۳، کراس فلات هامون و دی ان-۱۱ در تنش خشکی جزء پرمحصول‌ترین ارقام بودند؛ اما ارقام با گلدهی دیرهنگام شامل شاه‌پسند، کرج۳، نوید، بک‌کراس روشن زمستانه و شاهی در شرایط تنش عملکرد دانهٔ بسیار کمی داشتند.

جدول ۳. عملکرد دانه (گرم در متر مربع)، وزن هزاردانه (گرم) و تعداد دانه در سنبله در ارقام مختلف گندم در شرایط تنش خشکی

رتبه	رقم	عملکرد دانه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	رتبه	رقم	عملکرد دانه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه
۱	زاگرس	۶۰۹^{a}	۴۴^{abcd}	۳۵^{a}	۱۹	مرودشت	۳۶۷^{defghi}	۴۲^{ab}	۲۳^{ijklmn}
۲	ویری ناک	۵۶۴^{ab}	۴۰^{abcde}	۳۰^{bcdefg}	۲۰	سیستان	۳۶۴^{defghi}	۴۶^{abc}	۲۶^{fghijk}
۳	دی ان-۱۱	۵۵۹^{abc}	۴۴^{abcd}	۳۲^{abcde}	۲۱	سایسون	۳۵۹^{defghi}	۴۱^{abcd}	۲۱^{klmno}
۴	استورک	۵۲۵^{abcd}	۴۶^{abc}	۳۱^{abcde}	۲۲	بک کراس روشن بهاره	۳۴۶^{defghi}	۴۳^{abcd}	۲۹^{cdefgh}
۵	فونگ	۵۲۲^{abcd}	۴۷^{abc}	۳۴^{ab}	۲۳	بولانی	۳۲۹^{efghij}	۴۱^{abcd}	۲۴^{hijklm}
۶	سپاهان	۴۸۹^{abcde}	۴۰^{abcde}	۲۷^{efghij}	۲۴	آزادی	۳۲۴^{efghij}	۴۸^{ab}	۱۹^{no}
۷	نیک نژاد	۴۸۷^{abcde}	۴۵^{abcd}	۲۶^{fghijk}	۲۵	الموت	۳۱۲^{efghij}	۴۷^{abc}	۲۵^{hijklm}
۸	دریا	۴۸۲^{abcde}	۴۴^{abcd}	۳۲^{abcd}	۲۶	اکبری	۳۰۶^{efghij}	۳۵^{cde}	۲۲^{hijklm}
۹	کراس فلات هامون	۴۵۴^{abcdef}	۴۲^{abcd}	۳۲^{abc}	۲۷	بک کراس روشن زمستانه	۳۰۳^{efghij}	۴۱^{abcd}	۲۲^{jklmn}
۱۰	چناب	۴۲۸^{abcdefg}	۴۸^{ab}	۲۶^{ghijkl}	۲۸	شهریار	۲۸۰^{fghijk}	۴۹^{ab}	۲۰^{mno}
۱۱	کاسکوژن	۴۲۳^{bcdefg}	۴۷^{abc}	۲۸^{cdefgh}	۲۹	شاهی	۲۷۱^{fghijk}	۳۸^{bcde}	۲۶^{fghijk}
۱۲	مغان ۳	۴۰۹^{bcdefg}	۴۸^{ab}	۲۷^{defghi}	۳۰	بم	۲۶۹^{fghijk}	۴۰^{abcde}	۲۳^{ijklmn}
۱۳	آذر ۲	۴۰۵^{bcdefg}	۴۰^{abcde}	۳۱^{abcdef}	۳۱	مونتانا	۲۶۶^{fghijk}	۴۱^{abcde}	۲۲^{ijklmn}
۱۴	سیمینه	۳۸۸^{bcdefgh}	۴۶^{abc}	۳۲^{abcde}	۳۲	سرداری	۲۵۸^{ghijk}	۳۹^{abcde}	۲۴^{hijklm}
۱۵	قدس	۳۸۳^{bcdefgh}	۴۶^{abc}	۲۱^{lmno}	۳۳	نوید	۲۰۸^{hijk}	۴۶^{abc}	۱۷^{o}
۱۶	فرونتانا	۳۷۴^{cdefghi}	۳۷^{bcde}	۲۸^{cdefgh}	۳۴	شعله	۱۸۵^{ijk}	۲۹^{e}	۲۰^{mno}
۱۷	مارون	۳۷۰^{defghi}	۴۶^{abc}	۳۰^{bcdefg}	۳۵	کرج ۳	۱۶۰^{jk}	۵۰^{a}	۲۰^{mno}
۱۸	مغان ۱	۳۶۹^{defghi}	۴۹^{ab}	۲۳^{ijklmn}	۳۶	شاهپسند	۱۰۴^{k}	۳۳^{de}	۱۷^{o}

رتبه‌بندی ارقام در این جدول براساس تولید عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی است. حروف انگلیسی در بالای اعداد بیانگر مقایسهٔ میانگین ارقام مختلف از حیث صفت مربوط با استفاده از روش دانکن است.

Jamieson *et al.* (1998) بر این باورند که تنوع موجود در تاریخ گلدهی ارقام مختلف گندم، نتیجهٔ تأثیر شرایط محیطی بر تشکیل پریموردیای برگ پرچم است که در نتیجهٔ این تأثیر، تعداد نهایی برگ‌ها، زمان ظهور برگ پرچم و فاصلهٔ زمانی بین ظاهر شدن برگ پرچم و گلدهی تعیین می‌شود. Giunta *et al.* (2001) با بررسی رشد هشت رقم گندم دوروم و دو رقم ترتیکاله بیان کردند تنوع در تاریخ گلدهی، اغلب با توجه به مجموع تعداد برگ‌ها و طول دورهٔ تولید پریموردیای برگ تفسیرپذیر است. علاوه‌بر تأثیر شرایط محیطی، زمان گلدهی به شدت تحت کنترل ژنتیکی چند الل از ژن‌های مؤثر در حساسیت به فتوپریود (Ppd – A1، Ppd – B1 و Ppd – D1)، بهاره کردن (Vrn-A1، Vrn-B1 و Vrn-D1) و زودرسی (Eps) است (Iqbal *et al.*, 2007).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. تعداد روز از کاشت تا گلدهی در ارقام مختلف گندم تحت شرایط فاریاب و تنش خشکی در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰

رقم	فاریاب	تنش	رقم	فاریاب	تنش	رقم	فاریاب	تنش
آذر ۲	۱۶۳	۱۶۲	سرداری	۱۶۴	۱۶۳	کرج ۳	۱۷۳	۱۷۲
آزادی	۱۶۵	۱۶۵	سیستان	۱۶۴	۱۶۵	مارون	۱۶۰	۱۶۱
اکبری	۱۶۴	۱۶۴	سیمینه	۱۶۲	۱۶۴	مرودشت	۱۶۴	۱۶۴
الموت	۱۶۵	۱۶۵	شاهپسند	۱۷۶	۱۷۵	مغان ۱	۱۶۴	۱۶۳
بک‌کراس روشن بهاره	۱۶۲	۱۶۱	شاهی	۱۶۵	۱۶۳	مغان ۳	۱۶۰	۱۶۱
بک‌کراس روشن زمستانه	۱۶۷	۱۶۷	شعله	۱۶۴	۱۶۵	نوید	۱۷۳	۱۷۳
بم	۱۶۳	۱۶۳	شهریار	۱۶۴	۱۶۶	نیک نژاد	۱۶۴	۱۶۱
بولانی	۱۶۳	۱۶۴	فرونتانا	۱۶۱	۱۶۱	ویری ناک	۱۵۸	۱۵۹
چناب	۱۶۲	۱۶۳	فونگ	۱۵۹	۱۶۰	دی ان-۱۱	۱۶۱	۱۶۲
دریا	۱۶۲	۱۶۱	قدس	۱۶۴	۱۶۴	سپاهان	۱۶۴	۱۶۲
زاگرس	۱۵۴	۱۵۴	کاسکوژن	۱۶۵	۱۶۵	مونتانا	۱۶۴	۱۶۴
سایسون	۱۶۶	۱۶۹	کراس فلات هامون	۱۶۱	۱۶۲	استورک	۱۶۲	۱۶۲

پیش از این، Joudi (2009) با مطالعهٔ فنولوژی ارقام گندم مورد بررسی در آزمایش خود، گزارش کرد تفاوت‌های فنولوژیکی بین ارقام مختلف در فاصلهٔ کاشت تا گلدهی بیشتر از گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک است؛ زیرا در طول دورهٔ اول با توجه به مناسب بودن شرایط آب‌وهوایی و نبود تنش‌های گرمایی و خشکی، گیاهان به رشدونمو خود ادامه می‌دهند. اما از مرحلهٔ گلدهی به بعد، با افزایش درجهٔ حرارت، گیاهان به‌سرعت مراحل نموی را پشت سر می‌گذارند و به مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیک می‌رسند. اما نتایج این آزمایش نشان داد تنوع فنولوژیکی ارقام در فاصلهٔ گلدهی تا رسیدگی کمتر از کاشت تا گلدهی نیست. طول دورهٔ گلدهی تا رسیدگی در ارقام بررسی‌شده، در هر دو شرایط فاریاب و تنش خشکی در جدول ۵ گزارش شده است.

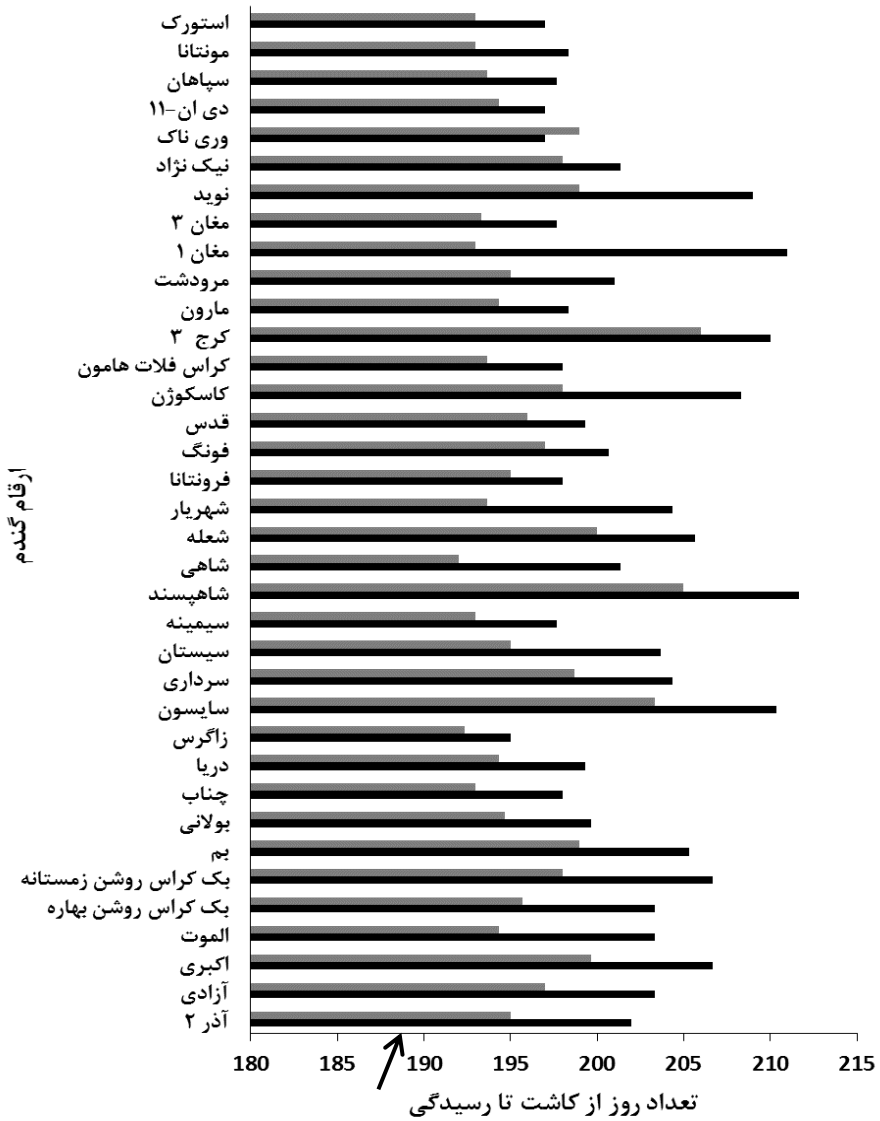
جدول ۵. تعداد روز از کاشت تا رسیدگی و گلدهی تا رسیدگی در ارقام مختلف گندم تحت شرایط فاریاب و تنش خشکی در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰

رقم	فاریاب		تنش		رقم	فاریاب		تنش		رقم	فاریاب		تنش	
	کاشت تا رسیدگی	گلدهی تا رسیدگی	کاشت تا رسیدگی	گلدهی تا رسیدگی		کاشت تا رسیدگی	گلدهی تا رسیدگی	کاشت تا رسیدگی	گلدهی تا رسیدگی		کاشت تا رسیدگی	گلدهی تا رسیدگی	کاشت تا رسیدگی	گلدهی تا رسیدگی
آذر ۲	۲۰۲	۴۰	۱۹۵	۳۴	سرداری	۲۰۴	۴۱	۱۹۹	۳۷	کرج ۳	۲۱۰	۳۸	۲۰۶	۳۵
آزادی	۲۰۳	۴۰	۱۹۷	۳۳	سیستان	۲۰۴	۴۱	۱۹۵	۳۱	مارون	۱۹۸	۳۹	۱۹۴	۳۵
اکبری	۲۰۷	۴۴	۲۰۰	۳۷	سیمینه	۱۹۸	۳۷	۱۹۳	۳۰	مرودشت	۲۰۱	۳۸	۱۹۵	۳۲
الموت	۲۰۳	۴۰	۱۹۴	۳۱	شاهپسند	۲۱۲	۳۷	۲۰۵	۳۱	مغان ۱	۲۱۱	۴۸	۱۹۳	۳۱
بک کراس روشن بهاره	۲۰۳	۴۲	۱۹۶	۳۵	شاهی	۲۰۱	۳۷	۱۹۲	۳۰	مغان ۳	۱۹۸	۳۹	۱۹۳	۳۳
بک کراس روشن زمستانه	۲۰۷	۴۱	۱۹۸	۳۲	شعله	۲۰۶	۴۳	۲۰۰	۳۶	نوید	۲۰۹	۳۷	۱۹۹	۲۷
بم	۲۰۵	۴۳	۱۹۹	۳۷	شهریار	۲۰۴	۴۱	۱۹۴	۲۸	نیک نژاد	۲۰۱	۳۸	۱۹۸	۳۸
بولانی	۲۰۰	۳۷	۱۹۵	۳۲	فرونتانا	۱۹۸	۳۸	۱۹۵	۳۵	ویری ناک	۱۹۷	۴۰	۱۹۹	۴۱
چناب	۱۹۸	۳۷	۱۹۳	۳۱	فونگ	۲۰۱	۴۳	۱۹۷	۳۸	دی ان-۱۱	۱۹۷	۳۷	۱۹۴	۳۴
دریا	۱۹۹	۳۸	۱۹۴	۳۴	قدس	۱۹۹	۳۶	۱۹۶	۳۳	سپاهان	۱۹۸	۳۵	۱۹۴	۳۳
زاگرس	۱۹۵	۴۲	۱۹۲	۳۹	کاسکوژن	۲۰۸	۴۵	۱۹۸	۳۴	مونتانا	۱۹۸	۳۵	۱۹۳	۳۰
سایسون	۲۱۰	۴۵	۲۰۳	۳۶	کراس فلات هامون	۱۹۸	۳۸	۱۹۴	۳۳	استورک	۱۹۷	۳۶	۱۹۳	۳۲

Archive of SID

www.SID.ir

در این آزمایش واکنش ارقام مختلف در برابر تنش خشکی اعمال‌شده در اواخر فصل رشد متفاوت بود. با آنکه تنش خشکی در تمامی ارقام سبب تسریع رسیدگی و کوتاه‌تر شدن طول دورهٔ پر شدن دانه‌ها شد، در رقم ویری ناک سبب تأخیر رسیدگی شد (شکل ۱). Duysen & Freeman (1974) بر این باورند که تنش خشکی در طی دورهٔ پر شدن دانه، سبب کوتاه‌تر شدن طول این دورهٔ رشدی، تسریع پیری و افت وزن دانه‌ها می‌شود. Ahmadi *et al.* (2009) نیز با آزمایش بر روی یازده رقم گندم گزارش کردند که رشد دانه در شرایط شاهد تا ۴۲ روز پس از گلدهی ادامه دارد، اما در تیمار تنش، این رشد در ۲۸ روز پس از گلدهی به‌طور تقریبی متوقف می‌شود. با وجود این، Angus & Moncur (1977) گزارش کردند بسته به سطح تنش، خشکی ممکن است سبب تأخیر یا تسریع مراحل رشدونمو گندم شود. برای مثال آنها مشاهده کردند تاریخ گلدهی گیاهانی که با تنش‌های خفیف (زیر ۱۵- بار) مواجه شده بودند، پیش از گیاهان شاهد بود، درحالی که تاریخ گلدهی گیاهانی که با تنش‌های شدیدتر (۲۵- تا ۴۰- بار) مواجه شده بودند، بعد از گیاهان شاهد بود. بنابراین احتمال دارد عامل تفاوت واکنش ارقام مختلف در برابر تنش خشکی اعمال‌شده، تنوع ژنوتیپی و تفاوت حساسیت ارقام مختلف به تنش خشکی باشد.



شکل ۱. تعداد روز از کاشت تا رسیدگی در ارقام مختلف طی سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰. رنگ مشکی نشان‌دهندهٔ شرایط فاریاب و رنگ خاکستری نشان‌دهندهٔ شرایط تنش خشکی است. فلش نمایانگر زمان اعمال تنش خشکی است.

www.SID.ir

علاوه‌بر این، در شرایط تنش خشکی رابطهٔ منفی و معنی‌داری بین تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی دانه با وزن هزاردانه برقرار بود ($r = -۰/۳۳۰^{*}$). بدین ترتیب در شرایط تنش خشکی، ارقام گندم با طول دورهٔ پر شدن دانهٔ کوتاه مانند ارقام سیمینه، چناب، استورک، مغان ۳، کراس فلات هامون و دی ان-۱۱، دارای بالاترین رتبه‌ها در تولید وزن هزاردانه بودند. اما در مقابل ارقام با طول دورهٔ پر شدن دانهٔ طولانی مانند ارقام اکبری، کرج۳، سایسون و شعله در قسمت انتهای جدول رتبه‌بندی ارقام براساس وزن هزاردانه قرار داشتند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد بین طول مدت برخی از مراحل رشدی با حفظ پتانسیل عملکرد و مقاومت به تنش خشکی ارتباط بسیار معنی‌داری وجود دارد. طولانی بودن دورهٔ کاشت تا گلدهی، به‌عبارت دیگر تأخیر گلدهی سبب افت چشمگیر عملکرد دانه در هر دو شرایط فاریاب و تنش خشکی این آزمایش شد. علاوه‌بر این، در شرایط تنش خشکی آخر فصل، ارقامی که دارای طول دورهٔ پر شدن دانه کوتاه‌مدت بودند، صاحب وزن هزاردانه بالاتری شدند.

سپاسگزاری

با توجه به اینکه این تحقیق در قالب طرح پژوهشی شمارهٔ ۷۱۰۱۰۱۹/۶/۱۶ با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه تهران انجام گرفته است، از حمایت‌های دانشگاه سپاسگزاری می‌شود. همچنین از آقای مهندس محسن باقری ده آبادی که در اجرای این تحقیق مساعدت فراوان داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Acevedo, E., Fereres, E., Giménez, C. & Srivastava, J.P. (1991). *Improvement and management of winter cereals under temperature, drought and salinity stress*. pp 85-96.
2. Ahmadi, A., Siosemarde, A., Poostini, K. & Esmaiil Pour Jahromi, M. (2009). The rate and duration of grain filling and stem reserve remobilization in wheat cultivars as a response to water deficit. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 40 (1), 181-195. (In Farsi).
3. Angus, J.F. & Moncur, M. W. (1977) Water stress and phenology in wheat. *J. Agric. Res*., 28, 177-81.
4. Bremner, P.M. & Rawson, H.M. (1978). The weights of individual grains of the wheat ear in relation to their growth potential, the supply of assimilate and interaction between grains. *Australian Journal of Plant Physiology*, 5, 61-72.
5. Blum, A. (1996). Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Reg*, 20, 135-140.
6. Calderini, D.F., Dreccer, M.F. & Slafer, G.A. (1995). Genetic improvement in wheat yield and associated traits, examination of previous results and the latest trends. *Plant Breeding*, 114, 108-112.
7. Duysen, M.E. & Freeman, T.P. (1974) Effects of moderate water deficits on wheat seedling growth and plastid pigment development. *Plant Physiology*, 3, 262-266.
8. Evans, L.T. (1993). Crop evolution, adaptation and yield. *Australian Journal of Biological Sciences*, 25, 1-8.
9. Foulks, M.J., Sylvester-Bradley, R., Weightman, R. & Snape, J.W. (2007). Identifying physiological traits associate with improved drought resistance in winter wheat. *Field Crops Research*, 103, 11-24.
10. Giunta, F., Motzo, R. & Virdis, A. (2001). Development of durum wheat and triticale cultivars as affected by thermo-photoperiodic condition. *Agric*., 52, 387-396.
11. Gonzalez, A., Martin, I. & Ayerbe, L. (2007). Response of barley genotypes to terminal soil moisture stress: phenology, growth and yield. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58(1), 29-37.
12. Iqbal, M., Navabi, A., Yang, R-C., Salmon, DF. & Spaner, D. (2007). The effect of vernalization genes on earliness and related agronomic traits of spring wheat in northern growing regions. *Crop Science*, 47, 1031-1039.
13. Jamieson, P.D., Brooking, I.R., Semenov, M.A. & Porter, J.R. (1998). Making sense of wheat development: a critique methodology. *Field Crops Res*, 55, 117-127.
14. Joudi, M. (2009). *Study of storage and remobilization of water soluble carbohydrates in stem of Iranian wheat cultivars*. Ph.D. Thesis. College of Agriculture. University of Tehran. (In Farsi).
15. Kiniry, J.R. (1993). Nonstructural carbohydrate 539 tilization by wheat shaded during grain growth. *Agron. J*., 85, 844-849.
16. Machado, E.C., Lagoa, A.M.A. & Ticelli, M. (1993). Source-sink relationships in wheat subjected to water stress during three productive stage. *Revista Brasileira de Physiologia Vegetal*, 5(2), 145-150.
17. Motzo, R. & Giunta, F. (2007). The effect of breeding on the phenology of Italian durum wheats: From landraces to modern cultivars. *Agronomy*, 26, 462-470.

Archive of SID

www.SID.ir

18. Palta, J.A., Kobata, T., Turner, N.C. & Fillery, I.R. (1994). Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by post-anthesis water deficits. *Crop Sci*, 34, 118-124.
19. Reynolds, MP., Delgado, MI., Gutiérrez-Rodriguez, M. & Larqué-Saavedra, A. (2000). Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment. I: genetic diversity and crop productivity. *Field Crops Research*, 66, 37-50.
20. Richards, R.A., Condon, A.G., Rebetzke, G.J., Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio, J.I. & McNab, A. (2001). *Application of Physiology in Wheat Breeding*. 240pages.
21. Simane, B., Peacock, J.M. & Struik, P.C. (1993). Differences in development and growth rate among drought-resistant and susceptible cultivars of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum). *Plant and Soil*, 157, 155-166.
22. Slafer, G.A., Andrade, F.H. & Satorre, E.H. (1990). Genetic improvement effects on pre-anthesis physiological attributes related to wheat grain yield. *Fields Crops Res*, 23, 255-263.
23. Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res*, 14, 415-421.

Archive of SID

www.SID.ir