ارزیابی عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم تحت تأثیر تنش خشکی پس از گل‌دهی

یحیی امام، عبدالمهدی رنجبری و محمدجعفر بحرانی[۱]

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی است. به منظور مطالعه تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و اجزای آن در ۹ ژنوتیپ گندم نان و یک ژنوتیپ گندم دوروم آزمایش مزرعه‌ای طی سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ در منطقه باجگاه شیراز انجام شد. این آزمایش در قالب دو طرح بلوک کامل تصادفی جدا از هم با دو سطح رطوبتی مطلوب و تنش خشکی پس از گل‌دهی با سه تکرار طراحی و اجرا شد. تنش خشکی پس از گل‌دهی سبب کاهش عملکرد دانه و اجزای آن در تمامی ژنوتیپ‌ها گردید. میانگین صفات در شرایط تنش خشکی کاهش معنی‌دار یافت (٪۵ ≥ p)، با این وجود، کاهش تعداد سنبلک در سنبله و سنبله در متر مربع معنی‌دار نبود. کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، علت اصلی افت عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی بود. ژنوتیپ گهر بیشترین عملکرد دانه (۴۱۴۹ کیلوگرم در هکتار) را در شرایط تنش خشکی تولید کرد، در حالی‌که در شرایط مطلوب بیشترین عملکرد دانه (۶۶۷۴ کیلوگرم در هکتار) از ژنوتیپ نیک نژاد به‌دست آمد. براساس شاخص حساسیت به تنش، ژنوتیپ‌های کوهدشت و Boholh-15 به ترتیب کمترین و بیشترین حساسیت به تنش را از خود بروز دادند. تجزیه هم‌بستگی عملکرد دانه با اجزای آن نشان داد که در شرایط تنش خشکی، تعداد سنبله در متر مربع (r =۰/۷۵۱) و عملکرد بیولوژیک (r =۰/۷۰۷) بالاترین هم‌بستگی را با عملکرد دانه دارند(٪۵ ≥ p)، در حالی‌که در شرایط مطلوب، بالاترین هم‌بستگی با عملکرد دانه متعلق به تعداد دانه در سنبله (r =۰/۸۶۴) و عملکرد بیولوژیک (r =۰/۸۴۸) بود. بر این اساس، می‌توان گزینش ژنوتیپ‌ها برای عملکرد دانه زیادتر را در هر شرایط رطوبتی با استفاده از صفات دارای بیشترین ضریب هم‌بستگی با عملکرد دانه انجام داد. در مجموع، به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های گهر و نیک نژاد به دلیل داشتن پتانسیل عملکرد دانه بالاتر در شرایط مشابه با پژوهش حاضر قابل توصیه باشند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، گندم، عملکرد دانه

مقدمه

خشک‌سالی و تنش ناشی از آن مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در جهان با محدودیت روبه‌رو ساخته است. در کشاورزی خشکی به وضعیتی اطلاق می‌شود که میزان و توزیع بارندگی در طی فصل رشد به اندازه‌ای ناچیز باشد که موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی شود(۲۹). از طرف دیگر، کرامر(۲۴) خشکی را به عنوان فقدان یا کمبود نزولات و به عبارتی کمبود رطوبت در محیط

۱. به ترتیب استاد، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، و دانشیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

Archive of SID

www.SID.ir

ریشه تعریف نموده که موجب آسیب رسیدن به محصول می‌شود. به نظر او میزان خسارت وارده تابع نوع گیاه، ظرفیت گیاه، ظرفیت نگه‌داری آب و خاک و شرایط جوی مؤثر برمیزان تبخیر و تعرق می‌باشد. در ایران، تنش خشکی به عنوان مهم‌ترین عامل محدود کننده تولیدات زراعی مطرح است. بخش زیادی از اراضی زیر کشت گندم در ایران در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است. در این مناطق، به علت کمبود منابع آب و در نتیجه بروز تنش برای گیاه، عملکرد گندم به شدت کاهش می‌یابد. درک تأثیر تنش خشکی و رژیم‌های دمایی بر عملکرد دانه، گامی موثر در توسعه ارقامی با عملکرد بالا و پایدار می‌باشد (۱۹). اجزای عملکرد دانه گندم به نحو متفاوتی، بسته به مرحله فنولوژی گیاه که با تنش خشکی مواجه می‌شود، تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۲۱). عملکرد دانه در گندم تابعی از تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه می‌باشد(۳ و ۱۵). جانستون و فولر (۲۲) معتقدند که حساس‌ترین مرحله نمو گندم به تنش خشکی مرحله‌ی گل‌دهی(گرده افشانی) است. طول دوره‌ی گل‌دهی گیاهانی که در این دوره در معرض تنش خشکی قرار گیرند، کاهش می‌یابد، اعمال تنش خشکی در مراحل بعدی نمو موجب تسریع پیری و کاهش دوره‌ی پر شدن دانه‌ها می‌گردد (۲ و ۱۳). هم‌چنین کمبود آب در مراحل قبل و بعد از گل‌دهی ممکن است به کاهش عملکرد از طریق کاهش تعداد سنبله و باروری سنبلک‌ها منجر شود (۲۰). به علاوه، تنش خشکی از گل‌دهی تا مرحلهٔ رسیدگی دانه، به‌ویژه اگر با دمای زیاد همراه باشد، پیری برگ را تسریع و دورهٔ پر شدن دانه را کاهش داده و بنابراین، وزن دانه را کاهش می‌دهد (۲ و ۲۸). گیونتا و همکاران (۲۰) و زونگ- هو و راجرم (۳۳) در تیمارهای متفاوت تنش خشکی دریافتند که تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع بیشترین حساسیت را به تنش خشکی دارند. درحالی که، وزن دانه به طور نسبی به دلیل انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده قبل از گل‌دهی از حساسیت چندانی برخوردار نیست.

کمبود آب پس از گل‌دهی(گرده افشانی) احتمالاً از طریق آسیب رساندن به فرایند باروری دانه می‌تواند تعداد دانه در هر سنبله را کاهش دهد (۱۴ و ۳۱). تنش خشکی حتی برای مدت کوتاهی در زمان باز شدن گلچه‌ها، ممکن است تعداد گلچه‌های بارور را به صورت قابل توجهی کاهش دهد. تنش خشکی در مرحله سنبله دهی تا پر شدن دانه به‌دلیل کاهش سنبله‌های بارور و تعداد دانه در هر سنبله موجب کاهش محصول می‌گردد (۱ و ۳۰). وزن دانه با سرعت و مدت پر شدن دانه ارتباط دارد. تنش خشکی در طی پر شدن دانه معمولاً وزن دانه را کاهش می‌دهد (۲ و ۱۱)، این امر احتمالاً به دلیل کاهش مواد پرورده برای رشد دانه‌هاست. کاهش تولید مواد پرورده نیز به کاهش فرآیند فتوسنتزی مربوط می‌شود که با بسته شدن روزنه‌ها مرتبط است (۲۵).

برای انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد دانه، شاخص‌های متفاوتی پیشنهاد شده است. در سال‌های اخیر، افزایش پتانسیل عملکرد دانه‌ی ارقام جدید گندم عمدتاً از طریق افزایش شاخص برداشت حاصل شده است (۶ و ۲۷). آستین (۷) معتقد است که از طریق گزینش با شاخص برداشت، می‌توان عملکرد دانه گندم را تا ۲۰ درصد افزایش داد. وی اظهار داشته است که شاخص برداشت غلات دانه‌ای ممکن است تا حدود ۶۰ درصد افزایش یابد. فیشر و مورر (۱۸) شاخص حساسیت به تنش را پیشنهاد کردند. این شاخص معیاری است که می‌تواند جهت گزینش ارقام مختلف از نظر مقاومت و حساسیت به تنش مورد استفاده قرار گیرد (۸ و ۱۶). مقدار کمتر این شاخص نشان دهنده تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و شرایط مطلوب می‌باشند. رشیدی و همکاران (۴) در تجزیهٔ ضرایب هم‌بستگی نشان دادند که تعداد پنجه‌های بارور و وزن هزار دانه از اجزای مهم عملکرد دانه می‌باشد، تعداد پنجه‌های بارور و ارتفاع بوته از اجزای عملکرد کاه و هم‌چنین، عملکرد دانه و عملکرد کاه از اجزای شاخص برداشت می‌باشند. بنابراین، برای افزایش هر یک از صفات وابستهٔ مذکور می‌توان از صفات موثر و مرتبط با آنها سود جست. پژوهش

Archive of SID

www.SID.ir

حاضر با هدف بررسی اثر تنش خشکی از مرحله‌ی گل‌دهی به بعد بر عملکرد دانه و اجزای آن در برخی ژنوتیپ‌های گندم نان و دوروم و تعیین صفاتی که در دستیابی به عملکرد دانه زیادتر در شرایط تنش خشکی بعد از گل‌دهی نقش دارند، صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

ده ژنوتیپ گندم، شامل نه ژنوتیپ گندم نان و یک ژنوتیپ گندم دوروم، طی دو آزمایش مزرعه‌ای جداگانه به صورت هم‌زمان و در مجاورت هم در قالب دو طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار درایستگاه تحقیقات زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه‌ی باجگاه (طول و عرض جغرافیایی محل آزمایش به ترتیب ′۴۶ °۵۲ شرقی و ′۵۰ °۲۹ شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۱۰ متر) در ۱۸ آبان ماه سال ۱۳۸۲ کشت شدند. ژنوتیپ‌های گندم نان شامل Bows، زاگرس، گهر، نیک نژاد، Cham-4 , El Neihain ,Giza164, Boholh-15 و یک ژنوتیپ گندم دوروم به نام سیمره بود. خاک مزرعه دارای بافت رسی شنی و از گروه mixed, Fine mesic Typic Calcixerepts بود. زمین محل آزمایش پیش از کاشت به صورت آیش بود. در هر دو آزمایش، اندازه کرت‌ها ۲/۵×۲/۵ درنظر گرفته شد که شامل ۱۲ ردیف ۲/۵ متری با فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متر بین ردیف‌های کاشت بود. کودهای شیمیایی در هر دو آزمایش به‌صورت سوپرفسفات تریپل (۴۶ درصد اکسید فسفر) به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت قبل از کاشت و ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) در سه نوبت، قبل از کاشت، به صورت سرک در زمان پنجه‌زنی (شروع تولید پنجه) و قبل از گل‌دهی (زمان ظهور سنبله‌ها تا شروع گرده افشانی)، هر کدام به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. تراکم کشت بذر بر اساس وزن هزار دانه، بر مبنای ۳۵۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد و بعد از سبز شدن مزرعه، تعداد بوته‌های سبز شده شمارش و بر مبنای ۳۰۰ بوته در متر مربع تنظیم گردید.

هر دو آزمایش تا زمان گل‌دهی، با یکدیگر مشابه و پس از گل‌دهی از نظر تیمار آبیاری متفاوت شدند. بدین معنی که در آزمایش اول تیمار آبیاری مطلوب و در آزمایش دوم تیمار تنش رطوبتی اعمال شد (هیچ‌گونه آبی به کرت‌ها اضافه نگردید). معیار آبیاری بر اساس ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه‌ی پژمردگی خاک در عمق‌های مختلف (روش درصد رطوبت وزنی) و مراحل مختلف رشد گیاه بود. عمق آب آبیاری در هر نوبت با استفاده از فرمول زیر به نحوی محاسبه گردیدکه رطوبت خاک در منطقه رشد ریشه به حد ظرفیت زراعی (FC) برسد:

$$dn = (Fc-\theta m)\times \rho b\times D$$

dn: عمق آب آبیاری بر حسب سانتی‌متر θm: رطوبت خاک برحسب وزنی قبل از آبیاری

ρb: جرم مخصوص ظاهری خاک D : عمق نمونه برداری از خاک با توجه به عمق ریشه در هر دفعه بر حسب سانتی‌متر

بعد از محاسبه آب مورد نیاز برای آبیاری، مزرعه‌ی آزمایشی با سیفون آبیاری شد. مقدار آب داده شده به گیاه در هر دو آزمایش با توجه به میزان بارندگی موثر (۲۶) در حالت مطلوب و تنش خشکی به ترتیب برابر با ۶۸/۸۵ سانتی‌متر و ۴۶/۶۵ سانتی‌متر بود. در طول فصل رشد جمعاً ۴۱۷ میلی‌متر بارندگی صورت گرفت. مقدار بارندگی در ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند، فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر به ترتیب ۰، ۵۷، ۲۵۹، ۴۵، ۱۸، ۳۱، ۶، ۱و ۰ میلی‌متر بود. به منظور تعیین عملکرد دانه و اجزای آن و عملکرد بیولوژیک یک متر مربع از شش ردیف میانی هر کرت از سطح خاک در تاریخ ۸۳/۴/۹ به وسیله داس کف‌بر شد. تعداد سنبلک، تعداد دانه در سنبلک و سنبله با شمارش در ۲۰ سنبله که به طور تصادفی از ناحیه مرکزی هر کرت برداشت شده بود تعیین گردید. تعداد سنبله بارور در واحد سطح با شمارش تعداد کل سنبله‌های بارور از یک

Archive of SID

www.SID.ir

متر مربع در برداشت نهایی اندازه‌گیری شد. برای محاسبه شاخص حساسیت به تنش خشکی از فرمول زیر استفاده شد (۱۸).

$$S = \frac{\left(1 - \frac{Ys}{Yp}\right)}{D} \qquad [1]$$

که در آن S، Y_s، Y_p و D به ترتیب شاخص حساسیت به تنش خشکی، عملکرد ژنوتیپ مورد نظر در شرایط تنش خشکی، عملکرد ژنوتیپ مورد نظر در شرایط رطوبت مطلوب و شدت تنش خشکی می‌باشد که عبارت است از:

$$D = 1 - \left(\frac{\overline{Ys}}{\overline{Yp}}\right) \qquad [2]$$

که در آن $\overline{Yp}$ و $\overline{Ys}$ به ترتیب میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط رطوبت مطلوب و میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی است. تجزیه واریانس هر آزمایش به صورت جداگانه به وسیلهٔ نرم‌افزار SAS انجام گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. از آزمون t برای بررسی اثر تنش خشکی بر روی صفات استفاده به‌عمل آمد. هم‌چنین، ضرایب هم‌بستگی عملکرد دانه با سایر صفات در شرایط تنش و بدون تنش معین گردید.

نتایج و بحث

تنش خشکی پس از گل‌دهی سبب کاهش عملکرد دانه و اجزای آن در تمامی ژنوتیپ‌ها گردید (جداول۱و۲). میانگین تمامی صفات در شرایط تنش خشکی کاهش نشان داد، هر چند کاهش تعداد سنبلک در سنبله و سنبله در متر مربع معنی‌دار نبود.

بین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد سنبلک در سنبله در هر دو شرایط مطلوب و تنش پس از گل‌دهی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول۲). ژنوتیپ‌های نیک‌نژاد و Cham-4 بیشترین تعداد سنبلک در هر سنبله (۱۲/۸) و ژنوتیپ سیمره کمترین تعداد سنبلک در سنبله (۹/۷) را در حالت مطلوب دارا بودند (جدول ۲). در شرایط تنش بعد از گل‌دهی، ژنوتیپ‌های Boholh-15 فاصله (۱۲/۱ سنبلک) و سیمره (۹/۵ سنبلک) به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد سنبلک در سنبله را داشتند. ژنوتیپ سیمره، یک ژنوتیپ تتراپلوئید و دارای سنبله متراکم است که با توجه به همین ویژگی طول سنبلهٔ کمتری دارد و کمترین تعداد سنبلک در فارسی سنبله را به خود اختصاص داده بود (جدول۲) . از آنجا که در این پژوهش تنش خشکی پس از مرحله گل‌دهی اعمال گردید و سرنوشت تعداد سنبلک‌ها در سنبله تا آن زمان تعیین شده بود(۱). بنابراین، تفاوت معنی‌داری بین میانگین تعداد سنبلک‌ها در هر سنبله در حالت تنش با شرایط مطلوب مشاهده نگردید(جدول۲). تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ تعداد دانه در سنبلک در هر دو شرایط مطلوب و تنش بعد از گل‌دهی معنی‌دار بود (جدول۲). در شرایط رطوبتی مطلوب ژنوتیپ Giza164 بیشترین تعداد دانه در سنبلک (۲/۸۰ دانه) و ElNeilain کمترین تعداد دانه در سنبلک (۲/۰۷ دانه) را به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ‌های گهر(۲/۴۸ دانه) و ElNeilain(۱/۸۶ دانه) نیز به ترتیب در حالت تنش پس از گل‌دهی بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبلک را داشتند. اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در سنبلک تنها در ژنوتیپ‌های ElNeilain، Giza164 و Boholh-15 معنی‌دار شد که حساسیت بیشتر این ژنوتیپ‌ها به خشکی را نشان می‌دهد. کاهش تعداد دانه در سنبله در اثر تنش خشکی به دلیل کاهش تعداد دانه در سنبلک و تعداد سنبلک در هر سنبله صورت می‌گیرد و بنا به اعتقاد برخی پژوهشگران این مسأله ممکن است در اثر مرگ دانه‌های گرده ناشی از افزایش ABA باشد (۲۹). تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ تعداد دانه در سنبله در هر دو حالت مطلوب و تنش بعد از گل‌دهی معنی‌دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین داده‌ها تحت شرایط مطلوب نشان داد که ژنوتیپ Giza164 (۳۵ دانه در سنبله) و به دنبال آن نیک‌نژاد (۳۳/۸ دانه در سنبله) بیشترین تعداد دانه در سنبله را داشتند(جدول ۲). کمترین تعداد دانه در سنبله به ژنوتیپ کوهدشت

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. میانگین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک ، شاخص برداشت و شاخص حساسیت به تنش در ژنوتیپ های مختلف در شرایط رطوبتی مطلوب و تنش بعد از گلدهی

ژنوتیپ	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)		شاخص برداشت (٪)		شاخص حساسیت به تنش خشکی
	مطلوب	تنش خشکی	مطلوب	تنش خشکی	مطلوب	تنش خشکی	
Bow's	۴۷۶۶^{CDa}	۳۷۳۵^{Bb}	۱۲۶۱۰^{Da}	۱۲۱۵۰^{Ca}	۳۷/۸۷^{Aa}	۳۰/۷۳^{BCb}	۰/۶۱۰^{DE}
زاگرس	۴۵۹۴^{DEa}	۳۳۴۴^{Cb}	۱۳۱۱۰^{CDa}	۱۱۰۱۰^{Db}	۳۵/۱۰^{ABCa}	۳۰/۴۰^{BCb}	۰/۷۷۶^{CD}
کوهدشت	۴۵۲۷^{DEa}	۳۸۱۵^{Bb}	۱۴۴۶۰^{Ba}	۱۳۶۱۰^{Aa}	۳۱/۳۳^{BCa}	۲۸/۰۳^{CDb}	۰/۴۴۵^{E}
گهر	۵۲۲۰^{Ca}	۴۱۴۹^{Ab}	۱۳۳۸۰^{CDa}	۱۲۱۴۰^{Cb}	۳۹/۱۰^{Aa}	۳۴/۲۰^{Ab}	۰/۵۸۵^{DE}
سیمره	۴۲۵۲^{Ea}	۳۲۲۶^{Cb}	۱۳۹۵۰^{BCa}	۱۰۲۱۰^{Eb}	۳۰/۵۷^{Ca}	۳۱/۶۷^{ABa}	۰/۶۸۹^{D}
نیک نژاد	۶۶۷۴^{Aa}	۳۹۳۷^{Abb}	۱۷۱۰۰^{Aa}	۱۲۹۶۰^{ABb}	۳۹/۰۷^{Aa}	۳۰/۴۷^{BCb}	۱/۱۶۶^{B}
El Neilain	۴۱۱۹^{Ea}	۲۷۴۹^{Eb}	۱۱۵۱۰^{Ea}	۱۰۱۲۰^{Eb}	۳۵/۸۰^{ABa}	۲۷/۲۰^{CDb}	۰/۹۳۴^{C}
Cham-4	۵۶۹۷^{Ba}	۲۹۷۰^{DEb}	۱۴۹۲۰^{Ba}	۱۰۰۷۰^{Eb}	۳۸/۲۳^{Aa}	۲۹/۵۰^{BCb}	۱/۳۶۷^{AB}
Giza 164	۶۵۳۹^{Aa}	۳۲۳۷^{Cb}	۱۶۸۷۰^{Aa}	۱۱۰۱۰^{Db}	۳۸/۸۷^{Aa}	۲۹/۳۷^{BCb}	۱/۴۴۴^{A}
Boholh-15	۶۵۸۹^{Aa}	۳۱۸۳^{CDb}	۱۷۸۵۰^{Aa}	۱۲۴۸۰^{BCb}	۳۶/۹۳^{Aa}	۲۵/۵۳^{Db}	۱/۴۷۴^{A}
میانگین	۵۲۹۷^{a}	۳۴۳۴^{b}	۱۴۵۷۶^{a}	۱۱۵۷۶^{b}	۳۶/۲۸^{a}	۲۹/۷۱^{b}	

برای هر صفت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند. حروف بزرگ برای مقایسه ستونی (ژنوتیپ) (دانکن ۵٪) و حروف کوچک برای مقایسه ردیفی (سطح رطوبتی) به وسیله‌ی آزمون t است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲. میانگین اجزای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط رطوبتی مطلوب و تنش پس از گل‌دهی

ژنوتیپ	تعداد سنبلک در سنبله		تعداد دانه در سنبلک		تعداد دانه در سنبله		وزن هزار دانه (گرم)		تعداد سنبله در متر مربع	
	مطلوب	تنش خشکی	مطلوب	تنش خشکی	مطلوب	تنش خشکی	مطلوب	تنش خشکی	مطلوب	تنش خشکی
Bow's	۱۰/۵^{BCa}	۱۰/۶^{BCDa}	۲/۴۰^{BCDa}	۲/۱۰^{BCDa}	۲۴/۸^{Da}	۲۲/۳$^{EF b}$	۳۳/۰۳^{Da}	۲۶/۲۰^{ABb}	۶۰۴^{BCa}	۵۷۶^{ABCa}
زاگرس	۱۱/۱^{ABCa}	۱۰/۱^{CDa}	۲/۲۳^{CDa}	۲/۲۰^{BCDa}	۲۴/۸^{Da}	۲۲/۰$^{EF b}$	۳۳/۳۰^{CDa}	۲۶/۴۷^{ABb}	۵۸۴^{BCDa}	۵۶۴^{BCa}
کوهدشت	۱۱/۳^{ABCa}	۱۱/۱ ^{ABCDa}	۲/۲۰^{CDa}	۲/۱۶^{BCDa}	۲۴/۶^{Da}	۲۴/۰^{CDEa}	۳۰/۲۰^{Ea}	۲۷/۰^{ABb}	۶۷۱^{Aa}	۶۳۰^{Aa}
گهر	۱۲/۰^{ABa}	۱۱/۵^{ABCa}	۲/۶۰^{ABa}	۲/۴۸^{ABa}	۳۱/۰^{Ca}	۲۸/۵^{Aa}	۳۳/۱۰^{Da}	۲۴/۱۰^{Bb}	۵۶۴^{CDEa}	۵۸۳^{ABa}
سیمره	۹/۷^{Ca}	۹/۵^{Da}	۲/۷۰^{ABa}	۲/۴۶^{ABa}	۲۶/۲^{Da}	۲۳/۵^{DE}F^{a}	۳۹/۰^{Aa}	۲۷/۹۰^{Ab}	۴۵۹F^{a}	۵۰۷^{DEa}
نیک نژاد	۱۲/۸^{Aa}	۱۱/۶^{ABCa}	۲/۶۷^{ABa}	۲/۲۳^{BCDa}	۳۳/۸^{ABa}	۲۶/۰^{BCb}	۳۰/۰^{Ea}	۲۴/۲۷^{Bb}	۶۳۶^{ABa}	۶۰۱^{Aa}
El Neilain	۱۱/۹^{ABa}	۱۱/۳^{ABCa}	۲/۰۷^{Da}	۱/۸۶^{Db}	۲۴/۸^{Da}	۲۱/۰F^{b}	۳۶/۰۷^{Ba}	۲۶/۳۰^{ABb}	۵۱۷^{Ea}	۵۰۳^{DEa}
Cham-4	۱۲/۸^{Aa}	۱۱/۵^{ABCa}	۲/۵۰^{ABCa}	۲/۲۶^{BCa}	۳۲/۰^{BCa}	۲۵/۴^{CDb}	۳۳/۶۰^{CDa}	۲۵/۶۰^{ABb}	۵۶۴^{CDEa}	۵۱۳^{DEa}
Giza 164	۱۲/۵^{Aa}	۱۲/۰^{ABa}	۲/۸۰^{Aa}	۲/۳۳^{ABCb}	۳۵/۰^{Aa}	۲۷/۹^{ABb}	۳۵/۳۰^{BCa}	۲۶/۴۰^{ABb}	۵۳۶^{DEa}	۴۸۱^{DEb}
Boholh-15	۱۲/۳^{ABa}	۱۲/۱^{ABa}	۲/۷۳^{ABa}	۲/۱۱^{BCDb}	۳۳/۲^{ABa}	۲۶/۰^{BCb}	۳۳/۵۷^{CDa}	۲۶/۳۰^{ABb}	۵۹۸^{BCa}	۵۳۱^{CDb}
میانگین	۱۱/۶۵^{a}	۱۱/۴۰^{a}	۲/۵۲^{a}	۲/۲۱^{b}	۲۹/۰۲^{a}	۲۴/۶۷^{b}	۳۳/۷۱^{a}	۲۶/۰۵^{b}	۵۷۳^{a}	۵۴۹^{a}

برای هر صفت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند. حروف بزرگ برای مقایسه ستونی (ژنوتیپ) (دانکن ۵٪) و حروف کوچک برای مقایسه ردیفی (سطح رطوبتی) به وسیلهی آزمون t است.

Archive of SID

www.SID.ir

(۲۴/۶ دانه) اختصاص داشت. تعداد دانه زیادتر در سنبلک در ژنوتیپ Giza164 (۲/۸ دانه در سنبلک) سبب شد که این ژنوتیپ تعداد دانه در سنبله بیشتری داشته باشد. تحت شرایط تنش خشکی، ژنوتیپ گهر بیشترین تعداد دانه در سنبله (۲۸/۵) را به خود اختصاص داد. در حالی که ژنوتیپ El Neilain کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۱) را داشت. در شرایط تنش، تعداد دانه بیشتر در سنبله ژنوتیپ گهر به تعداد دانه بیشتر این ژنوتیپ در هر سنبلک مربوط می‌شود. اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در سنبله در کلیه ژنوتیپ‌ها به غیر از کوهدشت، گهر و سیمره معنی‌دار گردید که این موضوع احتمالاً مقاومت به خشکی این ژنوتیپ‌ها را نشان می‌دهد. اعمال تنش در مرحله گرده‌افشانی موجب عقیم شدن دانه‌های گرده (۲۹) و اختلال در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره شده به دانه‌ها می‌گردد (۱۰، ۲۶ و ۲۷) که می‌تواند دلیلی بر کاهش تعداد دانه در ژنوتیپ‌ها باشد.

وزن هزار دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه در گندم می‌باشد و بسته به طول دوره و مرحله وقوع تنش به نحو متفاوتی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۷). در پژوهش حاضر تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ وزن هزار دانه در هر دو حالت مطلوب و تنش بعد از گل‌دهی معنی‌دار بود (جدول۲) . ژنوتیپ سیمره، بیشترین مقدار وزن هزار دانه (۳۹ گرم) را تحت شرایط مطلوب به خود اختصاص داد، در حالی که ژنوتیپ نیک‌نژاد کمترین وزن هزار دانه (۳۰ گرم) را داشت. سیمره (ژنوتیپ دوروم) در مقایسه با ژنوتیپ‌های نان از وزن هزار دانه‌ی بیشتری برخوردار بود. در شرایط تنش نیز سیمره بیشترین وزن هزار دانه (۲۷/۹ گرم) را داشت و کمترین وزن هزار دانه به ژنوتیپ گهر اختصاص داشت(۲۴/۱ گرم). اثر تنش خشکی بر وزن هزار دانه در کلیه ژنوتیپ‌ها معنی‌دار شد. تنش خشکی بعد از گل‌دهی سبب شد که وزن هزار دانه در ژنوتیپ‌ها کاهش پیدا کند که این موضوع احتمالاً می‌تواند به دلیل کوتاه‌تر شدن طول دوره پرشدن دانه و دمای زیادتر طی روزهای پایانی دوره رشد باشد. از آنجا که در شرایط گرما تعرق گیاه افزایش می‌یابد، احتمال مواجه گیاه با تنش خشکی زیادتر می‌شود، در این صورت طول دوره رشد کاهش پیدا کرده و دانه‌ها ریزتر می‌شوند (۳۲). رویو و همکاران (۲۸) نیز دریافتند که تنش خشکی از گل‌دهی تا مرحله رسیدگی، به‌ویژه اگر با دمای زیاد همراه باشد، دوره پرشدن دانه را در تریتیکاله (*X. triticosecal*) کاهش و بنابراین، وزن هزار دانه را کاهش می‌دهد.

ژنوتیپ‌ها از لحاظ تعداد سنبله در متر مربع در دو رژیم رطوبتی دارای تفاوت معنی‌داری بودند(جدول۲). در شرایط مطلوب، ژنوتیپ کوهدشت (با ۶۷۱ سنبله درمتر مربع) در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها از تعداد سنبله بیشتری برخوردار بود و ElNeilain کمترین تعداد سنبله در متر مربع (با۵۱۷ سنبله در مترمربع) را داشت. درحالت تنش نیز بالاترین تعداد سنبله به ژنوتیپ کوهدشت اختصاص داشت (۶۳۰ سنبله درمترمربع). همین طور، ژنوتیپEl Neilain نیز کمترین تعداد سنبله در متر مربع را به خود اختصاص داد (۵۰۳ سنبله در مترمربع). تعداد بیشتر سنبله در متر مربع برای ژنوتیپ کوهدشت (۶۷۱ سنبله درمترمربع) در حالت مطلوب سبب شد که این ژنوتیپ تحت تأثیر تنش پس از گل‌دهی نیز بیشترین تعداد سنبله در متر مربع را داشته باشد، که این موضوع احتمالاً به پتانسیل بالاتر این ژنوتیپ و حساسیت کمتر آن به تنش خشکی مربوط می‌شود . اثر تنش خشکی بر تعداد سنبله در متر مربع تنها در دو ژنوتیپ Giza164 (۴۸۱ سنبله در مترمربع) و Boholh-15 (۵۳۱ سنبله در متر مربع) معنی‌دار گردید (جدول۲)، هر چند که در بیشتر ژنوتیپ‌ها کاهش تعداد سنبله در متر مربع بر اثر تنش خشکی مشاده شد. به طور کلی، تعداد سنبله در متر مربع تا زمان گل‌دهی برای هر ژنوتیپ تعیین گردیده و تنش خشکی بعد از آن تنها می‌تواند بر باروری سنبله‌های پنجه‌هایی که نسبتاً دیرتر به گل می‌روند، تأثیر گذاشته و باعث کاهش تعداد سنبله در واحد سطح گردد. استرلینگ و ناس (۳۰) اظهار داشتند که تنش خشکی در مرحله سنبله دهی تا پر شدن دانه به‌دلیل کاهش تعداد سنبله‌های بارور و تعداد دانه در هر سنبله موجب

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش محصول می‌شود.

تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد دانه در شرایط مطلوب و تنش بعد از گل‌دهی معنی‌دار بود (جدول۱). ژنوتیپ نیک‌نژاد (۶۶۷۴ کیلوگرم در هکتار) و به دنبال آن دو ژنوتیپ Boholh-15 (با۶۵۸۹ کیلوگرم در هکتار) و Giza164 (۶۵۳۹ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را تحت شرایط مطلوب تولید کردند (جدول ۱)، در حالی که سیمره کمترین عملکرد را داشت (۴۲۵۲ کیلوگرم هکتار). در شرایط مطلوب مقدار بیشتر عملکرد دانه در ژنوتیپ نیک‌نژاد، به تعداد بیشتر سنبلک در سنبله، تعداد دانه در سنبلک و سنبله و تعداد سنبله درمترمربع در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها مربوط می‌شود (جدول۲). در شرایط تنش، بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ گهر (۴۱۴۹ کیلوگرم در هکتار) بود و ElNeilein کمترین عملکرد دانه (با ۲۷۴۹ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. گهر با داشتن اجزای عملکرد نسبتاً خوب از قبیل تعداد سنبلک در سنبله تعداد دانه در سنبلک و سنبله و تعداد سنبله درمترمربع تحت شرایط تنش خشکی بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول۱). اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه در تمام ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود. این موضوع به دلیل تأثیر منفی تنش بر اجزای عملکرد دانه به ویژه تعداد دانه در سنبله (۱۵ و۳۰) و وزن هزار دانه بود (۱۱).

تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد بیولوژیک در هر دو شرایط مطلوب و تنش بعد از گل‌دهی معنی‌دار گردید (جدول۱). ژنوتیپ Boholh-15 (۱۷۸۵۰ کیلوگرم در هکتار) و بعد از آن نیک‌نژاد (۱۷۱۰۰کیلوگرم در هکتار) بیشترین وزن خشک بوته را داشتند، در حالی که ElNeilain (۱۱۵۱۰کیلوگرم در هکتار)کمترین وزن خشک بوته را تحت شرایط مطلوب تولید کرد. از آنجا که ژنوتیپ ElNeilain در بیشتر صفات از جمله تعداد دانه در سنبلک و سنبله، سنبله در متر مربع، عملکرد دانه در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها ضعیف‌تر عمل کرده، احتمالاً به این دلیل از عملکرد بیولوژیک پایین‌تری هم برخوردار شده است. تحت شرایط تنش پس از گل‌دهی ژنوتیپ کوهدشت (۱۳۶۱۰کیلوگرم در هکتار) و Cham-4 (۱۰۰۷۰کیلوگرم در هکتار) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک بودند (جدول ۱). گزارش شده است که تنش رطوبتی سبب کاهش تجمع وزن ماده خشک در گیاه می‌گردد(۹). در پژوهش حاضر اثر تنش خشکی بر عملکرد بیولوژیک به جزء در ژنوتیپ‌های Bow's و کوهدشت در دیگر ژنوتیپ‌ها معنی‌دار گردید، که نشان دهنده مقاومت به خشکی بالای این دو ژنوتیپ است. بیشترین کاهش عملکرد در ژنوتیپ‌های Giza164 (۳۴/۷۳ درصد) وBoholh-15 (۳۰/۱ درصد) و نیک نژاد (۲۴/۲۱ درصد) اتفاق افتاد و این موضوع بیشتر به کاهش عملکرد دانه در اثر تنش مربوط می‌شد. بر اساس پژوهش‌های انجام گرفته تنش خشکی در مراحل مختلف، به‌ویژه در زمان پر شدن دانه سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود (۱). به‌علاوه، کاهش فتوسنتز و هم‌چنین کاهش انتقال مواد پرورده به بخش‌های مختلف اجزای گیاه سبب کاهش ماده خشک هر بوته می‌گردد (۷).

اثر ژنوتیپ بر شاخص برداشت دانه در هر دو شرایط رطوبتی مطلوب و تنش بعد از گل‌دهی معنی‌دار شد (جدول۱). ژنوتیپ گهر بالاترین شاخص برداشت را در شرایط مطلوب داشت (۳۹/۱۰ درصد)، هرچند با ژنوتیپ نیک‌نژاد از لحاظ شاخص برداشت تفاوت معنی‌دار نداشت (۳۹/۰۷ درصد) (جدول ۱). در شرایط رطوبتی مطلوب شاخص برداشت دانه در ژنوتیپ سیمره کمترین مقدار بود(۳۰/۵۷ درصد). در حالت تنش خشکی ژنوتیپ گهر بالاترین شاخص برداشت دانه را به خود اختصاص داده بود (جدول۱) . اثر تنش خشکی بر شاخص برداشت دانه به جز در ژنوتیپ سیمره در بقیه‌ی ژنوتیپ‌ها معنی‌دار گردید. در پژوهش‌های مشابه نیز اعمال تنش به ویژه پس از مرحله‌ی گل‌دهی گندم کاهش معنی‌دار شاخص برداشت را به دنبال داشته است (۵ ، ۹ و ۱۲) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ شاخص حساسیت به تنش تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول۱). بیشترین حساسیت به تنش

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳. ضرایب هم‌بستگی بین عملکرد دانه و اجزای آن در ده ژنوتیپ گندم در دو شرایط مطلوب و تنش خشکی

ویژگی	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد سنبلک در سنبله	تعداد دانه در سنبلک	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
عملکرد دانه							
در شرایط مطلوب	۰/۲۷۲	۰/۵۶۲*	۰/۵۷۷*	۰/۸۶۴*	-۰/۳۱۴	۰/۸۴۸*	۰/۶۳۵*
در شرایط تنش خشکی	۰/۷۵۱*	-۰/۰۲۴	۰/۴۱۸*	۰/۳۸۸*	-۰/۳۶۴*	۰/۷۰۷*	۰/۵۸۹*

*: معنی‌دار در سطح احتمال (۵٪ ≥ p) می‌باشد.

متعلق به ژنوتیپ Boholh-15 بود (۱/۴۷۴)، در حالی که کوهدشت (۰/۴۴۵) و پس از آن گهر (۰/۵۸۵) از کمترین حساسیت به تنش برخوردار بودند. مقدار کم شاخص حساسیت به تنش می‌تواند برای تمایز تمام ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی به کار برده شود (۸ و ۱۶). به نظر می‌رسد ارقامی که شاخص حساسیت به تنش زیادتری دارند، ممکن است پتانسیل عملکرد آنها لزوما کم نباشد، بلکه این موضوع حاکی از آن است که در حالت تنش درصد بیشتری از پتانسیل عملکرد خود را از دست می‌دهند (۸). در پژوهش حاضر نیز ژنوتیپ‌هایی که شاخص حساسیت به تنش زیادتری داشتند علاوه بر این‌که در حالت مطلوب دارای پتانسیل عملکرد دانه بالایی بودند در شرایط تنش خشکی نیز افت شدیدی در عملکرد دانه نشان دادند.

با مطالعه‌ی هم‌بستگی بین عملکرد دانه و اجزای آن مشخص شد که عملکرد دانه در حالت مطلوب با کلیه صفات به جز تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری (p≤۰/۰۵) داشت (جدول۳). هم‌بستگی عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله (۰/۸۶۴)، عملکرد بیولوژیک (۰/۸۴۸) و شاخص برداشت (۰/۶۳۵) بیشترین مقدار بود. پیروزنیا و همکاران در تجزیه علیت برای عملکرد دانه گندم و اجزای آن نشان دادند که صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و وزن هزار دانه در عملکرد دانه کاملاً مؤثرند(۳). در این پژوهش هم‌بستگی بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه در شرایط رطوبتی مطلوب منفی و غیرمعنی‌دار بود. درحالت تنش خشکی، عملکرد دانه با تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبلک و سنبله، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار (p≤۰/۰۵) و با وزن هزار دانه رابطه منفی و معنی‌دار داشت (جدول۳). بیشترین هم‌بستگی با عملکرد دانه در حالت تنش را تعداد سنبله در متر مربع (۰/۷۵۱) و عملکرد بیولوژیک (۰/۷۰۷) داشتند.

نتیجه‌گیری

با توجه به تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل می‌توان نتیجه گرفت که با وجود مساعد بودن شرایط رطوبتی تا پیش از گل‌دهی، تنش خشکی از گل‌دهی تا رسیدن دانه بر عملکرد دانه اثر بارزی دارد و سبب افت عملکرد دانه می‌گردد. بنابراین، در مناطقی که خطر خشکی در انتهای فصل رشد وجود دارد استفاده از ارقام مقاوم به خشکی و سازگار به منطقه که دارای پتانسیل عملکرد دانه بالا و حساسیت کمی به تنش خشکی هستند، قابل توصیه است. با توجه به این ویژگی‌ها، در پژوهش حاضر سه ژنوتیپ کوهدشت، گهر و Bow's مناسب به‌نظر می‌رسند. از بین این ژنوتیپ‌ها گهر با توجه به پتانسیل بالاتر عملکرد دانه شاید مناسب تر باشد. ژنوتیپ نیک نژاد اگرچه دارای حساسیت به تنش خشکی نسبتاً زیادی است اما به‌دلیل داشتن پتانسیل بالای عملکرد دانه ممکن است در شرایطی که تنش خشکی پس از گل‌دهی رخ می‌دهد بتواند مورد استفاده قرار گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

۱. امام، ی. ۱۳۸۳. *زراعت غلات*. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شیراز.

۲. امام، ی. و م. نیک نژاد. ۱۳۷۳. *مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی* (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز.

۳. پیروزنیا، م.، ق. نعمت‌زاده و غ. کیانوش. ۱۳۷۷. بررسی و تعیین هم‌بستگی عملکرد و اجزای آن با بعضی از صفات مهم زراعی گندم به روش تجزیه‌ی علیت. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

۴. رشیدی، و.، م. مقدم و ن. خدابنده. ۱۳۷۷. مطالعه هم‌بستگی عملکرد با اجزای آن از طریق تجزیه علیت در گیاهان بهاره بومی آذربایجان شرقی. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.

۵. زارع فیض آبادی، ا. و م. قدسی. ۱۳۸۱. بررسی میزان تحمل به خشکی لاینها و ارقام گندم مناطق سرد کشور. علوم و صنایع کشاورزی ۲(۱۶):۱۸۱-۱۸۶

6. Araus, J.L., G.A. Slafer, M.P. Reynolds and C. Royo. 2002. Plant breeding and drought in C_3 cereals: What should we breed for? Ann. Bot. 89: 925-940.
7. Austin, R.B., C.L. Morgan, M.A. Ford and R.D. Blackwell. 1980. Contributions to grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf barely phenotypes in two contrasting season. Ann. Bot. 45: 309-319.
8. Bruckner,P.L. and R. C. Fohbery. 1987. Stress tolerance and adaptation in spring wheat. Crop Sci. 27: 31-36.
9. Clarke, J. M., T.F.T. Smith, T. N. McCaig and D. G. Grean. 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. Crop Sci. 24: 537-541.
10. Cooper, M., D.E. Byth and D.K. Woodruff. 1994. An investigation of the grain yield adaptation of advanced CIMMYT wheat lines to water stress environments in Queensland. I: Crop physiological analysis. Aust. J. Agric. Res. 45: 965-984.
11. Davidson, J.L. and J.W. Birch. 1978. Response of a standard Australian and a Mexican wheat to temperature and water stress. Aust. J. Agric. Res. 29: 1091-1106.
12. Debake,P., J. Puech and M.L. Casals. 1996. Yield build-up in wniter wheat under soil water deficit. I: Lysimeter studies.Agronomie 16: 3-23.
13. Duysen, M.E. and T.P. Freeman. 1974. Effects of moderate water deficits on wheat seedling growth and plastid pigment development. Plant Physiol. 31: 262-266.
14. Evans, L. T. and R. L. Dunstone. 1970. Some physiological aspects of evoluation in wheat. Aust. J. Biol. Sci. 23: 725-741.
15. Evans, L.T., J. Binghman, B. Jackson and J. Sutherland. 1972. Effects of awns and drought on the supply of photosynthate and its distribution whitin wheat ears. Ann. Appl. Biol. 70: 67-76.
16. Farshadfar, E., B. Koszegi, T. Tischner and J. Sutki. 1995. Substitution analysis of drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Breed. 114: 542-544.
17. Fischer, R.A. 1973. Plant Responses to Climatic Factors. *In*: R.O. Slatyer (Ed.), UNESCO,Paris.
18. Fischer, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring cultivars. I. Grain yield response. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.
19. Garcia del Moral, L. F., Y. Rharrabti, D. Villegas and C. Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An ontogenic approach. Agron. J. 95: 266-274.
20. Giunta, F., R. Motzo and M. Deidda. 1993. Effects of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterraneum environment. Field Crops Res.33: 399-409.
21. Johnson, R.C. and E.T. Kanemasu. 1982. The infuence of water availability on winter wheat yields. Can. J. Plant Sci. 62: 831-833.
22. Johnston, A.M. and D.E. Fowler. 1992. Response of no-till winter wheat to nitrogen fertilization and drought stress. Can. J. Plant Sci. 72: 1075-1089.
23. Khalili, D., A. A. Kamgar Haghighi and B. Ghahraman. 2001. Soil water regime and water conservation efficiency in a non-irrigation semi-arid environment. Iran Agric. Res. 20: 83-96.
24. Kramer, P.J. 1983. Water Relations of Plants. Academic Press, New York.
25. Morgan, J.M. 1977. Changes in diffusive conductance and water potential of wheat plants before and after anthesis.

Archive of SID

www.SID.ir

Aust. J. Plant Physiol. 4: 75-86.
26. Oosterhius, D.M. and P.M. Carwtright. 1983. Spike differentiation and floret survival in semidwarf spring wheat as affected by water stress and photoperiod. Crop Sci. 23: 711-717.
27. Richards, R.A., A.G. Condon and G.J. Rebetzke. 2001. Application of Physiology in Wheat Breeding. *In*: M.P. Reynolds, , J.U. Ortiz-Monasterio and A. Mcnab (Eds.), CIMMYT, Mexico.
28. Royo, C., M. Abaza, R. Blanco and L.F. Garcia del Moral. 2000. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. Aust. J. Plant. Physiol. 27: 1051-5059.
29. Siani, H.S. and D. Aspinall. 1981. Effects of water deficit on sporogensis in wheat. Ann. Bot. 43: 623-633.
30. Sterling, J. D. E. and H. G. Nass. 1981. Comparison of tests characterizing varieties of barley and wheat for moisture resistance. Can. J. Plant Sci. 61: 283-292.
31. Wardlaw, I.F. 1971. The early stages of grain development in wheat. Response to water stress in a single variety. Aust. J. Biol. Sci. 24: 1047-1055.
32. Warrington, I.J., R.l. Dunstone and L. M. Green. 1997. Temperature effects at three development stages on the yield of the wheat ear. Aust. J. Agric. Res. 28 :11-27.
33. Zhong-hu, I.I. and S. Rajaram. 1994. Differential response of bread wheat characters to high temperature. Euphytica 72: 197-20.

Archive of SID

www.SID.ir