یافته های نوین کشاورزی
سال پنجم- شماره ۱- پاییز ۱۳۸۹

بررسی اثر تیمار دمایی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج ارقام طارم محلی و فجر(*Oryza sativa* L.)

پریسا میاررستمی *، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، باشگاه پژوهشگران جوان، چالوس، ایران
الهیار فلاح، استادیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور (مازندران)
مرتضی مبلغی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، گروه زراعت و اصلاح نباتات، چالوس، ایران.
سمانه مشایخی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، باشگاه پژوهشگران جوان، چالوس، ایران
مهر داد حق وردیان، کارشناس ارشد زراعت

چکیده

به منظور بررسی اثرات تیمار دمایی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج بر ارقام طارم محلی و فجر، آزمایشی در گلخانه معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) در سال زراعی ۱۳۸۸ اجرا گردید. آزمایش به صورت اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار اجرا شد، به طوری سطوح ارقام (طارم محلی و فجر) به عنوان فاکتور اصلی و سطوح دما (١٦ و ۳۲ درجه سانتی گراد) و ٤ مرحله رشدی (پنجه زنی، ساقه دهی، خوشه دهی و پرشدن دانه به عنوان فاکتور فرعی مورد آزمون بودند. نتایج نشان داد رقم فجر به دلیل بالاتر بودن تعداد پنجه، تعداد خوشه در کپه، طول خوشه، تعداد خوشه چه کل در خوشه و تعداد خوشه چه پر در خوشه بیشترین عملکرد دانه (۲۳/۳۷ گرم در کپه) نسبت به رقم طارم محلی(۱۹/۷۲ گرم در کپه) داشت. عملکرد دانه در دمای ۳۲ سانتی گراد به علت بالاتر بودن کلیه صفات مورد آزمون از عملکرد بالاتری (٢٣/٦گرم در کپه) نسبت به دمای ١٦ سانتی گراد (۱۹/۵ گرم در کپه) به دست آمد و با کاهش دما از ۳۲ درجه به ١٦ درجه سانتی گراد باعث کاهش ۲۱ درصدی عملکرد دانه گردید. مرحله پر شدن دانه به دلیل بالاتر بودن تعداد خوشه در کپه، طول خوشه، تعداد خوشه چه کل در خوشه و تعداد خوشه چه پر در خوشه بیشترین عملکرد دانه (٢٤/٢٨ گرم در کپه) و مرحله رشدی پنجه زنی به علت کمتر بودن در تعداد خوشه در کپه و وزن هزار دانه، کمترین میزان عملکرد (۱۹/۰۱گرم در کپه) داشت.

واژه های کلیدی: برنج، مراحل رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد

---

* نویسنده مسئول E-mail: parisa_mear@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/٤/۱

مقدمه

برنج (*Oryza sativa*) یکی از مهمترین غلات جهان می باشد و غذای اصلی نیمی از مردم جهان است، بطوری که گندم و برنج در مجموع حدود ٤٠ درصد از انرژی مصرفی انسان را تشکیل می دهند (١٤). احتیاج برنج به حرارت بستگی به رقم و طول دوره رشد آن دارد، از زمان شروع جوانه زنی، به تدریج نیاز آن به حرارت افزایش یافته، در موقع گل دادن به حداکثر رسیده و پس از آن به تدریج تا زمان رسیدن کم می شود. مقدار کل حرارت مورد نیاز برنج از زمان تولید جوانه تا رسیدن در واریته های مختلف متفاوت است. سرما نیز یکی از استرس های مهم غیر زنده بوده که خسارت ناشی از آن در مراحل حساس رشد و نمو گیاهان یکی از عوامل کاهش عملکرد گیاهان زراعی در سطح جهان است (۸). خسارت سرما ممکن است در مراحل مختلف رشد گیاه برنج ایجاد شود. در کشورمان در اکثر شالیزارها، سرما در اوایل فصل سبب خساراتی به گیاه به خصوص به خزانه های زود کشت شده می گردد. مطالعات انجام شده در کشور ما بیشتر به بررسی مشاهده ای و مقایسه ی ارقام می باشد (۹). برنج معمولا در مناطق گرمسیر کشت می گردد و خسارت سرما مشکلی برای این مناطق ایجاد نمی کند ولی در بعضی از کشورها نظیر چین ، کره ، ژاپن و ایران مناطقی با عرض جغرافیایی بالا و یا در مناطقی که برنج در ارتفاعات کشت می شود با این معضل یعنی سرما مواجه می شوند. در ایران نیز همه ساله خسارت ناشی از تنش سرما در مراحل مختلف رشد گزارش شده است به علت تغییر ناگهانی آب و هوا در شمال کشور در فصل زراعت برنج ممکن است صدماتی ایجاد شود (۱۰). سرما یک پدیده محیطی است که بر رشد و نمو مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی برنج اثر نامطلوب دارد. به‌طوری که شدت آن در اوایل رشد به دانه های جوانه زده برنج در خزانه خسارت وارد می کند و در زمان گرده افشانی موجب کاهش عمل تلقیح و پوکی دانه می گردد (۱۱). درجات کمتر از ۱۷ درجه سانتی گراد چند روز قبل از ظهور خوشه موجب عقیم ماندن بیش از۳۰٪ سنبلچه ها می گردد. درجات پایین تر از ۱۵ از ۱۲-۱۰روز قبل از مرحله گل دادن موجب عقیمی گرده هامی گردد. اگر درجه حرارت در مرحله گلدهی به کمتر از ۱۳-۱۲ سانتی گراد تنزل کند لقاح به طور کامل انجام نمی گیرد. کاهش درجه حرارت به پایین تر از ١٦ درجه سانتی گراد در مرحله گل دهی موجب کاهش شدید عملکرد برنج می گردد (۱۲). در طول دوره تشکیل جوانه اولیه خوشه تا آخر مرحله گل دهی در برنج، حساسترین مرحله نسبت به سرما می باشد. در طی دوره تغییر شکل و توسعه خوشه سرما سبب کاهش تعداد دانه در خوشه، افزایش پوکی و در نهایت کاهش میزان محصول می شود (۲). استمرار درجه حرارت پایین (۱۵درجه سانتی گراد و پایین تر) می تواند از رشد خوشه و ظهور آن جلوگیری کند و منجر به عدم تشکیل دانه در خوشه گردد (۲۲). تزار (١٣٦٧) اظهار نمود که تنش سرما در محصولات زراعی بیشتر بر بر سیستم های متابولیکی رشد و تکامل اثر می گذارد و مشکلات ناشی از آن اغلب با کاهش تعداد دانه همراه است (٤).

لذا هدف از این تحقیق بررسی اثرات استرس دمایی بر عملکرد دانه و اجزای آن در مراحل مختلف رشدی برنج در ارقام طارم محلی و فجر می باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۸۸ در گلخانه معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور (مازندران) اجرا گردید. محل اجرای طرح در کیلومتر ۷ جاده آمل به بابل با عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا ۲۹/۸ متر می باشد. آزمایش به صورت اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار اجرا شد، به طوری که سطوح ارقام (V) (طارم محلی و فجر) به عنوان فاکتور اصلی و سطوح دما (T) (١٦ و ۳۲ درجه سانتی گراد) و ٤ مرحله رشدی (G) (پنجه زنی، ساقه دهی، خوشه دهی و پرشدن دانه به عنوان فاکتور فرعی مورد آزمون قرار گرفتند. این آزمایش در دو اتاقک رشد با دماهای ١٦ و ۳۲ درجه سانتی گراد انجام شد و کلیه تیمار ها در سه تکرار پس از انتقال از خزانه در داخل سطل به تعداد ۳ گیاهچه قرار داده شدند و بعد از رسیدن به مراحل رشدی مورد نظر به مدت ۱۰ روز در معرض استرس دمایی ١٦ درجه سانتی گراد قرار داده و سپس آنها را به شرایط بهینه حرارتی ۳۲ درجه سانتی گراد انتقال داده و کلیه اعمال آبیاری و کنترل علف های هرز، کنترل آفت کرم ساقه خوار و بیماری بلاست در طی فصل رشد در تمام تیمارها یکسان انجام شدند.

صفات تعداد پنجه در یک کپه، تعداد خوشه با شمارش خوشه ها از یک کپه، وزن ۱۰۰۰ دانه بر اساس شمارش ۵ نمونه صدتایی و توزین آن با رطوبت ١٤٪، طول خوشه با میانگین طول خوشه ها در کپه، تعداد کل دانه و دانه پر در خوشه با شمارش دانه های پر و خالی در خوشه های موجود در کپه و میانگین آنها و از مجموع آن ها، تعداد دانه های کل به دست آمد و عملکرد دانه با توزین تعداد دانه های سالم خوشه ها میزان عملکرد در یک کپه محاسبه گردید.

داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میا نگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه گردید.

نتایج و بحث

تعداد پنجه

تعداد پنجه در کپه از نظر آماری تحت تاثیر رقم، دما، مرحله رشدی و اثرات متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول۱). بیشترین تعداد پنجه در کپه در رقم فجر، دمای ۳۲ درجه سانتی گراد و مرحله ساقه دهی به دست آمد (جدول ۲). نتایج این تحقیق نشان داد که قابلیت پنجه زنی

ارقام اصلاح شده بیشتر از ارقام بومی است که این یک صفت ژنتیکی است. در این راستا زونگ (۲۰۰۲)، وو و همکاران (۱۹۹۸) و حق وردیان (۱۳۸۹) نتایج مشابهی گزارش نمودند. اشراقی (۱۳۷٦) اپتیمم درجه حرارت برای پنجه دهی ۳۲-۲۵ درجه سانتی گراد اعلام می کند. مورتا و ماتسوشیما (۱۹۷۵) بیان نمودند که در برنج تا یک ماه پس از کاشت تعداد پنجه ها افزایش می یابد و دو هفته قبل از خوشه دادن تعداد پنجه ها به حداکثر می رسد. لذا درجه حرارت پایین در مرحله پنجه زنی باعث به تاخیر انداختن ریشه دهی، کاهش تعداد پنجه، می شود (۱۷).

با کاهش دما از۳۲ درجه سانتی گراد به ۱٦ درجه سانتی گراد رقم طارم ۳٤ درصد کاهش در تعداد پنجه حساسیت به دما نسبت به استرس دمائی در مقابل کاهش ۱۷ درصد رقم فجر از خود نشان داد (جدول۳). و مرحله پنجه زنی ٤۹/۸ درصد کاهش در تعداد پنجه حساس ترین مرحله رشدی و پر شدن دانه با کاهش ۱۷ درصدی مقاوم ترین مرحله نسبت به استرس دمایی ۱٦ درجه سانتی گراد حاصل گردید (جدول٤). حساس ترین مرحله در رقم طارم محلی مرحله پنجه زنی (۱٤/٦ پنجه در کپه) و مقاوم ترین آن مرحله پر شدن دانه (۲٦/۷۱ پنجه در کپه) و همچنین حساس ترین مرحله در رقم فجر در مراحل پنجه زنی و پر شدن دانه (به ترتیب ۲۱/۵۳ و ۲۰/۹۵) و مقاوم ترین آن در مرحله ساقه دهی (۳۰/۵ پنجه در کپه) به دست آمد (جدول ۵).

جدول۱: تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد پنجه	تعداد خوشه	طول خوشه	وزن هزاردانه	تعداد دانه پر	عملکرد دانه	تعداد دانه کل
رقم (V)	۱	۲۰۵/۸٤**	٦۷/٦۸**	٤/۰٤**	۳/۲٤**	۵۱/۵٤**	۲۳۸۱۰/۹۳**	٦٤٦۱/۲۰**
اثرمتقابل رقم × تکرار	۲	۳/۱۳	۰/۲۷	۱۱/٦۲	۰/۲٦	۰/۳۵	۲/۰٤	۰/۳۳
دما (T)	۱	۵۰۱/۸۱**	۲۸/۵۲**	٦۰/۲۳**	۳/٦۸**	۸۲۷۷/٦۷**	٤۰۵۳۳/۷۸**	۸۲۳۸/۸۵**
مراحل رشدی (G)	۳	۱۳۷/۳۹**	۸۵۵/٤۰**	۲۳/۲۳**	٤۰/٤٤**	۲۰۵۸/۸۳**	۲۵۱٦/٦۷**	۱۱۰٤/۸۳**
اثر متقابل رقم × دما (VT)	۱	۳۹/۹٦**	۰/۰۲ ns	۰/۳ ns	۲/۸٦**	٦٦۷/۵۲**	۱۲٤۹/۹۲**	۰/٦۹ ns
اثرمتقابل رقم × مراحل رشدی (VG)	۳	۱٤٦/۳٤**	۲۸/۵۷**	٤/۳٦**	۱/۱۷**	۳۱۳/۳۱**	۵٤۵/٤۹**	۱۵٦/۵۵**
اثرمتقابل دما × مراحل رشدی (TG)	۳	۸۳/۰۲**	۱/۱۸*	٦/٤۵**	۸/۱۰**	۲۰۱۸/۰۰۹**	۱۵٤٦/۳۷**	۸۵۵/۵۷**
اثرمتقابل رقم×دما× مراحل رشد (VTG)	۳	۷۸/٦۸**	۰/۰۲**	۲/۱۷**	۱/۱۹**	۳۱۹/۵۷**	٤۰۲/٤۸**	۱۵۲/۹٤**
خطا آزمایش (E)	۲۸	۲/٤۰	۰/۸۸	۰/۲٦	۰/۱۸	۰/۲۸	٤/۵۸	۱/۵۸
ضریب تغییرات (٪)		۷	٤/۰۱	۲/۲۷	۲/۰۵	۰/۷۸	۱/۸۷	۱/۲۵

ns، *و**: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند

تعداد خوشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که این صفت از نظر آماری تحت تاثیر رقم، دما، مرحله رشدی و اثر متقابل رقم × مراحل رشدی در سطح احتمال یک درصد و تحت تاثیر اثر متقابل دما در مراحل رشدی در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت ولی تحت اثر رقم × دما معنی دار نگردید.

بیشترین تعداد خوشه در کپه در رقم فجر و دمای ۳۲ درجه سانتی گراد و مرحله ی رشدی پر شدن دانه حاصل گردید (جدول۲). قابلیت پنجه زنی در برنج، یک صفت مهم زراعی جهت تولید دانه است (۱۷). نتایج این تحقیق نشان داد که قابلیت پنجه زنی ارقام اصلاح شده بیشتر از ارقام بومی است که این یک صفت ژنتیکی است. لذا تعداد خوشه حاصله بیشتر از ارقام محلی می باشد. در این راستا زونگ و همکاران (۲۰۰۲)، و حق وردیان (۱۳۸۹) نتایج مشابهی گزارش نمودند.

با کاهش دما از ۳۲ درجه سانتی گراد به ۱٦ درجه سانتی گراد رقم فجر به میزان۱۰ درصد کاهش در تعداد پنجه و مرحله ی رشدی متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان به میزان ۷/۳ درصد حساس ترین مرحله رشدی حاصل گردید (جدول های ۳ و ٤). در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در مراحل رشدی مشاهده می گردد در رقم های طارم محلی و فجر مرحله پر شدن دانه بالاترین و مرحله پنجه زنی پایین ترین مرحله در تعداد خوشه در کپه به‌دست آمد.

طول خوشه

اثر رقم، دما، مرحله ی رشدی و اثرات متقابل رقم در مراحل رشدی و دما در مراحل رشدی در سطح احتمال یک درصد بر طول خوشه معنی دار بود و اثر متقابل رقم در دما بر روی این صفت معنی دار نگردید (جدول۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین اثرات ساده بالاترین طول خوشه در رقم فجر، دمای۳۲ درجه سانتی گراد و مرحله رشدی پر شدن دانه بدست آمد. نوربخشیان و رضایی (۱۳۷۸) در آزمایشی نتیجه گرفتند که طول خوشه در ارقام دیر رس عمدتاً بیشتر از ارقام زودرس است. شکل گیری ابتدایی خوشه های آغازین گیاه برنج در مرحله اواخر پنجه دهی و شروع مرحله ساقه دهی می باشد لذا هر گونه استرس سرما در این مرحله به دلیل کاهش در جذب مواد غذایی و تقسیم سلولی باعث کاهش در طول خوشه می گردد. با کاهش دما از۳۲ درجه سانتی گراد به ۱٦ درجه سانتی گراد در هر دو رقم طارم محلی و فجر به طور مساوی به میزان ۹ درصد از طول خوشه کاسته شد و در مرحله ساقه دهی حساس ترین مرحله نسبت به کاهش دما بود به طوری که به میزان ۱۷ درصد از طول خوشه کاسته شده است (جدول های ۳ و ٤). در جدول (۵) مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در مراحل رشدی ملاحظه می گردد که در رقم طارم محلی در مرحله پر شدن دانه بیشترین طول خوشه (۲۵/۱۷ سانتی متر) و مرحله ساقه دهی کمترین طول خوشه (۲۰/۵۲ سانتی متر) و در رقم فجر، مرحله پر شدن دانه بلندترین طول خوشه (۲٤/۰۳ سانتی متر)، مراحل پنجه زنی و ساقه دهی کوتاه ترین طول خوشه را دارند.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه از نظر آماری تحت اثر رقم، دما، مرحله رشدی و اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول۱). با توجه به جدول اثرات ساده مشاهده می گردد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به رقم طارم محلی، دمای۳۲ درجه سانتی گراد و مرحله رشدی پر شدن دانه می باشد. وزن هزار دانه

یکی از اجزای عملکرد در برنج محسوب می شود که یک صفت ژنتیکی بوده و در ارقام مختلف فرق دارد و مقدار آن متاثر از شرایط دوره رسیدگی است. چون اندازه دانه در برنج به وسیله پوسته کنترل می شود و به همین علت تغییرات این صفت زیاد نیست (۲۱). حق وردیان (۱۳۸۹) در بررسی سه رقم طارم هاشمی، طارم امرلهی و شیرودی در کشت مستقیم برنج اعلام نمود بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب برای طارم امرالهی (۲۵/٥٦ گرم) و رقم طارم هاشمی (۲۳/٦۹ گرم) حاصل گردید.

با کاهش دما از۳۲ درجه سانتی گراد به ۱٦ درجه سانتی گراد در رقم طارم محلی به میزان ٤ درصد از وزن هزار دانه کاسته شده ولی در رقم فجر کاهش معنی داری مشاهده نگردید (جدول۳). با کاهش دما، مرحله رشدی پر شدن دانه بیشترین کاهش در وزن هزار دانه (٦ درصد) و مرحله پنجه زنی کمترین کاهش (۱ درصد) داشت (جدول ٤). با توجه به جدول اثر متقابل رقم در مراحل رشدی نشان داد که رقم طارم محلی و فجر در مرحله پر شدن دانه بیشترین وزن هزار دانه و مراحل پنجه زنی و ساقه دهی کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول۵).

جدول ۲: مقایسه میانگین اثرات ساده رقم، دما و مراحل مختلف رشد بر روی عملکرد و اجزای عملکرد

ترکیب تیمارها	تعداد پنجه	وزن هزار دانه	طول خوشه	تعداد دانه پر (در خوشه)	تعداد دانه پوک (در خوشه)	کل دانه (در خوشه)	تعداد خوشه (در کپه)	عملکرد دانه (گرم در کپه)
طارم محلی	۲۰/۰٦b	۲۱/۲۳a	۲۲/٤۳b	٦۷/۰۹b	۲۱/٤۲b	۸۸/٥۱b	۲۲/۲٥b	۱۹/۷۲b
فجر	۲٤/۲۰a	۲۰/۷۱b	۲۳/۰۱a	٦۹/۱٦a	٤۲/۳۳a	۱۱۱/۷۲a	۲٤/٦۲a	۲۳/۳۷a
۱٦ c°	۱۸/۹۰b	۲۰/٦۹b	۲۱/٦۰b	٥٤/۹۹b	۳۱/۹۷a	۸۷/۰۲b	۲۲/٦٦b	۱۹/٥۰b
۳۲c°	۲٥/۳٦a	۲۱/۲٥a	۲۳/۸٤a	۸۱/۲٦a	۳۱/۷۸a	۱۱۳/۲۲a	۲٤/۲۰a	۲۳/٦۰a
پنجه زنی	۱۸/۰۹d	۱۹/٥۸c	۲۲/۱٤c	۷۱/۲٥b	۲۹/۰۲b	۱۰۰/۲٥b	۱۳/۱٦d	۱۹/۰۱d
ساقه دهی	۲٥/۹۱a	۱۹/٤۹c	۲۱/۳۹d	٦۷/۳۲c	۲۱/۱۷c	۸۸/٥٤c	۲۱/۰۰c	۲۰/٥۱c
خوشه دهی	۲۰/۹۰c	۲۱/٤٥b	۲۲/۷۲b	٥۱/۱۳d	٤۸/۰۹a	۹۹/٦٤b	۲٦/٥۰b	۲۲/٤۰b
پرشدن دانه	۲۳/٦۱b	۲۳/۳۷a	۲٤/٦٤a	۸۲/۸۰a	۲۹/۲۲b	۱۱۲/۰۳a	۳۳/۰۸a	۲٤/۲۸a

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می باشند

تعداد خوشه چه پر درخوشه

همان طوری که در جدول تجزیه واریانس ملاحظه می گردد، رقم، دما، مرحله رشدی و اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد اثر معنی داری بر روی تعداد خوشه چه پر در خوشه داشتند. بیشترین تعداد خوشه چه پر در خوشه مربوط به رقم فجر، دمای۳۲ درجه سانتی گراد و مرحله رشدی پر شدن دانه می باشد (جدول۲). درجه حرارت پایین در خلال تمایز خوشه ممکن است منجر به تغییرات در مورفولوژی و فیزیولوژی گل دهی به شرح زیر گردد: دانه های گرده کمتری روی میله ها می چسبند (۱۸). نقص دانه گرده برای جوانه زنی بر روی پرچم ها (۲۰). کاهش تعداد گلچه ها (۱٦). دانه های

گرده ناقص (۱۹) و کاهش در جوانه زنی دانه گرده اتفاق می افتد. در طول دوره تشکیل جوانه اولیه خوشه تا آخر مرحله گل کردن در برنج، حساسترین مرحله نسبت به سرما می باشد. در طی دوره تغییر شکل و توسعه خوشه سرما سبب کاهش تعداد دانه در خوشه، افزایش پوکی و نهایتا کاهش میزان محصول می شود (۲ و ۲۲). احتیاج برنج به حرارت بستگی به رقم و طول دوره رشد آن دارد، از زمان تولد جوانه به بعد، به تدریج نیاز آن به حرارت افزایش یافته، در موقع گل دادن به حداکثر رسیده و پس از آن به تدریج تا زمان رسیدن کم می شود (۸). حسینی (۱۳۸۸) در بررسی اثر سرما در مراحل مختلف رشد برنج با تنش سرما در دمای ١٤ درجه سانتی گراد، حداکثر تعداد خوشه چه پر شده در خوشه با تنش سرما از استقرار نشاء تا پنجه زنی اعلام نمود و همچنین مراحل گلدهی و رسیدگی کامل حساس ترین مرحله تنش سرما را نشان داد (٦).

کاهش دما از۳۲ درجه سانتی گراد به١٦ درجه سانتی گراد در رقم طارم محلی با کاهش ٤٠ درصدی تعداد خوشه چه پر در خوشه از حساسیت نسبت به رقم فجر (۲۳/۹ درصد) برخوردار بود و همچنین مرحله رشدی خوشه دهی با کاهش ٧٤/٧ درصدی تعداد خوشه چه پر درخوشه حساس ترین مرحله و مرحله پر شدن دانه با کاهش ۱/۵ درصدی مقاوم ترین مرحله بود (جدول های ۳ و ٤). جدول اثر متقابل رقم در مراحل رشدی نشان می دهد که ارقام طارم محلی و فجر در مرحله رشدی پر شدن دانه بیشترین تعداد خوشه چه پر در خوشه و مرحله خوشه دهی کمترین مرحله تعداد خوشه چه پر در خوشه حاصل گردید.

جدول۳: مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم × دما بر روی اجزای عملکرد

ترکیب تیمارها	تعداد پنجه	تعداد خوشه	طول خوشه (cm)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه پر	تعداد دانه کل	عملکرد (گرم در بوته)
V1T1	۱۵/۹۱d	۲۱/۵۰c	۲۱/۳٤b	۲۰/۷۱e	۵۰/۲۳d	۸۱/۵۹d	۱۷/۸۰c
V1T2	۲٤/۲۰b	۲۳b	۲۳/۵۲a	۲۱/۷۵d	۸۳/۹۵a	۹۵/٤٤b	۲۱/٦۵b
V2 T1	۲۱/۸۸c	۲۲/۸۳b	۲۱/۸٦b	۲۰/٦۸e	۵۹/۷٦c	۱۰۲/۲۱c	۲۱/۲۱b
V2 T2	۲٦/۵۲a	۲۵/٤۱a	۲٤/۱٦a	۲۰/۷٤e	۷۸/۵٦b	۱۱۰/۷۷a	۲۵/۵٤a

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می باشند

تعداد کل خوشه چه در خوشه

همان طوری که در تجزیه واریانس دیده می شود، تعداد کل خوشه چه در خوشه از نظر آماری تحت تاثیر رقم، دما، مرحله رشدی و اثرات متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفتند. جدول مقایسه میانگین اثرات ساده نشان می دهد که بیشترین تعداد خوشه چه در خوشه در رقم فجر، دمای°۳۲c و مرحله رشدی پر شدن دانه به دست آمد. استمرار درجه حرارت پایین (۱۵درجه سانتی گراد و پایین تر) می تواند از رشد خوشه و ظهور آن جلوگیری کند و منجر به عدم تشکیل دانه در خوشه گردد (۲۲). در

طول دوره تشکیل جوانه اولیه خوشه تا آخر مرحله گل کردن در برنج، حساس‌ترین مرحله نسبت به سرما می باشد. در طی دوره تغییر شکل و توسعه خوشه سرما سبب کاهش تعداد دانه در خوشه، افزایش پوکی و نهایتاً کاهش میزان محصول می شود (۲). با کاهش دما از۳۲ درجه سانتی گراد به۱٦ درجه سانتی گراد به میزان ۱٤/۵ درصد از تعداد خوشه چه در خوشه در رقم طارم محلی کاسته شد که نسبت به رقم فجر از حساسیت بیشتری برخوردار است (جدول۳). و همچنین کاهش دما در مرحله رشدی ساقه دهی با کاهش ٤۳/۷ درصدی تعداد خوشه چه حساس تر ین مرحله و مرحله پر شدن دانه با کاهش ۸/۳ درصدی مقاوم ترین مرحله نسبت به استرس دمائی می باشد (جدول٤). جدول اثر متقابل رقم در مراحل رشدی نشان می دهد که در رقم طارم محلی و فجر بیشترین تعداد خوشه چه در خوشه در مرحله پر شدن دانه و مرحله ساقه دهی کمترین تعداد خوشه چه در خوشه حاصل گردید.

عملکرد دانه در کپه

رقم، دما، مراحل رشدی و اثرات متقابل رقم در مراحل رشدی و دما در مرحله رشدی بر روی عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنی دار و اثر متقابل رقم در دما بر روی عملکرد اثر معنی دار نداشت (جدول۱). رقم فجر به دلیل بالاتر بودن تعداد پنجه، تعداد خوشه در کپه، طول خوشه، تعداد خوشه چه کل در خوشه و تعداد خوشه چه پر در خوشه بیشترین عملکرد دانه (۲۳/۳۷ گرم در کپه) نسبت به رقم طارم (۱۹/۷۲ گرم در کپه) داشت. ارقام و لاین‌های مختلف عکس العمل های متفاوتی نسبت به سرما از خود نشان می دهند به طوری که اشراقی و همکاران (۱۳۷۵) در یک آزمایش بر روی ۱۳۵ لاین از کشورهای مختلف به همراه ۳ رقم شاهد و محلی در منطقه کوهستانی در طرح بدون تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. تعدادی از این لاین ها اصلا به خوشه نرفتند و یا این‌که به خوشه رفته ولی محصولی تولید نکردند و تعداد ۱٤ لاین که میزان محصول خوبی تولید نموده و در مقایسه با شاهد عملکرد بیشتری داشته اند (۱).

عملکرد دانه در دمای ۳۲ درجه سانتی گراد به علت بالاتر بودن کلیه صفات مورد آزمون از عملکرد بالاتری (۲۳/٦گرم در کپه) نسبت به دمای ۱٦ درجه سانتی گراد (۱۹/۵ گرم در کپه) به دست آمد. مقایسه میانگین اثر ساده مراحل رشدی نشان می دهد که مرحله رشدی پر شدن دانه به دلیل بالاتر بودن تعداد خوشه در کپه، طول خوشه، تعداد خوشه چه کل در خوشه و تعداد خوشه چه پر در خوشه بیشترین عملکرد دانه (۲٤/۲۸ گرم در کپه) **و** مرحله رشدی پنجه زنی به علت کمتر بودن در تعداد خوشه در کپه و وزن هزار دانه، کمترین میزان عملکرد (۱۹/۰۱گرم در کپه) داشت (جدول ۲). بینگهام (۱۹٦۹) بیان داشت که عملکرد دانه در غلات به نمو گیاه در مراحل رویشی، زایشی و رسیدن می باشد و سرما باعث کاهش عملکرد دانه می شود(۱۵).

با کاهش دما از۳۲ درجه سانتی گراد به ۱٦ درجه سانتی گراد در هر دو رقم طارم محلی و فجر به میزان حدود ۱۷ درصد بدون اختلاف معنی دار از میزان عملکرد دانه کاسته شد ولی مقایسه میانگین دما در مرحله رشدی نشان می دهد که مرحله رشدی پنجه زنی به دلیل کاهش در تعداد پنجه در کپه و تعداد خوشه در کپه بیشترین درصد کاهش عملکرد (۲۳درصد) نسبت به دمای۳۲ درجه ساتی گراد داشته و مرحله پر شدن دانه کمترین درصد کاهش عملکرد (۱۱/۹درصد) به دلیل بالاتر بودن تعداد خوشه چه کل و خوشه چه پر در خوشه داشت.

در جدول مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در مرحله رشدی ملاحظه می گردد که رقم فجر در مرحله پر شدن دانه بیشترین میزان عملکرد (۲۲/۹۹گرم در کپه) **و** مرحله پنجه زنی کمترین میزان عملکرد (۱٦/۵۷گرم در کپه) و در رقم طارم محلی در مرحله پر شدن دانه بیشترین میزان عملکرد (۲۵/۵۸گرم در کپه) و مراحل پنجه زنی و ساقه دهی کمترین میزان عملکرد دانه در کپه (۲۱/٤۵ و ۲۲/۳۰ گرم در کپه) بود.

نتایج نشان داد که با کاهش دما از۳۲ درجه سانتی گراد به ۱٦ درجه سانتی گراد تمامی صفات مورد آزمون کاهش یافته و مرحله پنجه زنی کمترین میزان عملکرد و مرحله رشدی پر شدن دانه بیشترین میزان عملکرد و رقم فجر به‌جز وزن هزار دانه در تمامی صفات مورد آزمون دیگر نسبت به رقم طارم برتر بوده است.

جدول ٤: مقایسه میانگین اثرات متقابل دما × مراحل رشدی بر روی اجزای عملکرد

ترکیب تیمارها	تعداد پنجه	تعداد خوشه	طول خوشه (cm)	وزن هزار دانه (gr)	تعداد دانه پر	تعداد دانه کل	عملکرد (گرم در بوته)
T1G1	۱۲/۰۸g	۱۲/٦٦f	۲۱/٦۹de	۱۹/۵۱d	٦۲/٦۱d	۹۰/۰۱f	۱٦/۵۳f
T1G2	۲۵/۸۳b	۲۰/۵۰e	۱۹/٤۰f	۱۸/۲۷e	۵۳/٦۰e	٦٤/٤۹g	۱۸/۰۹e
T1G3	۱٦/۲۵c	۲۵/۵۰d	۲۱/۲٦e	۲۰/۹۰c	۲۰/٦۱f	۸۵/٤٤f	۲۰/٦۵d
T1G4	۲۱/٤۳c	۳۲d	۲٤/۰٦b	۲٤/۱۰a	۸۲/۱۵ab	۱۰۷/۱۵d	۲۲/۷٤d
T2G1	۲٤/۱۰c	۱۳/٦٦f	۲۲/۵۸cd	۱۹/٦۵d	۷۹/۸۹c	۱۱۰/۵۱cd	۲۱/٤۹d
T2G2	۲٦/۰۰c	۲۱/۵۰e	۲۳/۳۸bc	۲۰/۷۱c	۸۱/۰٤c	۱۱۲/۵۹bc	۲۲/۹۳c
T2G3	۲۵/۲۲۵٦ab	۲۷/۵۰c	۲٤/۱۸ab	۲۲b	۸۱/٦۵b	۱۱۳/۸۵ab	۲٤/۱۵b
T2G4	۲۵/۸۰b	۳٤/۱٦a	۲۵/۲۲a	۲۲/٦٤b	۸۳/٤٦a	۱۱٦/۹۳a	۲۵/۸۲a

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می باشند

منابع

۱- اشراقی، ا. ۱۳۷٦. اثر سرما در رشد و نمو گیاه برنج. نشریه طرح جامع توسعه کشاورزی، انتشارات معاونت موسسه تحقیقات برنج مازندران. گزارش پژوهشی شماره ٤۲.

۲- اشراقی، ا ۱۳٦٦. اثر سرما در رشد و نمو گیاه برنج. نشریه شماره ۱٦طرح جامع توسعه کشاورزی منطقه ساحلی بحرخزر. انتشارات موسسه تحقیقات برنج مازندران. ص: ۲۲.

۳- کافی، م. ۱۳۷۹. مکانیزم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی در گیاهان. ترجمه . دانشگاه فردوسی مشهد. ص: ۲٤٥.

٤- تزار، م. ب. ۱۳٦۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. ترجمه کوچکی، راشد و همکاران. انتشارات آستان قدس رضوی. ص :۲۸۹.

٥- 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.

٦- حسینی، خ. و همکاران. ۱۳۸۸. بررسی تنش سرما در مراحل مختلف رشد و نمو در برنج هیبرید ، قائم. چکیده مقالات همایش علوم زراعی قائمشهر، ۲۸ و ۲۹ بهمن. ص: ۸۷

۷- حق وردیان، م. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر تاریخ کاشت بر صفات زراعی ارقام مختلف برنج در کشت مستقیم. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی چالوس. ۱۰۱ صفحه.

۸- خدا بنده، ن. ۱۳۷۱. غلات. انتشارات دانشگاه تهران. ص: ٥۰٦.

۹- رادفر، ح. ۱۳۸۳. ارزیابی تنش سرما روی مرحله جوانه زنی و گیاهچه ای برنج تحت شرایط کنترل شده در منطقه مازندران . پایان نامه کارشناسی ارشد .دانشگاه آزاد اسلامی. واحد ورامین.۱۸۲.

۱۰- کاظمی تبار. ۱۳۷۹. بررسی ژنتیک مقاومت و یا سازگاری به تنش سرما در گیاه برنج . مقالات کلیدی ششمین کنگره علوم زراعت اصلاح نباتات ایران. دانشگاه مازندران. ص: ۲٥۷.

۱۱- کوچکی، ع.، سلطانی، ا. و عزیزی، م. ۱۳۷٦. اکوفیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. (ترجمه). ۲۷۱ صفحه.

۱۲- محتشمی، ر. ۱۳۸٤. بررسی اثر متقابل ژنوتیپ * محیط و سازگاری ارقام برنج متحمل به سرما در یاسوج. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد.

۱۳- نور محمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع ۱۳۷٦. زراعت (غلات) جلد اول، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ص: ۲۹۱-۲٤۱.

13-Bedi, S. and Basra, A. S. 1993. Chilling injury in germinating seeds. Basic mechanisms and agricultural implications. Seed Science Research. 3,219-229.

14-Bienvennid, O. 1993. Rice in human food and nutrition. ON. 26-35. Pp.

15-Bingham, J. 1969. The physiological derterminations of grain yield Agric. Prog. 44 : 30- 42.

16-Kiyosawa, S. and Aimi, R. 1959. The influence of temperature shadding on the devlopment of rice panicle. Proc Sci japan. 17-421.

17-Lee, T. M., Lur, S. H. and Chu, C. 1997. Role of absesic acid in chilling tolerance of rice seedling plant Sci. 126(1):1-10.

18-Murata, Y. 1975. On the influence of solar radiation and ai temperature upon the local difference in the productivity of paddy rice in japan.Proc. Crop Sci Soc. Japan. 33:59-63

19-Nagai, T. and Matsushita, E. 1993. Physio-ecological characteristics in roots of rice plant grown under different soil temperature condition. Proc Sciences, Japan. 31: 385-388.

20-Oka, H. 1984. Pylogenetic differntiation of the cultivhed rice plant. V. Variation of minimum germination temperature and temperature constant amoung rice varieties.Jap. Breed.. 4:140-144.

21-Saha, A. R., sarkar, K. and Yamagishi, Y. 1998. Effect of time of nitrogen application on spikelete differention and degeneration of rice bot bull Acad sin 39: 119-123.

22-Vergara, B. S. and Visperas, R. M. 1971. Errect of temperature on the physiology and morphology of the rice plant. IRRI, Los Ban 6.
23-Wu, G., Wilson, L. T. and McClung, A. M. 1998. Contribution of rice tillers to dry matter accumulation and yield. Agron J. 90(3):317-323.