یافته های نوین کشاورزی
سال پانزدهم- شماره۱- پاییز ۱۳۹۹

بررسی تنوع تحمل به تنش گرمایی در تعدادی از ژنوتیپ های برنج بر عملکرد و اجزای عملکرد در استان سیستان و بلوچستان

نعمت اله هاشمزهی، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایرانشهر
احمد ابراهیمی*، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایرانشهر

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش گرما بر عملکرد و اجزای عملکرد تعدادی از ژنوتیپ‌های برنج، آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شرایط تنش گرما در قالب طرح اسپیلت پلات به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار که عامل اصلی تاریخ کاشت (۹۶/۱/۲۰، ۹۶/۲/۱۰ و ۹۶/۳/۰۱) و عامل فرعی (رقم شفق، شیرودی، باسمتی و هیر)، در بخش ایرندگان شهرستان خاش، استان سیستان و بلوچستان انجام شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، وزن کاه، طول برگ پرچم، وزن دانه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، راندمان تولید، درصد دانه‌های تلقیح شده، درصد دانه های پوک و درصد دانه های گچی تحت تأثیر اثر متقابل رقم با تاریخ کاشت قرار گرفت. تفاوت ارتفاع بوته و طول خوشه بین ارقام نیز معنی دار بود. همچنین تعداد دانه در خوشه تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت. بیشترین وزن کاه (۲۰۴۶/۳ گرم در مترمربع) در تاریخ کاشت ۲/۱۰ از رقم باسمتی، بیشترین طول برگ پرچم (۲۹/۴۶ سانتی‌متر) در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم شفق، بیشترین وزن دانه (۸۱۲/۶۷ گرم در مترمربع) در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم شفق، بیشترین وزن هزار دانه (۲۱ گرم) در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم شفق، بیشترین عملکرد دانه (۵۶۸۸/۷ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم شفق، بیشترین راندمان تولید (۱۰۰/۱۳ درصد) در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم هیر، بیشترین درصد دانه های تلقیح شده (۸۹/۷ درصد) در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم هیر، بیشترین درصد دانه‌های پوک (۳۸/۰۶ درصد) در تاریخ کاشت ۲/۱۰ از رقم باسمتی، بیشترین درصد دانه‌های گچی (۷۳/۳۳ درصد) در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم باسمتی به دست آمد. رقم شفق عملکرد خود را در مواجه با تنش گرما در حد مطلوبی حفظ نمود. با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین عملکرد مربوط به تاریخ ۹۶/۰۳/۰۱ می‌باشد و بهترین رقم جهت توصیه کشت در منطقه بر اساس بالاترین میزان عملکرد رقم شفق می‌باشد. این رقم را می‌توان جهت کشت در مناطق گرم و یا به کارگیری در برنامه‌های اصلاحی افزایش تحمل به گرما توصیه کرد.

واژه های کلیدی: عملکرد، اجزای عملکرد، تنش گرما، برنج

* نویسنده مسئول: E-mail :ae.iranshahr@gmail.com
تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۰۵/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۴۰۰/۰۲/۲۵

مقدمه

کاهش کمیت و کیفیت دانه برنج در اثر تنش گرمایی ناشی از افزایش جهانی دما یکی از دغدغه‌ها و نگرانی‌های مهم در بسیاری از مناطق برنج خیز دنیا از جمله کشور ما محسوب می‌شود. تاریخ کاشت نامناسب منجر به برخورد دوران رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط نامناسبی از طول روز یا دما می-گردد. انتخاب رقم و تاریخ کاشت مناسب یکی از عوامل مهم در مدیریت کارآمد زراعی است که با انطباق فرآیندهای فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و مراحل فنولوژیکی گیاه مانند جوانه زنی و سبز شدن، رشد رویشی، گل‌دهی و رسیدگی با شرایط مطلوب آب و هوایی نقش به سزایی در کنترل تولید دارد (۱). تولید برنج در کشور در دهه هشتاد و اوایل دهه نود دارای نواسانات کاهشی و افزایش بوده است. که این تغییرات عمدتاً به دلیل نوسان در عملکرد محصول و شرایط آب و هوایی بوده است. تولید برنج در کشور با متوسط نرخ رشد ۱/٦ درصد از ۱۲۹٤ هزار تن در سال ۱۳۸۰ به ۱۵۳٤ هزار تن در سال ۱۳۹۱ افزایش یافته است (۱).

تنش‌های محیطی یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد و تولید گیاهان زراعی به شمار می‌روند و مقابله و یا تخفیف اثر تنش‌ها به عنوان راهکاری مفید در جهت افزایش عملکرد این محصولات مدنظر قرارگرفته است. تنش یکی از عمده‌ترین چالش‌ها برای تولید موفق محصولات زراعی است و از این نظر اصلاح ارقام پیشرفته و مقاوم برای مناطق خشک و نیمه خشک امری ضروری به نظر می‌رسد (۵).

تنش گرمایی از مهم ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می شود. کاهش میزان فتوسنتز به علت بسته شدن روزنه‌ها، کاهش رشد گیاه، کمبود مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه و کاهش طول دوره پر شدن دانه ها از مهم ترین اثرات تنش بر گیاهان است (١٦).

در اثر تنش گرما، فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی متعددی نظیر فتوسنتز، تنفس، خاصیت نیمه تراوایی غشاء سلول، تخریب پروتئین ها و آنزیم های درون گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرند. بر این اساس کاهش کیفیت دانه برنج در اثر تنش گرمایی ناشی از افزایش جهانی دما یکی از دغدغه ها و نگرانی های مهم در بسیاری از مناطق برنج خیز دنیا از جمله کشور ما محسوب می شود. زیرا تنش حرارتی در طی دوره شکل-گیری و پر شدن دانه، عمدتاً منجر به تولید دانه‌های کوچک و بدشکل و کاهش تعداد دانه های کاملاً پر و وزن آن‌ها می‌شود (۵).

به نظر می‌رسد در مناطقی مانند استان سیستان و بلوچستان به دلیل تابستان‌های گرم و خشک و رطوبت نسبی کم یا باد شمال در تمام دوره رشد برنج، میزان و شدت این خسارت در کیفیت دانه برنج و افزایش ضایعات آن به مراتب بیشتر از سایر مناطق برنج خیز کشور باشد. لذا افزایش سطح دانش و آگاهی نسبت به اثرات خسارت‌زای تنش گرما کاملاً ضروری است.

تنش گرمایی

تنش گرمایی در گیاهان عبارت است از افزایش دما به بالاتر از سطح آستانه برای یک دوره زمانی که موجب خسارت تغییر ناپذیر (پایدار) در رشد و نمو گیاهان شود. در دماهای خیلی بالا همراه با آسیب شدید سلولی و مرگ سلول‌ها ممکن است در چند دقیقه اتفاق بیافتد که دلیل آن، به هم ریختن ساختارهای سلولی است .خسارت مستقیم براثر تنش گرما شامل به هم ریختن ساختار پروتئین‌ها و افزایش سیالیت غشاءهای سلولی و خسارت غیر مستقیم می‌باشد. نتیجه این اختلال‌ها، وارد شدن خساراتی به گیاه از جمله ممانعت از رشد آن می باشد (۲).

تنش گرمایی باعث برخی تغییرات متابولیکی از جمله تغییر ماهیت پروتئین‌ها، تجزیه شیمیایی مولکول-ها در داخل، کاهش فتوسنتز و افزایش RNA و DNA پروتوپلاسم گرسنگی گیاه و تولید برخی مواد سمی در اثر تجزیه مواد و در نهایت باعث از بین رفتن گیاه می شود (٦).

تنش گرما باعث القای تغییرات فیزیولوژیک متعددی در گیاهان می گردد که یکی از این تغییرات فیزیولوژیک، سنتز پروتئین های شوک گرمائی است (۳).

مک گریگور (۱۹۸۱) بیان کرد که سقط نیام با تأخیر در کاشت و برخورد مراحل حساس به گرما افزایش می یابد.

در اثر تنش گرمای انتهای فصل، دانه های چروکیده و کوچک تولید می شوند و عملکرد در رابطه با صفاتی مختلفی مانند پنجه دهی، وزن هزاردانه و شمار دانه در سنبله کاهش می یابد. همین طور عملکرد زیست توده، شاخص برداشت و ارتفاع گیاه نیز کاهش یافته که این تأثیرگذاری ها از ژنوتیپی به ژنوتیپ دیگر متفاوت است (۲۰). دمای بالا ممکن است طول دوره های گذار شناختی (فنولوژیک) را با کاهش دوره زندگی گیاه کاهش دهد، که درنتیجه آن شمار روز تا سنبله دهی، روز تا رسیدگی و دوره های پر شدن دانه کاهش می یابد و تأثیر منفی روی عملکرد و اجزای عملکرد در غلات خواهد گذاشت (۱۷).

تنش گرمایی انتهای فصل که در مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه غلات رخ می دهد، گسترده ترین نوع تنش گرمایی در جهان گزارش شده است که منجر به کاهش شدید عملکرد می شود (۸).

تنش گرمایی باعث القای تغییرات فیزیولوژیک متعددی در گیاهان می‌گردد که یکی از این تغییرات فیزیولوژیک، سنتز پروتئین های شوک گرمایی است (۳).

دمای بالا در طول مرحله گل‌دهی نزدیک به دانه بندی در کل محصولات مزرعه را به علت باروری پایین، درنتیجه عقیمی گرده ها یا سقط تخمک، کاهش می دهد (۹).

وقوع دمای بالا در طول دوره گرده افشانی موجب کاهش شدید تلقیح گل‌ها، به دلیل از بین رفتن گرده ها و یا از بین رفتن توانایی فعالیت آن‌ها می‌گردد که این امر منجر به کاهش شمار دانه در سنبله می‌شود. گرمای زیاد تمامی مراحل رشدی گیاه را تحت تأثیر قرار میدهد، گل‌دهی را تسریع نموده، دوره نمو

سنبله، تعداد سنبلچه و طول سنبله را کاهش داده و به نحو نامطلوبی نمو دانه گرده را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۰). همچنین، دمای بالا با تسریع فرآیند پیری برگ باعث کاهش سطح سبز برگ در مراحل زایشی شده و در نهایت با کاهش پنجه های بارور در بوته منجر به کاهش عملکرد گندم می‌گردد .(۱۰).
اجزای عملکرد به دمای بالا با توجه به زمان وقوع و مدت زمان قرار گرفتن در معرض دمای بالا و همچنین نوع رقم متفاوت می‌باشد. بیشترین آسیب وارده ناشی از تنش گرمایی در مرحله زایشی به صورت کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌باشد (۱۱).
به طورکلی بررسی منابع نشان می دهد که افزایش میانگین درجه حرارت در مراحل آخر رشد و نمو گندم یعنی گل‌دهی و دوره پر شدن دانه گسترده ترین نوع تنش گرمایی در جهان است و در نتیجه وقوع تنش گرما، عملکرد کمی و کیفی گیاه کاهش می یابد (۱۲).
طاهر و همکاران (۱۳۸٦) اثر تنش گرمای انتهای فصل بر عملکرد کمی و کیفی دانه ۵۰ ژنوتیپ گندم را مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کرده اند که افزایش دمای محیط در مراحل پس از گرده افشانی باعث افزایش میزان پروتئین دانه می گردد. این پژوهشگران هم چنین نتیجه گرفتند که تنش گرما باعث افزایش هم زمان پروتئین های محلول و غیر محلول می شود.
لیمون (۲۰۰۷) گزارش داد، کاهش طول دورهٔ پر شدن دانه در اثر برخورد این مرحله از رشد با شرایط خشک و گرم پایان فصل باعث افزایش محدودیت تجمع کربوهیدرات ها در دانه، افزایش درصد پروتئین و کاهش وزن دانه شد.
بلومنتال و همکاران (۱۹۹۵) اظهار داشتند گرمای پس از گرده افشانی بر ویژگی های کیفی دانهٔ ٤۰ ژنوتیپ گندم، نتیجه گرفتند که میانگین محتوی پروتئین دانهٔ تمامی ژنوتیپ ها در دمای ٤۰ درجهٔ سانتی گراد برای مدت ۱۰ ساعت، ۱۷ درصد افزایش یافت.
از آنجایی که گیاه برنج در برابر افزایش دما تنها می تواند به مدت کوتاهی تحمل نماید لذا خسارت افزایش طولانی مدت دما در مرحله گل‌دهی و تشکیل دانه در برنج شدید خواهد بود و اگر وخامت هوای پیش بینی شده اتفاق بیفتد، محصول برنج در بعضی از مناطق کشت به کلی از بین خواهد رفت (۲۲).

ماتسوی و همکاران (۲۰۰۱) پس از اعمال تنش گرما بر گیاه برنج اظهار داشتند که تنش گرما در طول دوره ی آبستنی و گل دهی باعث کاهش وزن هزار دانه در برنج شد. دلایل احتمالی آن ممکن است توقف رشد گل چه ها یا پر کردن ضعیف دانه ها باشد. وزن هزار دانه عمدتاً با رشد پوسته و آندوسپرم مشخص می‌شود. در محیط‌های نامطلوب مثل دمای هوای بالا، اندازه‌ی پوسته و وزن دانه به علت رشد غیر عادی گل چه ها کاهش می یابد. همچنین رشد گیاه برنج بعد از مرحله ی خوشه دهی نیز تحت تأثیر درجه حرارت بالا در مراحل رشد اولیه قرار می‌گیرد که این امر ممکن است بر پر کردن دانه تأثیر منفی

بگذارد. آن‌ها احتمال ۵۰ درصدی ناباروری گل چه ها را در دمای بالاتر از ۳۲ درجه سانتی گراد از آستانه‌ی مرحله حساس، حتی درتیپ مقاوم، تخمین زدند.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در روستای ده قلعه واقع در بخش ایرندگان شهرستان خاش، استان سیستان و بلوچستان با طول جغرافیایی ۶۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و۳۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۴۰ متر از سطح دریا اجرا گردید.

میانگین درجه حرارت سالیانه در طول دوره رشد برنج ۲۶/۹۵ ، میانگین حداقل درجه حرارت ۱۱/۸ و میانگین حداکثر درجه حرارت ۳۹/٤ برای طول دوره رشد برنج در شهرستان خاش می‌باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی و همچنین دارای هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۱/۹۷ دسی زیمنس بر متر و اسیدیته خاک برابر با ۷/۵٦ می‌باشد.برای انجام این تحقیق از بذور هیر، باسمتی، شفق و شیرودی استفاده گردید که کشت آن ها در استان سیستان و بلوچستان و منطقه مورد اجرا معمول می باشد.

عامل اصلی آزمایش شامل تاریخ کاشت (۱/۲۰ و ۲/۱۰ و ۳/۰۱) و ارقام (شفق، شیرودی، باسمتی و هیر) به عنوان عامل فرعی در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند. در هر کپه تعداد ۵ ساقه سالم کشت گردید. هرکرت آزمایش شامل ۸ خط کاشت بود. دو خط کناری (ابتدایی و انتهایی) و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت آزمایش به عنوان حاشیه منظور گردید. نمونه برداری به صورت تصادفی از ٤ ردیف میانی و حذف حاشیه ها صورت پذیرفت.

جدول ۱: نقشه کشت و اجرای طرح آزمایش در سال ۱۳۹٦

تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۳
$A_1 B_2$	$A_3 B_1$	$A_2 B_1$
$A_1 B_3$	$A_3 B_2$	$A_2 B_3$
$A_1 B_4$	$A_3 B_4$	$A_2 B_4$
$A_1 B_1$	$A_3 B_3$	A_2B_2
$A_3 B_1$	$A_2 B_2$	$A_1 B_4$
$A_3 B_4$	$A_2 B_1$	$A_1 B_1$
$A_3 B_2$	$A_2 B_3$	$A_1 B_3$
$A_3 B_3$	$A_2 B_4$	$A_1 B_2$
$A_2 B_4$	$A_1 B_3$	$A_3 B_2$
$A_2 B_3$	$A_1 B_4$	$A_3 B_1$
$A_2 B_1$	$A_1 B_2$	$A_2 B_3$
$A_2 B_2$	$A_1 B_1$	$A_3 B_4$

بر اساس جدو ل(۱) تاریخ کاشت اول=A_1 ، رقم شفق = B_1 ، تاریخ کاشت دوم=A_2 ، رقم شفق = B_2 ، تاریخ کاشت سوم=A_3 ، رقم شفق = B_3، رقم شفق = B_4

در این تحقیق صفاتی نظیر ارتفاع (طول) بوته، ارتفاع (طول) خوشه، طول برگ پرچم، تعداد کل دانه در خوشه، وزن هزار دانه، وزن دانه، عملکرد دانه و وزن کاه اندازه گیری شدند. به این منظور، پس از اینکه گیاه وارد مرحله گل دهی شد، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، ارتفاع خوشه، طول پرچم اندازه گیری شد.

داده های حاصل مطابق مدل طرح آماری کرت های یک بار خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس ساده قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده شد. همچنین ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد آزمایش تعیین شدند. برای انجام محاسبات آماری از نرم افزار SAS ورژن ۹/۹ استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته (طول ساقه)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ساده، تأثیر تاریخ کاشت و برهمکنش تاریخ کاشت×رقم بر ارتفاع بوته برنج اختلاف معنی داری وجود نداشت، در حالی که تحت تاثیر رقم، طول ساقه برنج تفاوت بسیار معنی داری نشان داد (جدول ۲). به طوری که بیشترین و کمترین ارتفاع به ترتیب از رقم باسمتی و شفق به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۲:تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای تاریخ کاشت و رقم بر گیاه برنج

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		ارتفاع بوته	وزن کاه	طول برگ پرچم
تکرار	۲	۷/۳٤	۱۰۳۲٥٦/۳۳	۱۸/۳۳
تاریخ کاشت	۲	ns۲۳/۸۰	٦۰۲۹۲۳/۲۷*	٥/۳۰ns
اشتباه	٤	۸۹/٤۱	۷۳۰٥۳/٦۸	۱/٦۱
رقم	۳	۲۸۳۸/۹٤**	۱۷٦٥۳۰۷/۸٤**	۲٤/۳۹*
تاریخ کاشت*رقم	٦	ns۳۸/٥۷	۳۱۷٤۹۲/۱۱**	۱۸/۱٤*
اشتباه	۱۸	۲٥/۱٦	۷۸۷٦۳/٥۹	٦/۱٤
ضریب تغییرات (٪)	-	٥/۱۹	۲۰/٤٤	۹/٦۱

جهانبین و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی اثر تنش گرمای بر ژنوتیپ های جو لخت در یک آزمایش صحرایی نشان دادند که با تأخیر در زمان کاشت و هم زمان شدن مراحل زایشی و پر شدن دانه با دماهای به نسبت بالا، ارتفاع گیاه ۱۹ درصد کاهش یافت.

جدول ۳: مقایسه میانگین ساده ارتفاع بوته گیاه برنج

تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته(سانتی‌متر)
تاریخ کاشت	
۱/۲۰	۹۸/۰۱۷a
۲/۱۰	۹۵/۲۱۷a
۳/۰۱	۹۶/۸۸۳a
رقم	
شفق	۷۲/۵۳۳c
شیرودی	۹۹/۰۶۷b
هیر	۹۹/۹۱۱b
باسمتی	۱۱۵/۳۱۱a

جدول ٤: مقایسه میانگین های ساده وزن کاه و طول برگ پرچم در گیاه برنج

تیمارهای آزمایشی	وزن کاه(گرم در مترمربع)	طول برگ پرچم(سانتی‌متر)
۱× شفق	۸٤۰/۹def	۲۹/۲a
۲× شفق	۱۷٤۸/۳ab	۲٤/۳۳۳dbc
۳× شفق	۱٤۱۳/۳bc	۲۹/٤٦۷a
۱× شیرودی	۱۸۹۰a	۲۳d
۲× شیرودی	۸۲۷ef	۲۳/۳dc
۳× شیرودی	۱۱٦٦/۲dec	۲٦/۹۳۳abc
۱× هیر	۱۱٦۳/۳dec	۲۷/۲٦۷ab
۲× هیر	۱۳۰۷/٦dbc	۲۵/۰٦۷dbc
۳× هیر	٤٦۵/٦f	۲۲/۱٦۷d
۱× باسمتی	۱۹۹۵/۳a	۲۷/۳۳۳ab
۲× باسمتی	۲۰٤٦/۳a	۲٦/۹۳۳abc
۳× باسمتی	۱٦۱۰abc	۲٤/۳۳۳dbc

وزن کاه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ساده، تأثیر تاریخ کاشت بر وزن کاه معنی دار بوده (جدول ۲). بیشترین وزن کاه در تاریخ کاشت ۲/۱۰ از رقم باسمتی و کمترین میزان آن در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم هیر به

دست آمد (جدول ٤). در یک آزمایش صحرایی به منظور بررسی اثر گرما بر صفات کمی و واکنش ژنوتیپ های جوی لخت، با اعمال تاریخ کشت های مختلف، پنج ژنوتیپ جو را بررسی و نتیجه گرفتند که با افزایش حرارت در اثر تأخیر در کاشت، تجمع مادهٔ خشک گیاه ۲۰ درصد کاهش یافت (۱۸).

طول برگ پرچم

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ساده، تأثیر رقم و بر همکنش تاریخ کاشت × رقم بر طول برگ پرچم معنی دار بوده در حالی که تحت تأثیر تاریخ کاشت، طول برگ پرچم تفاوت معنی داری را نشان نداد(جدول ۲). بیشترین طول برگ پرچم در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم شفق و کم ترین مقدار آن در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم هیر به دست آمد(جدول ٤).

آگاری و همکاران (۱۹۹۵) اندازه گیری میزان ثبات حرارتی غشای سلول برگ پرچم در زمان گرده افشانی را یکی از روش های جداسازی و تعیین میزان تحمل ارقام برنج در شرایط تنش گرما معرفی نمودند.

طول خوشه

براساس نتایج تجزیه واریانس ساده، تأثیر تاریخ کاشت و برهمکنش تاریخ کاشت × رقم بر طول خوشه برنج اختلاف معنی داری وجود نداشت، در حالی که تحت تأثیر رقم، طول خوشه برنج تفاوت بسیارمعنی داری را نشان داد (جدول ۵). به طوری که بیشترین و کمترین طول خوشه به ترتیب از رقم هیر و شفق حاصل شد (جدول ٦). علت این نتیجه می تواند مربوط به خصوصیات هر رقم باشد.

جدول ۵: تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای تاریخ کاشت و رقم در گیاه برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول خوشه	تعداد دانه در خوشه	وزن دانه	وزن هزاردانه
تکرار	۲	۱/۵۸	۲٥٤/۳۳	٥۰٥۱/۱۲	٤/۳۲
تاریخ کاشت	۲	۲/۹۹ns	۱٥٥٤/۷٥**	۳٥۷۲۸/۳٦**	۱/۰۰ns
اشتباه	٤	۱/٦۷	٤۷/۳۳	۷۹٥۸/۲٥	۲/٦۲
رقم	۳	۱۲/۱٥**	۳۱۸۷/۷۸**	٥۱۱۰۲۳/۹٥**	**٦٤/۲۹
تاریخ کاشت × رقم	٦	۱/۲۱ ns	۱٥۰/۱۹ns	۲۸۹۸۲/٥۷**	*٤/۹۷
اشتباه	۱۸	۱/۹٤	۱٤٥/٤٤	٤٦٥۳/٥۷	۱/٤۹
ضریب تغییرات (٪)	–	٦/٥٥	۹/۳۲	۱۲/۷۸	٦/٦۱

تعداد دانه در خوشه

براساس تجزیه واریانس ساده، تأثیر تاریخ کاشت و رقم بر تعداد دانه در خوشه برنج بسیار معنی دار بود، در صورتی که تحت تأثیر بر همکنش تاریخ کاشت × رقم، تعداد دانه در خوشه برنج تفاوت معنی داری را نشان نداد (جدول ٦).

بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین بیشترین تعداد دانه در خوشه برنج در تاریخ کاشت دوم (۲/۱۰) از رقم شیرودی حاصل گردید و کمترین میزان این صفت در تاریخ کاشت سوم (۳/۰۱) از رقم شفق به دست آمد (جدول ٦).

کاهش در شمار دانه در سنبله در اثر گرما ناشی از تأخیر در کشت توسط باوی و همکاران(۲۰۱۲) و جهانبین و همکاران (۲۰۰۳) در جو نیز گزارش شده است.

جدول ٦: مقایسه میانگین های ساده طول خوشه و تعداد دانه در گیاه برنج

تیمارهای آزمایشی	طول خوشه(سانتی‌متر)	تعداد دانه در خوشه
تاریخ کاشت		
۱/۲۰	۲۱/۸۱٦۷a	۱۲۷/۳۳۳b
۲/۱۰	۲۰/۸۸۳۳a	۱٤۱/٥۸۳a
۳/۰۱	۲۱/۰٤۱۷a	۱۱۹/۰۸۳c
ارقام		
شفق	۱۹/۷۱۱۱b	۱۰٦/٦٦۷c
شیرودی	۲۱/۷۷۷۸a	۱٤٦/۸۸۹a
هیر	۲۲/٤۲۲۲a	۱٤۲/٥٥٦a
باسمتی	۲۱/۰۷۷۸ab	۱۲۱/۲۲۲b

وزن دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ساده، تأثیر تاریخ کاشت، رقم و بر همکنش تاریخ کاشت × رقم بر وزن دانه برنج بسیار معنی دار بود (جدول ٥).

ساوی و همکاران (۱۹۹٦) اظهار نمودند که در یک آزمایش مزرعه‌ای اعمال تیمار تنش گرمایی ٤۰ درجه سانتی گراد به میزان ٦ ساعت در روز به مدت ٥ روز (۱۷ روز بعد از گل‌دهی) وزن دانه جو را به میزان ۱٤ تا ۲٥ درصد کاهش داد. در این بررسی در اثر تنش گرما نسبت نشاسته در دانه کاهش و نسبت نیتروژن افزایش یافت.

وزن هزار دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ساده، تأثیر تاریخ کاشت، بر وزن هزار دانه اختلاف معنی داری وجود نداشت، در حالی که تحت تأثیر رقم و بر همکنش تاریخ کاشت × رقم، وزن هزار دانه به ترتیب تفاوت بسیار معنی دار و معنی داری نشان داد (جدول ۵). مطابق با جدول (۷)، بیشترین و کمترین وزن هزاردانه برنج به ترتیب در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم شفق و در تاریخ کاشت ۲/۱۰ از رقم هیر حاصل شد.
نتایج باوی و واعظی (۱۳۹۱) نشان داد که تنش گرمایی ناشی از اعمال دیر کاشتی در محصول گندم به صورت معنی داری میانگین دو سالانه تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را به ترتیب به میزان ۲۵/۲، ٦/۳، ۳/٦ و ۳٤/۸ درصد کاهش داد ولی طول دوره پر شدن دانه کاهش معنی داری نداشت.

جدول ۷: مقایسه میانگین های ساده وزن دانه و وزن هزاردانه گیاه برنج

تیمارهای آزمایشی	وزن دانه(گرم در مترمربع)	وزن هزاردانه(گرم)
۱× شفق	٦۳٥/۱c	۱۷/۳۳۳b
۲× شفق	٦۱۳/۳۳c	۲۰/۳۳۳a
۳× شفق	۸۱۲/٦۷a	۲۱a
۱× شیرودی	۲۰٦/۸ef	۱٦/۳۳۳b
۲× شیرودی	٦۸۰bc	۱۹/٦٦۷a
۳× شیرودی	٦۹٦/٥abc	۲۰/٦٦۷a
۱× هیر	۷٦۹/۹ab	۲۰/٦٦۷a
۲× هیر	۱۰٦/٥۳f	۱۳c
۳× هیر	٤٦۸/۲۷d	۱۷/۰۳۳b
۱× باسمتی	٤۳۷d	۱۹/٦٦۷a
۲× باسمتی	٦۹۸abc	۲۰/٦٦۷a
۳× باسمتی	۲۷۹/۳۳e	۱٥/۳۳۳b

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ساده، تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه برنج معنی دار نبود، در صورتی که تأثیر رقم و بر همکنش تاریخ کاشت × رقم بر این صفت بسیار معنی دار بود (جدول ۸). بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت سوم (۳/۰۱) از رقم شفق و کمترین میزان آن در تاریخ کاشت دوم (۲/۱۰) از رقم هیر به‌دست آمد (جدول ۹).

کائو و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که تنش گرمایی در زمان سنبله دهی موجب کاهش بار وری دانه گرده و سنبلچه ها و کاهش عملکرد دانه برنج شد که این کاهش در ژنوتیپ های حساس نسبت به ژنوتیپ های متحمل به تنش گرمایی بسیار بیشتر بود.

جدول ۸: تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای تاریخ کاشت و رقم بر گیاه برنج

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد دانه	راندمان تولید
تکرار	۲	۲۳٤۷۸۹/۰۷	۵۷/۸۱
تاریخ کاشت	۲	۱۸۰۹۰۱۸/۳۸ns	٤۸۷/۲٦ns
اشتباه	٤	۳۹۸٤۳۰/۹٦	۹۱/۰۸
رقم	۳	۲۵۱۹۸۵٤٦/٦٤**	۸۸۸٦/٦۲**
تاریخ کاشت×رقم	٦	۱۳۸۷۳۱۳/۹۰**	۷۱۹/۷۱*
اشتباه	۱۸	۲۲۲۸۷۵/٦۱	۲۱۳/۷٤
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۲/٦۵	۲۹/۹۰

جدول ۹:مقایسه میانگین های ساده عملکرد دانه و راندمان تولید گیاه برنج

تیمارهای آزمایشی	عملکرد دانه(کیلوگرم در هکتار)	راندمان تولید(درصد)
۱× شفق	٤٤۵۹/۱c	۷۷/۵۳abc
۲× شفق	٤۲۹۳/۳c	۳٤/۱۷d
۳× شفق	۵٦۸۸/۷a	٦٤/٤bc
۱× شیرودی	۱٤٤۷/۵ef	۱۳/۳۷de
۲× شیرودی	٤۷٦۰bc	۸۷/۲۷ab
۳× شیرودی	٤۸۷۵/۵abc	٦۱/۱۷c
۱× هیر	۵۳۸۹/۳ab	٦٦/۵۳bc
۲× هیر	۷٤۵/۷f	۸/٦e
۳× هیر	۳۲۷۷/۹d	۱۰۰/۱۳a
۱× باسمتی	۳۰۵۹d	۲۱/۹de
۲× باسمتی	٤۸۸۲/۷abc	۳٤/۰۷d
۳× باسمتی	۱۹۲۲e	۱۷/٦de

راندمان تولید

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ساده صفات، اثر تاریخ کاشت بر میزان راندمان تولید معنی دار نبود، در حالی که اثر رقم و برهمکنش تاریخ کاشت × رقم بر این صفت به ترتیب بسیار معنی دار و معنی دار بود (جدول ۸). بر اساس جدول مقایسه میانگین ها، بیشترین راندمان تولید برنج در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم هیر و کمترین میزان آن در تاریخ کاشت ۲/۱۰ از رقم هیر نیز حاصل گردید (جدول ۹).

درصد دانه های تلقیح شده

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ساده صفات، اثر تاریخ کاشت بر درصد دانه های تلقیح شده برنج معنی دار نبود، در حالی که اثر رقم و نیز برهمکنش تاریخ کاشت × رقم بر این صفت بسیار معنی دار بود (جدول ۱۰). مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین درصد دانه های تلقیح شده در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم هیر و کمترین میزان این صفت در تاریخ کاشت ۲/۱۰ از رقم باسمتی بدست آمد (جدول ۱۱).

وحید و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعات خود اظهار داشتند که درجه حرارت بالا در مراحل گل دهی و پر شدن دانه سبب کاهش عملکرد دانه می شود که در نتیجه آن افزایش گلچه های نابارور شده و طول مدت پر شدن دانه کوتاه می شود.

جدول ۱۰: تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای تاریخ کاشت و رقم بر گیاه برنج

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درصد دانه های تلقیح شده	درصد دانه های پوک	درصد دانه های گچی
تکرار	۲	۳۵/۸۸	۳۲/۲۱	۵۵/۲۷
تاریخ کاشت	۲	٤٤/۹۵^{ns}	٤۸/۸۱^{ns}	۱۵٤۹/۸۸**
اشتباه	٤	۲٦/۵٤	۲٤/٤۵	٤٦/٤٤
رقم	۳	٤۰۸/۸۹**	۳۹۳/٤۰**	۱۹۸۲/۸۰**
تاریخ کاشت*رقم	٦	۲٦۰/۲۱**	۲۲۸/۰٦**	۹۲۸/٤۸**
اشتباه	۱۸	۲٦/٦۵	۲۵/۸٦	۳۷/۰۵
ضریب تغییرات (٪)	-	٦/۳۵	۲۷/۲۸	۱۹/۹۲

درصد دانه های پوک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ساده صفات، اثر تاریخ کاشت بر درصد دانه های پوک برنج معنی دار نبود، در صورتی که تأثیر رقم و برهمکنش تاریخ کاشت × رقم بر درصد دانه های پوک بسیار معنی دار بود (جدول ۱۰). همچنین، بیشترین و کمترین درصد دانه های پوک به ترتیب در تاریخ کاشت ۲/۱۰ از رقم باسمتی و در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم هیر بدست آمد (جدول ۱۱).

تائو (۲۰۰۸) مشخص نمود تنش حرارتی هم‌چنین نه تنها می‌تواند در مرحله ی میوز باعث توقف رشد ارگان‌های مثل تخمدان ها و گرده شود، بلکه می‌تواند باعث توقف مراحل رشدی شود.

جدول ۱۱: مقایسه میانگین های ساده در گیاه برنج

تیمارهای آزمایشی	درصد دانه های تلقیح شده	درصد دانه های پوک	درصد دانه های گچی
۱× شفق	۸۸/۵a	۱۱/۵d	۱۹cde
۲× شفق	۷۷/۷bc	۲۲/۳bc	۲۲cd
۳× شفق	۸۵/۳۳۳ab	۱٤/٦٦۷cd	۲۳/۳۳۳cd
۱× شیرودی	۸۲/۰٦۷abc	۱۷/۲٦۷bcd	۲٦/٦٦۷c
۲× شیرودی	۸٦/۹۳۳a	۱۳/۰٦۷d	۱۳/٦de
۳× شیرودی	٦۵/٦٦۷d	۳۲/۳۳۳a	۲٤/۳۳۳c
۱× هیر	۸۸/۱٦۷a	۱۳/۵d	۲۱/٦٦۷cd
۲× هیر	۸۲/٤۳۳abc	۱۷/۵٦۷bcd	٤۱/٦٦۷b
۳× هیر	۸۹/۷a	۱۰/۳d	۱۹/۵cde
۱× باسمتی	۷٦/٤c	۲۳/٦b	۹/۸٦۷e
۲× باسمتی	٦۱/۹۳۳d	۳۸/۰٦۷a	۷۱/٦٦۷a
۳× باسمتی	۹۰/٤۳۳a	۹/۵٦۷d	۷۳/۳۳۳a

درصد دانه های گچی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تاریخ کاشت، رقم و نیز برهمکنش تاریخ کاشت × رقم بر درصد دانه های گچی بسیار معنی دار بوده(جدول ۱۰). به طوری که بیشترین درصد دانه های گچی در تاریخ کاشت سوم از رقم باسمتی و کمترین میزان آن از تاریخ کاشت اول از رقم باسمتی به‌دست آمد (جدول ۱۱).

براساس نتایج بدست آمده از این تحقیق تنش گرمایی آخر فصل تأثیر منفی بر عملکرد و اجزاء عملکرد رقم های برنج مورد آزمایش داشته است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، وزن کاه، طول برگ پرچم، وزن دانه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، راندمان تولید، درصد دانه های تلقیح شده، درصد دانه های پوک و درصد دانه های گچی تحت تاثیر اثر متقابل رقم با تاریخ کاشت قرار گرفت. تفاوت ارتفاع بوته و طول خوشه بین ارقام نیز معنی دار بود. همچنین تعداد دانه در خوشه تحت تاثیر تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت.

بیشترین وزن کاه در تاریخ کاشت ۲/۱۰ از رقم باسمتی، بیشترین طول برگ پرچم در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم شفق، بیشترین وزن دانه در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم شفق، بیشترین وزن هزار دانه در تاریخ

کاشت ۳/۰۱ از رقم شفق، بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم شفق، بیشترین راندمان تولید در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم هیر، بیشترین درصد دانه های تلقیح شده در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم هیر، بیشترین درصد دانه های پوک در تاریخ کاشت ۲/۱۰ از رقم باسمتی، بیشترین درصد دانه های گچی در تاریخ کاشت ۳/۰۱ از رقم باسمتی به دست آمد. همچنین بیشترین ارتفاع بوته از رقم باسمتی و بیشترین طول خوشه از رقم هیر به دست آمد. بیشترین تعداد دانه در خوشه در تاریخ کاشت ۲/۱۰ از رقم شیرودی به دست آمد. هم چنین اشاره می شود به اینکه کمترین وزن دانه در تاریخ ۲/۱۰ از رقم هیر، کمترین وزن هزار دانه در تاریخ ۲/۱۰ از رقم هیر، کمترین عملکرد در تاریخ ۲/۱۰ از رقم هیر، کمترین راندمان تولید در تاریخ ۲/۱۰ از رقم هیر و کمترین درصد تلقیح در تاریخ ۲/۱۰ از رقم باسمتی می باشد. با بررسی نتایج بدست آمده رقم شفق نسبت به سایر رقم ها تنش گرمایی را بهتر تحمل نموده است و در شرایط مساوی با رقم های مورد آزمایش بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد را داشته است . و رقم هیر بیشترین حساسیت را نسبت به تنش گرمایی را از خود نشان داده است که تولید کمترین عملکرد و اجزای عملکرد را داشته است.

بهترین عملکردها مربوط به تاریخ کاشت ۳/۰۱ (خرداد ماه) می باشد .کشت های انجام شده در این بازه زمانی به دلیل کاهش دمای محیط در زمان گل دهی و پر شدن دانه عملکرد بهتری از خود نشان دادند و کمترین عملکرده مربوط به تاریخ کاشت ۲/۱۰ (اردیبهشت) بود که دلیل اصلی آن همزمانی فاز زایشی با اوج گرما در منطقه می باشد. براین اساس توصیه صورت گرفته از این تحقیق به کشاورزان منطقه ایرندگان و شرایط آب و هوایی مشابه آن در استان تاریخ کاشت خردادماه می باشد و رقم مطلوب برای کشت رقم شفق است.

منابع

۱- جلالی، ج. ۱۳۸٦. بررسی تاریخ کاشت بر ویژگی های زراعی و شاخص های فیزیولوژی ارقام مختلف برنج در سیستم کشت مستقیم (روش بستر مرطوب) . پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت .دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ۱۱۱ صفحه.

۲- نور محمدی، ق.۱۳۸۰. زراعت غلات، انتشارات دانشگاه شهید چمران.

۳- دانشمند، ف. و منوشهری، خ. ۱۳۸۷. بررسی القای بذر گل در معرض تنش گرمایی در سال زراعی. جورال، ٦ (۳۵): ۱۲٦-۱۱۱.

٤- باوی، و. و واعظی، ب. ۱۳۹۱. اثر تنش گرمای انتهای فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و ارزیابی شاخص های تحمل تنش در جو مجله گیاهان زراعی ایران، ٤۲۰-٤۰۵-(۳) ٤۳.

5- Zhu, Q. S., Zhang , Z. J., Yang, J. C. and Cao, X. Z. 1997. Source – Sink characteristicsrelated to the yield in inter subspecific hybrid rice Sci. Agric. Sin., 30:52-59. (In Chinese with English abstract).

6- Koocheki,A. and Nasirimahalati, M.1992. Agricultural plants EcologyMashhad.JD .

7- McGregor, D.I. 1981. Pattern of flower and pod development in rape-seed. Canadian Journal of Plant science,61:275-282.

8- Gibson, L.R., and Paulsen, G.M. 1999. Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth. Crop Sci. 39: 1841–1846.

9- Hossain, MM. and Islam, MT. 2012. Plant probiotics in phosphorus nutrition in crops, with special reference to rice, in Bacteria in agrobiology: plant probiotics, ed. D. K. Maheshwari (Berlin-Heidelberg: Springer), 325-363.

10- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. Environ. and Exp. Bot, 61: 199–223.

11- Rahman, M.A., Chikushi, J., Yoshida, S. and Karim, A.J.M.S. 2009. Growth and yield components of wheat genotypes exposed to high temperature stress under control environment. Bangladesh J. Agric. Res. 34: 361-372.

12- Ortiz Monasterio, J. I. R., S. S., Dhillon and R. A. Fischer. 1994. Date of sowing effects on grain yield and yield components of irrigated spring wheat cultivars and relationships with radiation and temperature in Ludhiana, India. Field Crops Res. 37: 169-184.

13-Bavei, v., Vaezi, B., Abdipour, M., Kamali, M.R.J. and Roustaii, M. 2011. Screening of tolerant spring barleys for terminal heat stress: Different importance of yield components in barleys with different row type. International Journal of Plant Breeding and Genetic, 5(3), 175-193.

14- Savin, R., Stone, P. J. and Nicolas, M. E. 1996. Response of grain growth and malting quality of barley to short periods of high temperature in field studies using portable chambers. Australian Journal of Agricultural Research, 47, 465-477.

15- Cao, Y. Y., Duan, H., Yang, L. N., Wang, Z. Q., Liu, L. J. and Yang, J. C. 2009. Effect of high temperature during heading and early grain filling on grain yield of indica rice cultivars differing in heattolerance and its physiological mechanism. Acta Agronomica Sinica, 35(3), 512-521.

16- Reddy,A.R., K.Y.Chaitanya., M.Vivekanandan(2004). Drought induced resposes of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants .J.Plant Physiol.161:1189-1202

17- Nahar, K., Ahamed, K.U. & Fujita, M. (2010). Phenological variation and its relation with yield in several wheat (Triticum aestivumL.) cultivars under normal and late sowing mediated heat stress condition. Notulae Scientia Biologica, 2(3), 51-56

18- Jahanbin, Sh., Tahmasebi Sarvestani, Z. & Modaress Sanavi, S.A.M. (2003). Study of some quantitave traits and response of hull-less barley (Hordeum vulgarL.) genotype under terminal heat stress conditions. Iranian Journal of Crop Science, 4(4), 265-276. (in Farsi)

19- Gibson, L.R. & Paulsen, G.M. (1999). Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth. Crop Science, 39(6), 1841-1846

20- Hamam, K.A. & Khaled, A.G.A. (2009). Stability of wheat genotypes under different environments and their evaluation under sowing dates and nitrogen fertilizer levels. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(1), 206-217.

21- Lemon, J. 2007. Nitrogen management for wheat protein and yield in the sperance port zone. Department of Agriculture and Food Publisher, P. 25.

22- Matsui A, Ishida J, Morosawa T, MochizukiY, Kaminuma E, Endo TA, Okamoto M,Nambara E, Nakajima M, Kawashims M,Satou M, Kim JM, Kobayashi N, ToyodaT, Shinozaki K, Seki M (2001) Arabidopsis transcriptome analysis underdrought, cold, high-salinity and ABA treatment conditions using a tiling array.Plant Cell Physiol. 49: 1135-1149.

23- Agarie, S., N. Hanaoka, F. Kubota, W. Agata, and P.B. Kaufman. P.B. 1995. Measurement of cellmembrane stability evaluated by electrolyte leakage as droughtand heat tolerance test in rice (Oryza sativaL.). J. Fac. Agric. Kyushu Univ.,40:233-240.

24- Blumenthal, C., Bekes, F., Grans, L. P.W., Barlow, E. W. R., and Wrigley, C. W. 1995. Identification of Wheat Genotypes Tolerant to the Effects of Heat Stress on Grain Quality. Cereal Chemistry Journal 72(6): 539-544.