تولید و ژنتیک گیاهی
جلد ۵، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، صفحه ۱۶۸-۱۵۳

Plant Production and Genetics
Vol. 5, No. 1, Spring & Summer 2024, p. 153-168

مقاله پژوهشی
DOI: 10.22034/PLANT.2024.141236.1101

ارزیابی عملکرد و صفات زراعی برخی ارقام گندم در شرایط کشت دیم و آبی در منطقه دشتستان استان بوشهر

حمیدرضا نوریزدان*[۱]، رحمت الله کریمی‌زاده[۲]، فاطمه وفایی[۳]

۱. استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران
۲. استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گچساران، ایران
۳. محقق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گچساران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۱

چکیده

تنش خشکی معضل اصلی مناطق خشک و نیمه خشک از جمله استان بوشهر است که بر تولید گندم اثر نامطلوبی دارد. با توجه به کمبود بارندگی و خشکسالی‌های متوالی، مقایسه ارقام گندم به منظور مقایسه صفات در شرایط مشابه کشت از نظر بیشترین عملکرد و متحمل‌ترین نسبت به شرایط تنش خشکی، اهمیت بسیاری دارد. در این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ هشت رقم مناسب کشت در دشتستان بوشهر شامل چمران، کوهدشت، دهدشت، کریم، قابوس، ساورز، مهرگان و آفتاب با دو روش کشت آبی و دیم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بررسی و از نظر صفات مختلف زراعی مقایسه شدند. مقایسه صفات مختلف با دو روش کشت، نشان دهنده تأثیر نامطلوب تنش بر ارقام مورد بررسی و وجود برهمکنش تنش و رقم در مورد بسیاری از صفات بود. با این‌حال در مورد طول برگ پرچم و تعداد برگ در بوته، هر چند در دو محیط کشت تفاوت آماری وجود نداشت اما میزان قدرمطلق آن در شرایط دیم بیشتر بود. متوسط میزان عملکرد ارقام گندم در شرایط کشت آبی، ۲۹۳۸/۵ و در شرایط کشت دیم ۱۳۴۷/۶ کیلوگرم در هکتار بود. با بررسی صفات مرتبط با عملکرد و اجزای آن، در شرایط کشت آبی، ارقام چمران، مهرگان و آفتاب وضعیت مطلوبی داشتند. عملکرد ارقام چمران، مهرگان و آفتاب در کشت آبی به ترتیب ۳۵۸۹/۷، ۳۵۳۹/۱ و ۳۳۱۵/۸ کیلوگرم در هکتار بود. رقم کوهدشت از نظر بیشتر صفات مرتبط با عملکرد و اجزای آن شامل تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه در بوته و عملکرد در هکتار به عنوان بهترین رقم ارزیابی شد. همچنین این رقم در شرایط دیم، مقاومت خوبی از خود نشان داد و ثبات و پایداری عملکرد بهتری داشت، به گونه‌ای که در مقایسه با کشت آبی، فقط ۱۹/۴ درصد کاهش عملکرد نشان داد.

کلیدواژگان: اجزای عملکرد، پایداری عملکرد، تنش خشکی، گندم

*ایمیل نویسنده مسئول: hrnooryazdan@pgu.ac.ir

مقدمه

گندم در ایران محصولی راهبردی محسوب می‌شود و مهمترین غلّه دنیا است. این محصول غذای اصلی بیش از ۳۰ درصد جمعیت کره زمین است و حدود ۲۱ درصد کالری و ۲۰ درصد پروتئین مورد نیاز آن‌ها را تأمین می‌کند (Shokat *et al*., 2023). مقدار مصرف سرانه نان در دنیا ۱۷۹ گرم در روز گزارش شده است (Galani *et al*., 2022). میزان تولید گندم در ایران ۱۳/۵ میلیون تن می‌باشد (FAOSTAT, 2023). بر اساس آمار پایگاه اطلاعاتی فائو، این محصول راهبردی در سال گذشته، در سطح ۲۱۴/۳ میلیون هکتار از اراضی دنیا کشت شده است (FAOSTAT, 2023). از سوی دیگر، کمبود آب و به عبارتی تنش کم‌آبی، مهم‌ترین چالش محیطی تأثیرگذار بر عملکرد غلّات به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است و احتمال تشدید آن در آینده نیز وجود دارد. ایران در اقلیمی خشک و نیمه‌خشک واقع شده و با اینکه سهم برداشت آب برای کشاورزی ۹۲/۲ درصد است اما میزان تنش کم‌آبی در کشور نیز ۷۵ تا ۱۰۰ درصد می‌باشد (FAOSTAT, 2023). در چنین مناطقی، پیش‌بینی میزان و توزیع بارش نیز مشکل است. از مجموع ۱۲ میلیون هکتار اراضی زیر کشت کشور، بالغ بر۶/۷ میلیون هکتار به کشت گندم اختصاص دارد. از این سطح ۲/۳ میلیون هکتار به صورت گندم آبی و ۴/۴ میلیون هکتار آن به شکل دیم کشت می‌شود (Heydari, 2022). میزان تولید گندم دیم معادل ۱/۹ تا ۳/۹ میلیون تن در سال‌های مختلف متغیر بوده است. بدیهی است که تولید محصولات دیم، متکی بر ویژگی‌های اقلیمی منطقه است. در ایران، بخش عمده‌ای از محصولات از طریق کشت دیم تولید می‌شوند. پیش‌بینی شده که تا سال ۲۰۵۰، با وجود تغییرات اقلیمی که بر میزان بارش نیز تأثیرگذار است تولید گندم باید هر سال حداقل ۲/۴ درصد افزایش یابد (Ray *et al*., 2013). با افزایش تقاضای جهانی برای گندم، ارتقای بهره‌وری گندم دیم به عنوان راهکاری مؤثر برای تأمین امنیت غذایی در سطوح جهانی مطرح شده است. در این راستا، سرمایه‌گذاری در تحقیقات، گام مهمی در جهت افزایش عملکرد گندم دیم و نیل به این هدف خواهد بود (Mwadzingeni *et al*., 2016).

استان بوشهر از جمله استان‌های کم بارش در کشور محسوب می‌شود. این استان با متوسط بارندگی ۲۴۶ میلیمتر از جمله استان‌های با تنش آبی بالا تقسیم‌بندی شده است. سطح زیر کشت گندم در استان بوشهر در سال ۱۴۰۱ برابر ۲۲۰/۶ هکتار گزارش شده است (Bushehr Province Statistical Yearbook, 2022). وقوع خشکسالی‌های پی درپی لزوم بازنگری در سیستم الگوی کشت استان را یادآوری می‌نماید. در چنین وضعیتی کشت غلّات دیم که نسبت به بسیاری از گیاهان دیگر آب کمتری نیاز دارند (به همراه آبیاری تکمیلی)، می‌تواند به عنوان راهکاری جهت تولید محصول در نظر گرفته شود. در برخی سال‌ها بدلیل نبود بارندگی کافی، عملکرد غلّات بشدت کاهش یافته، به طوری که قابلیت برداشت ندارند. آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشد از جمله زمان گلدهی، موجب افزایش تولید می‌شود. اصولاً آبیاری تکمیلی، روشی رایج در مناطق خشک است که با هدف بهبود عملکرد محصول از طریق افزودن مقدار کمی آب به مزارع دیم در زمان‌هایی که بارندگی برای رشد و نمو طبیعی گیاه کافی نیست، انجام می‌شود (Farooq& Siddique, 2017).

وقوع تنش‌های غیرزنده همانند خشکی و گرما می‌توانند به صورت غیرقابل پیش‌بینی روی دهند. برای شناسایی ژنوتیپ‌ها یا ارقام متحمل به این شرایط باید آن‌ها را در محیط‌های مختلف بررسی کرد. با این‌کار، پایداری و پتانسیل عملکرد مشخص می‌شود (Bruckner & Frohberg, 1987). ارزیابی فنوتیپی، شاخص مهمی برای شناسایی و گزینش ارقام گیاهی است. مطالعه صفات مورفوفیزیولوژیک از جمله عملکرد و اجزای آن می‌تواند به درک سازگاری ارقام به تنش خشکی کمک کنند (Del Pozo, *et al*., 2016) چون به‌نژادی ارقام و ایجاد مقاومت به تنش خشکی کار دشواری است، معمولاً در مراحل اول، ارزیابی ارقام از طریق بررسی صفات و در واقع انتخاب غیرمستقیم آن‌ها بر اساس عملکرد و اجزای آن صورت می‌گیرد. واکنش گیاهان به تنش خشکی به عواملی مانند مرحله رشد، شدت تنش و رقم گیاهی بستگی دارد (Osakabe *et al*., 2014).

با توجه به اهمیت سازگاری ارقام دیم به شرایط اقلیمی منطقه و استفاده از ارقام پر عملکرد، هدف از مطالعه حاضر مقایسه عملکرد و سایر صفات مورفولوژیکی و زراعی هشت رقم گندم در شرایط اقلیمی دشتستان استان بوشهر بود.

مواد و روش‌ها

هشت رقم گندم شامل چمران، کوهدشت، دهدشت، کریم، قابوس، ساورز، مهرگان و آفتاب از سازمان جهاد کشاورزی استان بوشهر و ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم گچساران در جنوب ایران تهیه شدند. آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده مهندسی کشاورزی دانشگاه خلیج فارس، واقع در هشت کیلومتری جنوب شرقی مرکز دشتستان بوشهر انجام شد. بافت خاک مزرعه دارای ۱۰/۵ درصد شن، ۴۷ درصد سیلت و ۴۲ درصد شن بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح زمین در اوایل مهرماه انجام شد. کود شیمیایی به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم محاسبه و به زمین داده شد. بخشی از کود ازته به صورت سرک و در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌دهی به زمین اضافه شد. اقلیم کشاورزی منطقه دارای تابستان‌های بسیار گرم و خشک است. جدول ۱ آمار هواشناسی مرکز دشتستان را طی دوره آزمایش نشان می‌دهد. بر این اساس، میزان بارندگی طی دوره کشت ارقام، ۱۰/۵۵ و میزان تبخیر از تشتک برابر ۴۸/۵۵ میلی‌متر (۴/۶ برابر میزان بارندگی) بود. همچنین متوسط دمای هوا و درصد رطوبت نسبی آن، طی دوره رشد گیاه به ترتیب ۲۳/۶ درجه سانتی‌گراد و ۵۳/۵ درصد بود (جدول ۱) .

جدول۱. آمار هواشناسی دشتستان بوشهر طی فصل زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱

ماه	میانگین بارندگی (میلی‌متر)	میانگین تبخیر از تشتک تبخیر (میلی‌متر)	متوسط رطوبت نسبی هوا (درصد)	میانگین دما (سانتیگراد)	میانگین کمینه دما (سانتی‌گراد)	میانگین بیشینه دما (سانتی‌گراد)
مهر	۰	۸/۲۶	۵۰	۳۲	۲۴/۳	۳۹/۸
آبان	۱/۳	۴/۸۵	۶۵	۲۶/۱	۲۰/۵	۳۱/۷
آذر	۳/۴	۲/۸۹	۷۰	۲۰/۹	۱۵/۳	۲۶/۴
دی	۵/۱	۲/۲۹	۸۲	۱۵/۲	۱۱/۴	۱۹/۰
بهمن	۱/۱۵	۲/۵۳	۷۵	۱۵/۹	۱۱/۱	۲۰/۶
اسفند	۰/۲	۵/۵۶	۵۷	۲۲/۹	۱۶/۱	۲۹/۶
فروردین	۰/۷	۷/۵۷	۴۵	۲۳/۸	۱۶/۲	۳۱/۳
اردیبهشت	۰	۱۱/۲۸	۲۳	۳۰/۹	۲۲/۳	۳۹/۵
خرداد	۰	۱۶/۴۳	۲۳	۳۵/۹	۴۴/۴	۲۷/۴

با توجه به عدم قطعیت از وقوع بارش، برای اطمینان از داشتن محصول برای مقایسه ارقام و نیز ارزیابی پتانسیل عملکرد ارقام، علاوه بر مقایسه در شرایط دیم، همین آزمایش به صورت هم‌زمان و با آبیاری تکمیلی در مجاورت آن نیز انجام و در پایان نتایج دو روش با یکدیگر مقایسه شدند. کشت آبی، با سیستم قطره‌ای و بر اساس آب مورد نیاز محصول در منطقه انجام شد. محاسبه مقدار آب با روش پنمن- مانتیث صورت گرفت (Allen *et al*., 1998). کشت‌ها هم‌زمان در ۲۰ آذر ماه ۱۴۰۱ انجام شدند. آزمایش در یک مزرعه، در مجاورت یکدیگر، هر کدام در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در جدول تجزیه واریانس این آزمایش، دو روش کشت مترادف دو محیط در نظر گرفته شدند. علاوه بر عملکرد دانه در واحد سطح، ۱۴ صفت دیگر شامل عملکرد دانه در تک سنبله ، عملکرد دانه در بوته، تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته ، تعداد برگ در بوته، تعداد روز تا گلدهی ، وزن هزار دانه ، طول ریشک ، طول سنبله ، طول برگ پرچم و طول پدانکل اندازه‌گیری شدند. صفات مورد بررسی، روی ده بوته تصادفی از هر واحد آزمایشی، و بر اساس نحوه اندازه‌گیری ذکر شده در توصیف‌گر گندم (IBPGR,1985) اندازه‌گیری شدند. فاصله ردیف‌های کاشت ۲۵ سانتی‌متر، عمق کشت ۵ سانتی‌متر و تراکم ۳۰۰ دانه در متر مربع در نظر گرفته شد. برای کنترل علف‌های هرز در اواخر مرحله پنجه‌زنی از علف‌کش توفوردی استفاده شد. اواخر مرحله ساقه‌دهی برای کنترل حشرات از سم سیستمیک کنفیدور استفاده شد. هر واحد آزمایشی شامل ۱۴ خط کاشت ۴ متری بود. برداشت ارقام در اواسط اردیبهشت ماه سال بعد انجام شد. پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها با آزمون کلموگروف- اسمیرنوف، تجزیه واریانس

داده‌ها با نرم‌افزار SAS (ver. 9.4) انجام شد. پیش از انجام تجزیه واریانس مرکب آزمون همگنی واریانس خطاهای آزمایش‌های جداگانه با استفاده از شاخص آماری F انجام و سپس جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار(SAS (ver. 9.4 تشکیل شد.

نتایج و بحث

خلاصه مقادیر توصیفی داده‌های آزمایش، در جدول ۲ آورده شد. در این جدول، میانگین صفات مختلف در دو روش کشت (محیط)، با کمک آزمون t با یکدیگر مقایسه شدند. همان‌طور که انتظار می‌رفت، صفات مختلف در گندم تحت تأثیر تنش کم‌آبی قرار گرفتند و مقادیر میانگین اکثریت صفات در شرایط تنش دیم ازنظر آماری کمتر از شرایط آبیاری تکمیلی بود. در مورد طول برگ پرچم و تعداد برگ در بوته، تفاوت معنی‌داری از نظر آماری بین دو شرایط دیم و آبی مشاهده نشد، هر چند مقادیر قدر مطلق میانگین این صفات در شرایط دیم بیشتر از شرایط آبی بود (جدول ۲). میانگین صفات تعداد روز تا گلدهی، طول ریشک و طول سنبله در دو زمین اختلاف آماری با یکدیگر نشان ندادند (جدول ۲). نتایج حاصل با مقایسه محیط‌ها در آزمون تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) مطابقت داشتند. این هم‌خوانی نشانه تأثیر محیط بر صفات مختلف و نیز کم بودن خطای تصادفی در اندازه‌گیری‌ها بود.

جدول ۲- مقادیر توصیفی داده‌های آزمایش

صفت	میانگین		انحراف معیار		بیشینه		کمینه		دامنه		خطای استاندارد	
	آبیاری	دیم	آبیاری	دیم	آبیاری	دیم	آبیاری	دیم	آبیاری	دیم	آبیاری	دیم
تعداد پنجه در بوته	۸/۹۳ a	۸/۰۳ b	۱/۰۳	۰/۹۱	۱۰/۷۰	۹/۲	۶/۹۰	۶	۳/۸۰	۳/۲	۰/۲۱	۰/۱۹
تعداد پنجه بارور در بوته	۶/۶۷ a	۵/۲۴ b	۱/۲۸	۱/۴۶	۸/۶۰	۷/۶	۳/۹۰	۲/۸	۴/۷	۴/۸	۰/۲۶	۰/۳۰
تعداد سنبلچه	۱۷/۸۲a	۱۵/۵۱b	۱/۷۰	۱/۶۳	۲۰/۴	۱۸/۶	۱۵/۲۰	۱۲/۸	۵/۲	۵/۸	۰/۳۵	۰/۳۳
تعداد دانه در سنبله	۴۸/۱۲ a	۳۷/۳۳ b	۷/۷۴	۶/۷۴	۶۵	۴۷/۶	۳۵	۲۵	۳۰	۲۲/۶	۱/۵۸	۱/۳۸
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۸۴/۷۸ a	۶۵/۲۷ b	۶	۸/۵۶	۹۵	۸۰	۷۴	۴۷	۲۱	۳۳	۱/۲۳	۱/۷۵
تعداد برگ در بوته	۴/۲۷ ns	۴/۴۷ ns	۰/۴۸	۰/۴۵	۵/۴۰	۵/۴۰	۳/۴۰	۳/۸۰	۲	۱/۶	۰/۱۰	۰/۰۹
تعداد روز تا گلدهی	۶۸/۴۲ ns	۶۵/۷۵ ns	۱۱/۱۲	۱۱/۴۶	۸۵	۸۵	۵۴	۴۴	۳۱	۴۱	۲/۲۷	۲/۳۴
وزن هزار دانه (گرم)	۴۵/۶۱ a	۳۰/۷۵ b	۵/۲۵	۲/۲۵	۵۵/۷۰	۳۵	۳۸	۲۶/۲	۱۷/۷	۸/۸	۱/۰۷	۰/۴۶
طول ریشک (سانتی‌متر)	۷/۳۸ ns	۶/۵۰ ns	۱/۹۸	۱/۷۳	۱۱/۲۸	۱۰/۲۲	۵	۴/۷۲	۶/۲۸	۵/۵	۰/۴۰	۰/۳۵
طول سنبله (سانتی‌متر)	۱۱/۱۲ns	۱۰/۳۴ns	۲/۰۵	۱/۵۸	۱۴	۱۳	۷/۸۰	۷/۱	۶/۲	۵/۹	۰/۴۲	۰/۳۲
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۲۲/۳۳ ns	۲۳/۴۹ ns	۲/۰۶	۲/۱۷	۲۷	۲۹	۱۹	۲۰/۲۴	۸	۸/۷۶	۰/۴۲	۰/۴۴
طول پدانکل (سانتی‌متر)	۳۰/۹۰ a	۲۳/۲۸ b	۳/۷۷	۴/۴۳	۳۸/۲۰	۳۲	۲۴/۳۰	۱۷	۱۳/۹	۱۵	۰/۷۷	۰/۹۱
عملکرد دانه در سنبله (گرم)	۲/۱۷ a	۱/۱۴ b	۰/۲۵	۰/۱۹	۲/۶۹	۱/۴۵	۱/۸۰	۰/۸۱	۰/۸۹	۰/۶۳	۰/۰۵	۰/۰۴
عملکرد دانه در بوته (گرم)	۱۴/۰۳ a	۶/۲۵ b	۲/۶۶	۲/۴۴	۱۸/۹۷	۱۱/۹۶	۸/۷۸	۲/۲۹	۱۰/۱۹	۹/۶۶	۰/۵۴	۰/۵۰
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۲۹۳۸/۴۹ a	۱۳۴۷/۶۲ b	۵۶۲/۱۱	۵۳۲/۱۵	۳۷۹۷/۸۳	۲۵۶۱/۸۳	۱۸۸۱/۲۶	۴۹۱/۴۰	۱۹۱۶/۵۷	۲۰۷۰/۴۳	۱۱۴/۷۶	۱۰۸/۶۵

حروف a و b بر روی میانگین‌های صفات، بیانگر اختلاف معنی‌دار دو محیط در سطح آماری ۱ درصد با آزمون t و ns عدم اختلاف آماری است.

چون در این آزمایش ارقام تحت دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو زمین جداگانه، به صورت هم‌زمان کشت شدند، نتایج تجزیه واریانس، پس از اطمینان از همگنی واریانس خطاهای آزمایش‌های جداگانه با آزمون F به صورت تجزیه واریانس مرکب بررسی شدند (جدول ۳). بجز صفات تعداد روز تا گلدهی، طول ریشک و طول سنبله، برای باقی صفات برهمکنش بین رقم و محیط معنی‌دار شدند (جدول ۳). بنابراین به منظور مطالعه برهمکنش، برای این گروه از صفات، تجزیه برشی برای هر محیط انجام و مقایسه میانگین ارقام در هر محیط انجام شد . چون برهمکنش، اختلاف اثر یک عامل، در سطوح مختلف عامل دیگر است (Schabenbarger & Pierce, 2001) در مواردی که برهمکنش محیط و رقم از نظر آماری معنی‌دار باشد (با توجه به مفهوم برهمکنش)، مقایسه تمام ترکیبات تیماری با یکدیگر ضرورتی ندارد و بنابراین در این آزمایش، وضعیت ارقام، در هر محیط کشت با یکدیگر مقایسه شدند (جداول ۴ تا ۱۵).

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده در دو محیط کشت آبیاری و دیم برای ۸ رقم گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد پنجه در بوته	تعداد پنجه بارور در بوته	تعداد سنبلچه	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع بوته	تعداد برگ در بوته	تعداد روز تا گلدهی	وزن هزار دانه
روش کشت (محیط)	۱	۹/۹۰**	۲۴/۵۱**	۶۴/۶۳**	۱۳۹۵/۳۶**	۴۵۷۰/۸۰**	۰/۴۸^{ns}	۸۵/۳۳^{ns}	۲۶۴۹/۲۴**
تکرار در محیط	۴	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۷۱	۳/۸۵	۶/۵۹	۰/۱۷	۸۵/۳۳	۰/۷۹
رقم	۷	۴/۵۱**	۱۰/۴۷**	۱۲/۱۸**	۲۱۵/۸۲**	۳۰۳/۷۴**	۰/۳۵**	۷۶۲/۱۹**	۷۰/۰۷**
محیط × رقم	۷	۰/۶۸*	۱/۳۳**	۲/۵۳*	۱۲۱/۷۹**	۴۴/۸۵**	۰/۶۴*	۲/۰۴^{ns}	۲۹/۶۶**
خطا	۲۸	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۷۸	۱/۵۶	۱/۶۸	۰/۰۸۳	۶/۳۳	۱/۷۹
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۷۸	۶	۵/۳۱	۲/۹۳	۱/۷۳	۶/۶۲	۱/۸۶	۳/۴۷

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ادامه جدول ۳

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		طول ریشک	طول سنبله	طول برگ پرچم	طول پدانکل	عملکرد دانه در سنبله	عملکرد دانه در بوته	عملکرد
روش کشت (محیط)	۱	۹/۴۶ ^{ns}	۷/۲۵^{ns}	۱۶/۲۱ ^{ns}	۶۹۷/۰۷**	۱۲/۶۶**	۷۵۷/۸۷**	۳۰۳۷۰/۶۶**
تکرار در محیط	۴	۱/۲۶	۱/۱۲	۲/۳۱	۴/۷۹	۰/۰۰۱	۰/۳۹	۴۶/۷۱
رقم	۷	۲۰/۷۸**	۱۸/۳۶**	۲۱/۵۵**	۹۰**	۰/۱۲۳**	۲۷/۹۸**	۱۲۴۳/۵۳**
محیط × رقم	۷	۰/۴۳^{ns}	۰/۷۵^{ns}	۴/۳۱**	۱۴/۹۴**	۰/۱۷۷**	۱۰/۵۹**	۴۹۱/۵۷**
خطا	۲۸	۰/۳۰۲	۰/۵۴	۰/۸۵	۰/۸۷	۰/۰۰۴	۰/۳۲	۵۱/۷۱
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۹۲	۶/۸۵	۴/۰۴	۳/۴۵	۴	۵/۵۳	۱۰/۶

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

تعداد پنجه در بوته

به طور کلی تعداد پنجه در بوته در شرایط دیم، تحت تأثیر تنش، کمتر از شرایط کشت با آبیاری بود (جدول ۲). نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب نیز ضمن تأیید اختلاف بین دو محیط، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام و نیز وجود برهمکنش بین رقم و محیط بود (جدول ۳). در چنین موقعیتی تجزیه برشی برای مشخص کردن نحوه واکنش ارقام در هر سطح محیط (روش کشت) انجام شد (جدول ۴). در محیط اول (آبیاری)، ارقام مهرگان، کوهدشت و ساروز بیشترین مقدار معنی‌دار صفت را دارا بودند. با اینکه این ارقام در شرایط دیم کاهش معنی‌داری در تعداد پنجه تولیدی در بوته داشتند، اما بجز ساورز همچنان بیشترین تعداد پنجه در بوته را به همراه چمران، قابوس و آفتاب نشان

دادند (جدول ۴). ساورز و دهدشت در شرایط دیم بیشترین درصد کاهش صفت را داشتند. تحقیقات متعددی نشان داده اند که خشکی باعث کاهش تعداد پنجه‌ها در گندم می شود (Maqbool *et al*., 2015; Abid *et al*., 2018). با توجه به اینکه هر پنجه می‌تواند به یک سنبله تبدیل شود، تعداد پنجه‌ها نقشی مستقیم در عملکرد دانه ایفا می‌کند. جوانه‌زنی پنجه‌ها در گندم به صورت ناهم‌زمان اتفاق می‌افتد. به این ترتیب، مرحله پنجه‌زنی تعیین کننده تعداد پنجه‌ها و همچنین توسعه جوانه‌های تولید مثلی (سنبله، سنبلچه‌ها و گلچه‌ها) خواهد بود. تنش رطوبتی در این مرحله منجر به کاهش تعداد پنجه‌ها می‌شود که با کاهش تعداد دانه در هر سنبله نیز همراه است. میزان این کاهش در تعداد پنجه ها تحت تنش رطوبتی، به شدت و مدت تنش و همچنین ژنوتیپ گیاه بستگی دارد (Sarto *et al*., 2017).

جدول۴- مقایسه میانگین بر همکنش محیط و رقم برای تعداد پنجه در بوته به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

تعداد پنجه در بوته				
شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	درصد کاهش صفت
۱	آفتاب	۸/۶۶c	۸/۳۳ab	۳/۸ns
۲	کریم	۷/۵۶d	۷/۳۳c	۳/۰ns
۳	دهدشت	۷/۶۶d	۶/۳۰d	۱۷/۸*
۴	چمران	۹/۲۶bc	۸/۷۳a	۵/۷ns
۵	مهرگان	۱۰/۳۳a	۸/۷۳a	۱۵/۵*
۶	ساورز	۹/۵۳abc	۷/۶۳bc	۱۹/۹*
۷	قابوس	۸/۶۳c	۸/۴۶ab	۲/۰ns
۸	کوهدشت	۹/۸۰ab	۸/۶۶a	۱۱/۶*

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.
ns،* و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمون t

تعداد پنجه بارور در بوته

بر اساس نتایج جدول ۲، این صفت تحت تأثیر تنش خشکی قرار داشت. همانند تعداد پنجه در بوته، اثرات محیط، رقم و برهمکنش آن‌ها در جدول تجزیه واریانس مرکب معنی‌دار شد (جدول ۳). بنابراین در چنین موقعیتی میانگین صفت به روش برش‌دهی در هر محیط انجام شد. در محیط اول، کوهدشت و قابوس بیشترین مقدار صفت را دارا بودند (جدول ۵). در محیط تنش دیم، کوهدشت بیشترین تعداد پنجه در بوته را داشت. تنش خشکی در این رقم، نتوانست کاهش معنی‌داری در مقدار این صفت به وجود آورد (جدول ۵). تعداد پنجه بارور در بوته به دلیل نقش آن در تولید دانه، بسیار مهم است. در این آزمایش، تعداد پنجه بارور در بوته در مقایسه با شرایط آبیاری ۱۷/۴ درصد کاهش داشت (جدول ۵). تحت تنش خشکی، انتقال مواد غذایی به ریشه‌ها بیشتر شده تا گیاه بتواند آب بیشتری جذب کند در این شرایط رشد اندام‌های هوایی از جمله تعداد بذر و تعداد پنجه بارور در گیاه کاهش می‌یابد (Quinones *et al*., 2017).

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش محیط و رقم برای تعداد پنجه بارور در بوته به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

تعداد پنجه بارور در بوته

شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	درصد کاهش صفت
۱	آفتاب	۶/۹۶bc	۶/۸۶b	۱/۴ns
۲	کریم	۶/۰۳d	۳/۷۶e	۳۷/۶**
۳	دهدشت	۴/۲۳e	۳/۰۰f	۲۹/۱*
۴	چمران	۶/۹۳c	۴/۷۳d	۳۱/۷*
۵	مهرگان	۷/۳۰bc	۶/۳۰c	۱۳/۷ns
۶	ساورز	۵/۸۰d	۵/۰۶d	۱۲/۸ns
۷	قابوس	۷/۷۶ab	۴/۸۳d	۳۷/۸**
۸	کوهدشت	۸/۳۳a	۷/۳۶a	۱۱/۶ns

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.
ns، * و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمون t

تعداد سنبلچه

میانگین تعداد سنبلچه در شرایط دیم، تحت تأثیر تنش، کمتر از شرایط کشت با آبیاری بود (جدول ۲). اثرات محیط، رقم و برهمکنش آن‌ها در جدول تجزیه واریانس مرکب معنی‌دار شد (جدول ۳). تجزیه برشی نشان داد که در محیط اول، ارقام چمران، آفتاب و قابوس بیشترین تعداد سنبلچه را در مقایسه با بقیه ارقام دارا بودند (جدول ۶). در محیط دیم، ارقام قابوس، کریم و کوهدشت وضعیت بهتری نسبت به بقیه ارقام داشتند. این سه رقم، درصد کاهش معنی‌داری از نظر این صفت در دو محیط نداشتند (جدول ۶). کاهش ۱۱/۶ درصدی تعداد سنبلچه در کشت دیم مشاهده شد (جدول ۶). ویژگی‌های مختلف سنبله مانند طول سنبله، تعداد کل سنبلچه در هر سنبله، تعداد گل‌های بارور، تراکم سنبله، باروری سنبله، تعداد دانه، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در هر متر مربع، شاخص برداشت و عملکرد دانه در مرحله گلدهی و رسیدن مورد بررسی قرار گرفته است (Frantová *et al*., 2022). وقوع تنش خشکی می‌تواند بر تمامی ویژگی‌های سنبله از جمله تعداد سنبلچه تأثیر نامطلوب داشته باشد (Khyber *et al*., 2019).

جدول ۶- مقایسه میانگین برهمکنش محیط و رقم برای تعداد سنبلچه به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

تعداد سنبلچه

شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	درصد کاهش صفت
۱	آفتاب	۱۹/۴۰ab	۱۵/۰۶bc	۲۲/۴*
۲	کریم	۱۷/۸۶c	۱۶/۰۶ab	۱۰/۱ns
۳	دهدشت	۱۵/۵۳d	۱۳/۲۶c	۱۴/۶*
۴	چمران	۱۹/۸۰a	۱۶/۲۶ab	۱۷/۹*
۵	مهرگان	۱۸/۳۳bc	۱۶/۴۶ab	۱۰/۲ns
۶	ساورز	۱۶/۵۶d	۱۳/۵۳c	۱۸/۳*
۷	قابوس	۱۹/۲۰ab	۱۷/۶۰a	۸/۳ns
۸	کوهدشت	۱۵/۹۳d	۱۵/۸۰ab	۰/۸ns

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.
ns، *و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمونt

تعداد دانه در سنبله

میانگین تعداد دانه در سنبله در شرایط دیم، اختلاف معنی‌داری با شرایط کشت آبی داشت (جدول ۲). برای این صفت، اثرات محیط، رقم و برهمکنش آن‌ها در جدول تجزیه واریانس مرکب معنی‌دار شد (جدول ۳). با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش محیط و رقم برای این صفت، در شرایط کشت آبیاری، رقم چمران و در محیط دیم، ارقام قابوس و کوهدشت بیشترین تعداد دانه در سنبله را داشتند (جدول ۷). دو رقم قابوس و کوهدشت از نظر این صفت در دو محیط پایداری داشتند زیرا درصد کاهش صفت تحت تأثیر تنش از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۷). تعداد دانه در سنبله یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد در گندم می‌باشد. ژنوتیپ‌هایی که از نظر پایداری عملکردی قابل قبول دارند، در برابر تنش خشکی نیز مقاومت بیشتری نشان می‌دهند. با این وجود، اگر هدف انتخاب ژنوتیپ بر اساس وزن دانه باشد، باید به این نکته توجه داشت که ممکن است ژنوتیپ‌هایی با وزن دانه بیشتر در شرایط آبیاری، در برابر تنش خشکی ضعیف‌تر عمل کنند. در مطالعه‌ای بر روی ارقام گندم دوروم در شرایط تنش خشکی، تعداد دانه در سنبله بسته به سطح تنش و ژنوتیپ گیاه تا ۶۰ درصد کاهش را نشان داد (Vahamidis *et al*., 2019). کمبود آب پیش از وقوع گلدهی در گیاه، با کاهش میزان فتوسنتز و کاهش قندهای محلول برای رشد اندام‌های زایشی گیاه مرتبط است (Rajala *et al*., 2009).

جدول ۷- مقایسه میانگین برهمکنش محیط و رقم برای تعداد دانه در سنبله به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

تعداد دانه در سنبله

شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	درصد کاهش
۱	آفتاب	۵۰/۲۰c	۳۹/۲۰bc	۲۱/۹**
۲	کریم	۴۵/۲۶d	۲۸/۲۰d	۳۷/۷**
۳	دهدشت	۴۳/۲۶d	۲۶/۳۳d	۳۹/۱**
۴	چمران	۶۳/۶۶a	۴۰/۶۶b	۳۶/۱**
۵	مهرگان	۵۳/۰۰b	۳۷/۰۶c	۳۰/۱**
۶	ساورز	۳۷/۴۰e	۳۷/۲۶c	۰/۴ns
۷	قابوس	۴۸/۶۰c	۴۴/۶۶a	۸/۱ns
۸	کوهدشت	۴۴/۵۳d	۴۴/۲۶a	۰/۶ns

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.
ns، *و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمونt

ارتفاع بوته

این صفت تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت زیرا تمامی ارقام با قرار گرفتن، در شرایط دیم کاهش آماری بسیار معنی‌داری داشتند (جدول ۸). بر اساس جدول تجزیه واریانس برهمکنش محیط و رقم برای ارتفاع معنی‌دار شد. رقم دهدشت و کوهدشت، به ترتیب، کمترین و بیشترین ارتفاع بوته را در مقایسه با بقیه ارقام در هر دو محیط از خود نشان دادند (جدول ۸). در این آزمایش متوسط کاهش ارتفاع تحت شرایط دیم برای ارقام مطالعه شده ۱۹/۱۱ درصد بود (جدول ۸). ارتفاع بوته یکی از صفات مهم گندم است که تحت تاثیر خشکی قرار می‌گیرد. کمبود رطوبت باعث کاهش فتوسنتز و انتقال متابولیت‌ها در گندم، به ویژه در مرحله طویل شدن ساقه، می‌شود که منجر به کاهش ارتفاع گیاه می‌شود (Sarto *et al*., 2017). در شرایط تنش رطوبتی، گیاهان برای حفظ بقای خود، تخصیص کربن را تغییر می‌دهند. به جای اینکه کربن را صرف رشد ساقه و افزایش ارتفاع کنند، آن را به سمت ریشه‌ها و اندام‌های ذخیره‌ای هدایت می‌کنند. این کار به گیاه کمک می‌کند تا آب بیشتری جذب کند و در برابر خشکی مقاوم‌تر شود. همچنین تنش رطوبتی باعث می‌شود که پتانسیل آب خاک کاهش یابد. برای مقابله با این مشکل، گیاهان با تنظیم اسمزی، پتانسیل آب سلول‌های خود را پایین می‌آورند. این کار به گیاه کمک می‌کند تا آب را از خاک جذب کند و از کم آبی سلول‌ها

جلوگیری کند (Egli, 2021). میزان کاهش ارتفاع گیاه به شدت خشکی و ژنوتیپ بستگی دارد. در شرایط خشکی شدید (میزان رطوبت ۳۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه)، ارتفاع بوته گندم تا ۲۴ درصد و در شرایط خشکی ملایم (۷۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه) تا ۱۶ درصد کاهش یافت (Qadir *et al*., 2016). در مطالعه دیگری Mirbahar (*et al*., 2009)، کاهش ۲۵ درصدی در ارتفاع بوته گندم به دلیل وقوع تنش خشکی مشاهده شد. گیاهان متحمل به خشکی تمایل دارند تا برای کاهش نیاز به رطوبت و جلوگیری از دست رفتن رطوبت ناشی از تعرق، ارتفاع کوتاه‌تر و شاخص سطح برگ (LAI) پایین‌تری داشته باشند (Su *et al*., 2019).

جدول ۸- مقایسه میانگین برهمکنش محیط و رقم برای ارتفاع به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

ارتفاع بوته (سانتی متر)

شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	درصد کاهش صفت
۱	آفتاب	۸۳/۶۶^{d}	۶۸/۹۰^{c}	۱۴/۷۶**
۲	کریم	۸۸/۲۴^{c}	۵۹/۸۲^{e}	۲۸/۴۲**
۳	دهدشت	۷۵/۹۸^{f}	۴۸/۵۶^{f}	۲۷/۴۲**
۴	چمران	۷۸/۲۶^{e}	۶۳/۴۶^{d}	۱۴/۸۰**
۵	مهرگان	۸۳/۶۰^{d}	۶۵/۴۶^{d}	۱۸/۱۴**
۶	ساورز	۸۳/۴۰^{d}	۶۵/۰۳^{d}	۱۸/۳۷**
۷	قابوس	۹۳/۸۰^{a}	۷۸/۷۰^{a}	۱۶/۱۰**
۸	کوهدشت	۹۱/۳۰^{b}	۷۲/۱۶^{b}	۱۹/۱۴**

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.

ns، * و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمون t

تعداد برگ در بوته

میانگین این صفت در دو محیط کشت با یکدیگر اختلاف آماری نشان ندادند (جدول ۲). با این حال، برهمکنش محیط و رقم در جدول تجزیه واریانس مرکب معنی‌دار شد (جدول ۳). بنابراین واکنش ارقام برای صفت، بستگی به محیط کشت داشت. در محیط کشت اول (آبیاری)، رقم آفتاب و در محیط دیم رقم کریم بیشترین تعداد برگ در بوته را داشتند (جدول ۳). برخلاف انتظار، برخی ارقام در محیط دیم تعداد برگ بیشتری داشتند (جدول ۹). هر چند که از نظر آماری، فقط افزایش تعداد برگ در بوته رقم مهرگان تفاوت معنی‌داری نسبت به شرایط آبیاری داشت (جدول ۹). برخلاف رقم مهرگان، تعداد برگ در بوته رقم آفتاب تحت شرایط دیم کاهش آماری معنی‌داری در مقایسه با کشت آبیاری داشت. ممکن است علت افزایش تعداد برگ در برخی ارقام از جمله رقم مهرگان تحت شرایط تنش، به دلیل مرگ زودرس برگ‌های پایینی گیاه باشد. در این‌صورت گیاه برای جبران سطح فتوسنتزی، برگ‌های بیشتری تولید تا جایگزین برگ‌های از بین رفته شوند. برخی ژن‌ها از جمله CBF/DREB نقش مهمی در تنظیم پاسخ به تنش خشکی دارند. این ژن می‌تواند تأثیرات متعددی بر صفات مورفولوژیکی گیاهان، از جمله گندم، در شرایط تنش خشکی داشته باشد. برخی از اثرات ممکن این ژن بر صفات مورفولوژیکی گندم در شرایط تنش خشکی می‌تواند شامل افزایش تعداد ریشه‌ها، افزایش طول ریشه‌ها، کاهش تعداد و سایز برگ‌ها و تغییر در نسبت سطح به حجم برگ‌ها باشد (Jan *et al*., 2017). خشکی باعث فعال شدن ژن‌هایی می‌شود که متابولیسم مواد زیستی مختلف (آنزیم‌ها، هورمون‌ها، اسیدهای آمینه و کربوهیدرات‌ها) را تحت تاثیر قرار می‌دهند. برخی از این مواد زیستی مانند هورمون ABA ، پروتیئن‌های پرولین و LEA و قند ترهالوز در فرآیندهای اجتناب از کم آبی یا تحمل به کم آبی نقش دارند (Nio *et al*., 2011)

جدول ۹- مقایسه میانگین برهمکنش محیط و رقم برای تعداد برگ در بوته به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

تعداد برگ در بوته

شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	درصد کاهش صفت
۱	آفتاب	۵/۲۳a	۴/۰۰c	۲۳/۵*
۲	کریم	۴/۳۶bc	۵/۰۰a	-۱۴/۷ns
۳	دهدشت	۴/۰۳cd	۴/۳۳abc	-۷/۴ns
۴	چمران	۴/۵۰b	۴/۸۳ab	-۷/۳ns
۵	مهرگان	۳/۸۳d	۴/۸۰ab	-۲۵/۳*
۶	ساورز	۴/۲۰bcd	۴/۱۰c	۲/۴ns
۷	قابوس	۴/۰۰cd	۴/۴۰abc	-۱۰ns
۸	کوهدشت	۴/۰۰cd	۴/۳۰bc	-۷/۳ns

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.
ns،* و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمون t

وزن هزار دانه

نتایج جدول ۲ و ۳ اختلاف میانگین وزن هزار دانه در دو محیط را نشان داد. با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش محیط و رقم، برش‌دهی صفت در هر محیط انجام شد. در محیط اول، ارقام ساورز و دهدشت و در محیط دوم (دیم) ساورز، دهدشت، چمران، کریم بیشترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۱۰). همه ارقام کاهش وزن هزار دانه بسیار معنی‌دار در محیط دیم داشتند (جدول ۱۰). متوسط کاهش وزن هزار دانه تحت شرایط دیم در این آزمایش ۳۱/۲ درصد بود (جدول ۱۰). در مطالعه ۱۶ رقم گندم در ازمیر ترکیه تحت شرایط دیم، مشاهده شد که وزن هزار دانه (۹/۲ درصد) و عملکرد (۱۷/۷ درصد) در مقایسه با کشت آبیاری کاهش داشتند. تنش خشکی مانع انتقال مواد خشک به دانه‌ها و کاهش وزن آن‌ها می‌شود (Tatar *et al*., 2016). این‌کار از طریق کاهش فتوسنتز، انسداد آوندهای چوبی، کوتاه شدن دوره پر شدن دانه‌ها و افزایش هورمون ABA تحت تأثیر تنش خشکی انجام می‌شود. همچنین وقوع تنش خشکی با افزایش دمای برگ مانع فعالیت آنزیم های فتوسنتزی مانند Rubisco و در نتیجه کاهش تثبیت دی‌اکسید کربن می‌شوند (Pour- Aboughadareh et *al*., 2020; Zhang *et al*., 2021).

جدول ۱۰- مقایسه میانگین برهمکنش محیط و رقم برای وزن هزار دانه به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

وزن هزار دانه (گرم)

شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	درصد کاهش صفت
۱	آفتاب	۴۶/۰b	۲۹/۳bc	۳۶/۳**
۲	کریم	۴۷/۶b	۳۱/۱ab	۳۴/۶**
۳	دهدشت	۵۲/۷a	۳۲/۱ab	۳۹/۰**
۴	چمران	۴۱/۲c	۳۲/۰ab	۲۲/۳**
۵	مهرگان	۴۲/۵c	۳۰/۳b	۲۸/۷**
۶	ساورز	۵۳/۶a	۳۳/۷a	۳۷/۱**
۷	قابوس	۳۹/۰d	۳۰/۱b	۲۲/۸**
۸	کوهدشت	۴۱/۹c	۲۷/۱c	۳۵/۳**

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.
ns،* و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمون t

طول برگ پرچم

برای این صفت، با وجود معنی‌دار نشدن محیط در جدول تجزیه واریانس مرکب، برهمکنش محیط و رقم معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج برش‌دهی نشان داد که در هر دو محیط کشت، رقم کوهدشت بیشترین طول برگ پرچم را داشت (جدول ۳). همانند صفت تعداد برگ، برخی ارقام تحت تنش، در مقایسه با وضعیت آبیاری، برخلاف انتظار طول برگ پرچم بیشتری از خود نشان دادند. هر چند آزمون t نشان داد که فقط اختلاف این صفت برای رقم کریم معنی‌دار بود. یعنی این رقم تحت تنش، طول برگ پرچم بیشتری نسبت به شرایط عادی از خود نشان داد (جدول ۱۱).

جدول ۱۱- مقایسه میانگین برهمکنش محیط و رقم برای طول برگ پرچم به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

طول برگ پرچم (سانتی‌متر)				
شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	درصد کاهش
۱	آفتاب	۲۱/۴۳cde	۲۰/۵۲d	۴/۲ns
۲	کریم	۲۰/۴۰e	۲۴/۴۵b	-۱۹/۹*
۳	دهدشت	۲۳/۰۳bc	۲۴/۰۶b	-۴/۵ns
۴	چمران	۲۰/۸۷de	۲۲/۲۸c	-۶/۸ns
۵	مهرگان	۲۲/۴۶bcd	۲۴/۴۰b	-۸/۶ns
۶	ساورز	۲۰/۴۱e	۲۲/۱۷c	-۸/۶ns
۷	قابوس	۲۳/۷۸b	۲۲/۴۱c	۵/۸ns
۸	کوهدشت	۲۶/۲۳a	۲۷/۶۰a	-۵/۲ns

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.
ns،* و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمون t

این موضوع ممکن است به دلیل واکنش‌های گیاه به تنش خشکی و تلاش برای افزایش کارایی استفاده از آب باشد. به عبارت دیگر، برخی ارقام گیاهی، تحت تنش خشکی ممکن است به منظور افزایش کارایی فتوسنتز و افزایش تبادل گازی، طول برگ خود را افزایش دهند (Zahra *et al*., 2021). برخی ارقام ممکن است با افزایش طول برگ، به منظور تطبیق با تنش خشکی، میزان جذب آب را افزایش دهند. این تنظیمات فیزیولوژیکی ممکن است به گیاه کمک کنند تا منابع محدود را بهینه استفاده کرده و تنش خشکی را بهتر تحمل کند (Lonbani & Arzani, 2011). تنش خشکی می‌تواند تعادل هورمون‌های گیاهی، به‌ویژه اسید آبسیزیک (ABA) را تغییر دهد ABA نقشی کلیدی در تنظیم پاسخ گیاه به خشکی دارد و می‌تواند باعث تغییر طول برگ پرچم شود (Zhang *et al*., 2006). ارقام مختلف گندم از نظر ژنتیکی با یکدیگر تفاوت دارند و ممکن است برخی از آن‌ها دارای بیان متفاوت ژن‌هایی باشند که در شرایط خشکی عمل می‌کنند. ارقام مختلف گیاهان ممکن است در نوع و تعداد گیرنده‌های ABA که دارند با هم فرق داشته باشند، که این موضوع می‌تواند بر حساسیت آن‌ها به ABA و نحوه پاسخ به تنش خشکی تاثیر بگذارد (Ma & Qin, 2014). ژن‌هایی مانند *AtMYB61* و فیتوکروم *B* در کنترل روزنه‌های هوایی و کل سطح برگ نقش دارند و بر تحمل به خشکی در گیاهان تأثیر می‌گذارند (Van Oosten *et al*., 2016). در مطالعه انجام شده بر روی عامل‌های رونویسی TaDREB5 و TaNFYC-A7 در گندم تحت تنش خشکی، مشخص شد که الگوی بیان این ژن‌ها در ژنوتیپ‌های مختلف، متفاوت است و بنابراین تغییرات طول برگ تحت تنش یکسان نیست (Zotova *et al*., 2018). به عبارت دیگر، سیستم‌های پیام‌رسانی مختلف در ژنوتیپ‌ها ممکن است باعث تنظیم متفاوت بیان ژن‌ها شود. برای درک دقیق‌تر مکانیسم‌های افزایش طول برگ پرچم در ارقام گندم تحت تنش خشکی، به تحقیقات و مطالعات بیشتری نیاز است.

طول پدانکل

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب، اثر محیط، رقم و برهمکنش آن‌ها معنی‌دار شد (جدول ۱۲). در محیط اول رقم کوهدشت و در محیط دوم (دیم) رقم قابوس بیشترین طول پدانکل را داشتند (جدول ۱۲). همه ارقام با قرار گرفتن در شرایط دیم در مقایسه با شرایط آبیاری کاهش طول پدانکل را شان دادند. هر چند این اختلاف برای ارقام قابوس و آفتاب برخلاف بقیه ارقام، از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول ۱۲). آب برای جذب مواد

مغذی توسط گیاهان ضروری است .کمبود آب، منجر به کمبود مواد مغذی و کاهش رشد رویشی گیاه می‌شود. در پاسخ به خشکی، گیاه زودتر وارد مرحله زایشی می‌شود و دوره رشدی آن کوتاه‌تر می‌شود. کاهش دوره رشدی، کاهش ارتفاع، طول پدانکل، طول سنبله اصلی، عملکرد کاه و طول ریشک گیاه را به دنبال دارد (Van Oosten *et al*., 2016). مواد غذایی موجود در پدانکل با عملکرد دانه ارتباط دارند (Soares *et al*., 2020).

جدول ۱۲- مقایسه میانگین برهمکنش محیط و رقم برای طول پدانکل به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

طول پدانکل (سانتی متر)				
شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	درصد کاهش
۱	آفتاب	۲۸/۲e	۲۵/۱c	۱۰/۹ns
۲	کریم	۳۰/۴cd	۲۰/۸d	۳۱/۵**
۳	دهدشت	۲۹/۱de	۱۷/۴e	۴۰/۲**
۴	چمران	۲۴/۶f	۱۸/۶e	۲۴/۳**
۵	مهرگان	۳۲/۲bc	۲۴/۴c	۲۴/۲**
۶	ساورز	۳۱/۴c	۲۱/۱d	۳۲/۸**
۷	قابوس	۳۳/۸b	۳۰/۲a	۱۰/۶ns
۸	کوهدشت	۳۷/۱a	۲۸/۳b	۲۳/۷**

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.
ns،* و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمون t

عملکرد دانه در سنبله

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب، اثر محیط، رقم و برهمکنش آن‌ها معنی‌دار شد (جدول ۱۳). در محیط کشت آبیاری، رقم چمران و در محیط کشت دیم، بر اساس برش دهی ارقام چمران، ساورز، کوهدشت و قابوس بیشترین عملکرد دانه در سنبله را داشتند (جدول ۱۳). هر چند تنش خشکی مقدار این صفت را برای تمامی ارقام کاهش داد اما مقدار عددی درصد کاهش برای رقم قابوس کمتر از بقیه ارقام بود (جدول ۱۳). متوسط کاهش عملکرد دانه در سنبله در شرایط دیم برابر ۴۴/۳ درصد بود (جدول ۱۳). خشکی با تغییر ساختار داخلی کلروپلاست، میتوکندری و محتوای کلروفیل بر میزان فتوسنتز تأثیر می گذارد (Ahmad *et al*., 2018). خشکی باعث افزایش مولکول‌های اکسیژن فعال (ROS) در گیاهان می‌شود. این مولکول‌ها به کلروپلاست، آسیب می‌رسانند. همچنین بسته شدن روزنه‌ها باعث می‌شود که دی‌اکسید کربن کمتری به داخل گیاه وارد شود. در نتیجه تولید دانه کاهش می یابد (Farooq *et al*., 2014).

جدول ۱۳- مقایسه میانگین برهمکنش محیط و رقم برای عملکرد دانه در سنبله به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

عملکرد دانه در سنبله (گرم)				
شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	درصد کاهش
۱	آفتاب	۲/۳۱b	۱/۱۵bc	۵۰/۲**
۲	کریم	۲/۱۵c	۰/۸۷d	۵۹/۵**
۳	دهدشت	۲/۲۸b	۰/۸۴d	۶۳/۲**
۴	چمران	۲/۶۲a	۱/۳۰a	۵۰/۴**
۵	مهرگان	۲/۲۵bc	۱/۱۲c	۵۰/۲**
۶	ساورز	۱/۹۵d	۱/۲۵ab	۳۵/۹**
۷	قابوس	۱/۹۰d	۱/۳۴a	۲۹/۵*
۸	کوهدشت	۳۷/۱a	۲۸/۳b	۲۳/۷**

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.
ns،* و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمون t

عملکرد دانه در بوته

متوسط کاهش عملکرد دانه در بوته در شرایط دیم برابر ۴۶/۳ درصد بود (جدول ۱۳). در محیط آبی ارقام چمران، مهرگان و در محیط دیم کوهدشت بیشترین مقدار عملکرد دانه در بوته را داشتند. تفاوت عملکرد رقم کوهدشت در دو شرایط کشت، از نظر آماری معنی‌دار نبود. وقوع تنش خشکی با تأثیر بر فعالیت‌های متابولیکی گیاه، مانع رشد و فتوسنتز شده و در نهایت، اثرات نامطلوبی بر اجزای عملکرد می‌گذارد (Tabassam *et al*., 2014).

جدول ۱۴- مقایسه میانگین برهمکنش محیط و رقم برای عملکرد دانه در بوته به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

عملکرد دانه در بوته (گرم)				
شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	درصد کاهش
۱	آفتاب	۱۵/۵۴b	۷/۶۰b	۵۱/۱**
۲	کریم	۱۳/۲۲c	۳/۳۳e	۷۴/۸**
۳	دهدشت	۹/۹۳e	۲/۶۲e	۷۳/۶**
۴	چمران	۱۷/۱۹a	۶/۰۳d	۶۴/۹**
۵	مهرگان	۱۶/۹۶a	۷/۲۳bc	۵۷/۴**
۶	ساورز	۱۱/۷۰d	۶/۳۰cd	۴۶/۲*
۷	قابوس	۱۵/۱۲b	۶/۰۴d	۶۰/۱**
۸	کوهدشت	۳۷/۱a	۲۸/۳b	۲۳/۷**

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.
ns،* و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمون t

عملکرد دانه

متوسط کاهش عملکرد (کیلوگرم در هکتار) در شرایط دیم برابر ۴۴/۱ درصد بود (جدول ۱۳). برای این صفت در شرایط کشت آبی، ارقام چمران، مهرگان و افتاب و در شرایط دیم کوهدشت بیشترین مقدار صفت را داشتند. با اینکه برای تمامی ارقام کاهش درصد صفت در شرایط دیم، اختلاف آماری معنی‌داری با شرایط کشت آبی داشت اما این اختلاف برای رقم کوهدشت، معنی‌دار نبود (جدول ۱۵). با توجه به پیچیدگی صفت مقاومت به خشکی (وجود برهمکنش محیط و رقم، وجود تعداد زیاد QTL با اثرات کم، وجود اثرات اپیستاتیک) برای بهبود آن، باید به جای تمرکز صرف بر عملکرد تحت تنش، به بررسی و اصلاح آن دسته از صفاتی پرداخت که زیربنای عملکرد تحت تنش هستند (Blum, 2011).

جدول ۱۵- مقایسه میانگین برهمکنش محیط و رقم برای عملکرد دانه به روش برش‌دهی در دو شرایط کشت ۸ رقم گندم

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)				
شماره رقم	اسم رقم	کشت آبی	کشت دیم	**درصد کاهش**
۱	آفتاب	۳۳۱۵/۸ab	۱۵۰۹/۹b	**۵۴/۵***
۲	کریم	۲۷۷۰/۶cd	۷۱۴/۳c	**۷۴/۲****
۳	دهدشت	۲۰۵۷/۸e	۵۶۲/۶c	**۷۲/۷****
۴	چمران	۳۵۸۹/۷a	۱۳۸۸/۳b	**۶۱/۳****
۵	مهرگان	۳۵۳۹/۱a	۱۵۲۶/۵b	**۵۹/۹****
۶	ساورز	۲۳۶۵/۴de	۱۳۹۷/۷b	**۴۰/۹***
۷	قابوس	۳۰۲۷/۰bc	۱۳۹۰/۵b	**۵۴/۱***
۸	کوهدشت	۲۸۴۲/۴bc	۲۲۹۱/۲a	**۱۹/۴ns**

در هر ستون و در هر کشت، وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSmeans می‌باشد.
ns،* و**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد بر اساس آزمون t

ارقام چمران، مهرگان و آفتاب با اینکه در شرایط آبیاری تکمیلی بهترین عملکرد را داشتند اما حساسیت زیادی به تنش رطوبتی نشان دادند. ارقام کریم و دهدشت در شرایط انجام این آزمایش، نه تنها عملکرد مطلوبی در مقایسه با سایر ارقام در شرایط آبیاری تکمیلی نداشتند، بلکه در تنش رطوبتی نیز بیشترین درصد کاهش عملکرد را نشان

دادند. رقم کوهدشـــت به تنش رطوبتی مقاومت بهتری در مقایســـه با بقیه ارقام داشـــت. با توجه به عملکرد بالا در شـــرایط دیم، پایداری عملکرد و مقاومت به تنش رطوبتی، رقم "کوهدشت " می‌تواند انتخاب مناسبی برای کشت در مناطق کم‌آبی مانند دشتستان بوشهر باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که در نحوه واکنش صفات مختلف گندم به شرایط تنش خشکی، بین ارقام زراعی مختلف گندم تنوع وجود داشت. به طور کلی تنش خشکی موجب کاهش صفات مورفولوژیک در مقایسه با کشت آبی شد. با اینحال واکنش ارقام نسبت به تنش متفاوت بود. در شرایط کشت آبی، در منطقه دشتستان بوشهر، رقم چمران از نظر بسیاری از اجزاء عملکرد وضعیت مناسبی داشت. رقم کوهدشت ضمن پایداری عملکرد، مقاومت خوبی در برابر تنش خشکی از خود نشان داد. بنابراین در این منطقه از کشور، برای کشت دیم توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از سازمان جهاد کشاورزی استان بوشهر و ایستگاه تحقیقات دیم گچساران بخاطر در اختیار قرار دادن ارقام گندم و از آقای مهندس اسفندیاری و خانم هدیه فروزان‌فر برای مدیریت مزرعه و اندازه گیری صفات تشکر می‌گردد.

منابع:

Abid, M., Ali, S., Qi, L. K., Zahoor, R., Tian, Z., & Jiang, D. (2018). Physiological and biochemical changes during drought and recovery periods at tillering and jointing stages in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Scientific reports*, *8*,4615. doi: 10.1038/ s41598-018-21441-21447.

Ahmad, Z., Waraich, E. A., Akhtar, S., Anjum, S., Ahmad, T., Mahboob, W., Abdul Hafeez, O.B., Tapera, T., Labuschagne, M., & Rizwan, M. (2018). Physiological responses of wheat to drought stress and its mitigation approaches. *Acta Physiologiae Plantarum*, *40*, 1-13. https://doi.org/10.1007/s11738-018-2651-6.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome, 300(9), p.D05109.

Blum, A. (2011). Drought resistance–is it really a complex trait? *Functional Plant Biology*, *38* (10), 753-757.

Bruckner, P. L., & Frohberg, R. C. (1987). Stress tolerance and adaptation in spring wheat 1. *Crop Science*, *27*(1), 31-36.

Bushehr Province Statistical Yearbook. (2022). Bushehr province management and planning organization. Budget and Planning Organization Publisher. (In Persian)

Del Pozo, A., Yáñez, A., Matus, I.A., Tapia, G., Castillo, D., Sanchez-Jardón, L., & Araus, J. L. (2016). Physiological traits associated with wheat yield potential and performance under water-stress in a Mediterranean environment. *Frontiers in plant science*, *7*, 210392. doi: 10.3389/fpls.2016.00987

Egli. D. (2021). Applied Crop Physiology. CABI Publishing. 192p.

FAOSTAT. (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Accessed at http://www.fao.org/faostat/en/

Farooq, M., Hussain, M., & Siddique, K.H. (2014). Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. *Critical reviews in plant sciences*, *33*(4), 331-349. doi: 10.1080/07352689.2014.875291.

Farooq, M., & Siddique, K.H. (Eds.). (2017). Innovations in dryland agriculture. Springer.

Frantová, N., Rábek, M., Elzner, P., Středa, T., Jovanović, I., Holková, L., & Prášil, I. T. (2022). Different drought tolerance strategy of wheat varieties in spike architecture. *Agronomy*, *12*(10), 2328.

Galani, Y. J. H., Hansen, E. M. Ø., Droutsas, I., Holmes, M., Challinor, A.J., Mikkelsen, T. N., & Orfila, C. (2022). Effects of combined abiotic stresses on nutrient content of European wheat and implications for nutritional security under climate change. *Scientific Reports*, *12*(1), 5700.

Heydari, N. (2022). Water productivity of wheat in Iran and its comparison with the values of several countries. *Journal of Water Research in Agriculture*. *35* (4) 421-436. (In Persian).

International Board of Plant Genetic Resources (IBPGR). (1985). Descriptors for wheat. Programme committee on disease resistance breeding and use of gene banks. Rom (Italy).

Jan, A.U., Hadi, F., Midrarullah, A.A., & Rahman, K. (2017). Role of CBF/DREB gene expression in abiotic stress tolerance. A review. *International Journal of Horticulture & Agriculture*. *2*, 1-12.

Khyber, J. A., Soomro, F., Sipio, W. D., Wahid, A., Baloch, J.K.S., Soothar, M. K., & Ali, Z. (2019). Evaluation of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for drought tolerance through selection indices. *Journal of Horticulture and Plant Research*, *7*, 41.

Lonbani, M., & Arzani, A. (2011). Morpho-physiological traits associated with terminal drought stress tolerance in triticale and wheat. *Agronomy research*, *9*(1-2), 315-329.

Mirbahar, A., Markhand, G., Mahar, A., Abro, S., & Kanhar, N. (2009). Effect of water stress on yield and yield components of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Pakistan Journal of Botany*. 41, 1303–1310.

Maqbool, M., Ali, A., Haq, T., Majeed, M., & Lee, D. (2015). Response of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to induced water stress at critical growth stages. *Sarhad Journal of Agriculture*, *31*, 53–58. doi: 10.23959/sfowj-1000003.

Mwadzingeni, L., Shimelis, H., Dube, E., Laing, M.D., & Tsilo, T. J. (2016). Breeding wheat for drought tolerance: Progress and technologies. *Journal of Integrative Agriculture*, *15*(5), 935-943.

Nio, S. A., Cawthray, G.R., Wade, L. J., & Colmer, T.D. (2011). Pattern of solutes accumulated during leaf osmotic adjustment as related to duration of water deficit for wheat at the reproductive stage. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(10), 1126-1137.

Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., Tran, L.S.P., (2014). Response of plants to water stress. *Frontiers in plant science*, *5*, p.76566.

Pour-Aboughadareh, A., Mohammadi, R., Etminan, A., Shooshtari, L., Maleki-Tabrizi, N., & Poczai, P. (2020). Effects of drought stress on some agronomic and morpho-physiological traits in durum wheat genotypes. *Sustainability*, *12*(14), 5610.

Qadir, S. A., Khursheed, M., & Huyop, F. (2016). Effect of drought stress on morphology, growth and yield of six bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, *28*, 37–48.

Quinones C, Mattes N, Faronilo J., & Jagadish KS. (2017). Drought stress reduces grain yield by altering floral meristem development and sink size under dry-seeded rice cultivation. *Crop Science*, *57*(4), 2098-108.

Rajala, A., Hakala, K., Mäkelä, P., Muurinen, S., & Peltonen-Sainio, P. (2009). Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. *Field Crops Research*, *114*, 263–271.

Ray, D. K., Mueller, N. D., West, P. C., & Foley, J. A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *Plos One*, 8(6), e66428. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428.

Shokat, S., Großkinsky, D. K., Singh, S., & Liu, F. (2023). The role of genetic diversity and pre-breeding traits to improve drought and heat tolerance of bread wheat at the reproductive stage. *Food and Energy Security*, *12*(6), e478

Tabassam, M., Hussain, M., Sami, A., Shabbir, I., & Ahmad, S. (2014). Impact of drought on the growth and yield of wheat. *Scientia Agricola*, *7*(1), 11-18.

Tatar, Ö., Brück, H., & Asch, F. (2016). Photosynthesis and remobilization of dry matter in wheat as affected by progressive drought stress at stem elongation stage. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *202*(4), 292-299.

Sarto, M. V. M., Sarto, J. R. W., Rampim, L., Bassegio, D., da Costa, P. F., & Inagaki, A. M. (2017). Wheat phenology and yield under drought: a review. *Australian Journal of Crop Science*, *11*, 941–946. doi: 10.21475/ajcs17.11.08. pne35.

Schabenberger, O., & Pierce, F. J. (2001). Contemporary Statistical Models for the Plant and Soil Sciences. CRC press.

Soares, G. F., Ribeiro Júnior, W. Q., Pereira, L. F., Lima, C. A. D., Soares, D. D. S., Muller, O., & Ramos, M. L. G. (2020). Characterization of wheat genotypes for drought tolerance and water use efficiency. *Scientia Agricola*, *78*, e20190304.

Su, Y., Wu, F., Ao, Z., Jin, S., Qin, F., Liu, B., &. Guo. Q. (2019). Evaluating maize phenotype dynamics under drought stress using terrestrial lidar. *Plant Methods*,*15*,11. doi: 10.1186/s13007-019-0396-x.

Van Oosten, M. J., Costa, A., Punzo, P., Landi, S., Ruggiero, A., Batelli, G., & Grillo, S. (2016). Genetics of drought stress tolerance in crop plants. *Drought stress tolerance in plants*, *2*: molecular and genetic perspectives, 39-70.

Vahamidis, P., Karamanos, A. J., & Economou, G. (2019). Grain number determination in durum wheat as affected by drought stress: An analysis at spike and spikelet level. *Annals of Applied Biology*, *174*(2), 190-208.

Zahra, N., Wahid, A., Hafeez, M.B., Ullah, A., Siddique, K.H., & Farooq, M. (2021). Grain development in wheat under combined heat and drought stress: Plant responses and management. *Environmental and Experimental Botany*, *188*, 104517.

Zarei, L., Cheghamirza, K., & Farshadfar, E. (2013). Evaluation of grain yield and some agronomic characters in durum wheat ('*Triticum turgidum* L.) Under rainfed conditions. *Australian Journal of Crop Science*, *7*(5), 609-617.

Zhang, J., Jia, W., Yang, J., & Ismail, A. M. (2006). Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses. *Field Crops Research*, *97*(1), 111-119

Zotova, L., Kurishbayev, A., Jatayev, S., Khassanova, G., Zhubatkanov, A., Serikbay, D., & Shavrukov, Y. (2018). Genes encoding transcription factors TaDREB5 and TaNFYC-A7 are differentially expressed in leaves of bread wheat in response to drought, dehydration and ABA. *Frontiers in plant science*, *9*, 409670

Plant Production and Genetics **تولید و ژنتیک گیاهی**

Vol.5 , No. 1, Spring & Summer 2024, p. 153-168 **جلد ۵، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، صفحه ۱۶۸-۱۵۳**

Research Article DOI: 10.22034/PLANT.2024.141236.1101

Evaluation of yield and agronomic traits of some wheat cultivars under dryland and irrigated conditions in Dashtestan region, Bushehr province

Hamidreza Nooryazdan [1*], Rahmatollah Karimizadeh [2], Fatemeh Vafaee [3]

1. Assistant professor, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran
2. Assistant professor, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gachsaran, Iran
3. Researcher, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gachsaran, Iran

Received: 06-05-2024
Accepted: 10-06-2024

Abstract

Drought stress is a significant constraint in arid and semi-arid regions, such as Bushehr province, Iran, and it has a detrimental impact on wheat production. Given the scarcity of rainfall and recurrent droughts, comparing wheat cultivars is crucial to identify those with higher yield and resilience under drought stress conditions. Eight wheat cultivars suitable for cultivation in Dashtestan, Bushehr province, were planted under both irrigated and dryland conditions using a randomized complete block design (RCBD) and evaluated for various Agronomic traits in 2022-2023 years. The comparison of various traits under both irrigated and dryland conditions revealed the detrimental impact of drought stress on the evaluated wheat cultivars and the presence of genotype-by-environment interactions for a many of traits. While no significant statistical differences were observed for flag leaf length and the number of leaves per plant between the two cultivation environments, their absolute values were generally higher under dryland conditions. The average grain yield of the wheat cultivars was 4929.4 kg/ha under irrigated conditions and 1347.6 kg/ha under dryland conditions. Upon assessing yield-related traits and their components under irrigated conditions, Chamran, Mehregan and Aftab cultivars exhibited superior productivity. The yields of Chamran, Mehrgan and Aftab cultivars in irrigated cultivation were 3589.7, 3539.1 and 3315.8 kg per hectare, respectively. Among all the evaluated cultivars, Koohdasht exhibited the most favorable productivity in terms of the majority of yield-related traits and their components, including the number of productive tillers, the number of spikelets, the number of grains per spikelet, grain yield per plant, and grain yield per hectare. Additionally, this cultivar demonstrated remarkable resilience to drought stress and exhibited yield stability. Under dryland conditions, the cultivar exhibited a yield reduction of only 19.4% compared to irrigated conditions.

Keywords: Grain accumulation, remobilization, drought stress, photosynthesis

Citation: Nooryazdan, H., Karimizadeh, R., & Vafaee, F. (2024). Evaluation of yield and agronomic traits of some wheat cultivars under dryland and irrigated conditions in Dashtestan region, Bushehr province. *Plant Production and Genetics*, 5(1), 153-168. https://doi.org/10.22034/PLANT.2024.141236.1101

Copyrights:
Copyrights rights for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Plant Production and Genetics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

*Corresponding Author Email: hrnooryazdan@pgu.ac.ir