Archive of SID

نشریه زراعت شماره ۱۰۶، بهار ۱۳۹۴

(پژوهش و سازندگی)

تاثیرتیمار دمایی بر مراحل رشد و عملکرد ارقام برنج در شرایط گلخانه

- الهیار فلاح، عضو هیات علمی معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور (نویسنده مسئول)
- پریسا میارستمی، کارشناس ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر

تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۹۲

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۵۵۰۵۰۲

پست الکترونیک نویسنده مسئول: a.fallah@areo.ir

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تیمار دمایی بر مراحل مختلف رشد گیاه برنج، آزمایش گلخانه ای به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه معاونت موسسه برنج آمل انجام شد. در این بررسی عامل اصلی پنج رقم برنج شامل طارم محلی، فجر، دیلم، لاین۸۴۳ و شیرودی و عوامل فرعی شامل تیمار دمایی در دو سطح (۱۶ و ۳۲ درجه سانتیگراد به ترتیب تنش دمای پایین و شاهد) و مراحل رشدی در چهار سطح (شامل متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان، ساقه دهی (مرحله v شکل برگ)، آبستنی تا گلدهی و پرشدن دانه اجرا گردید. در این بررسی از هر رقم در هر گلدان، دو تک بوته نشاء شد. کلیه گلدانها تا رسیدن به مرحله رشدی تعیین شده در شرایط شاهد (۳۲ درجه سانتیگراد)، نگهداری و موقع رسیدن به مرحله فنولوژی رشدی مورد نظر به مدت ۱۵ روز در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد نگهداری و سپس به دمای ۳۲ درجه سانتیگراد منتقل شدند. در پایان هر مرحله رشدی صفات مورفولوژیکی ارتفاع گیاه، تعدادپنجه، سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک کل در هر کپه و اجزای عملکرد با اندازه گیری تمامی خوشه های هر کپه همزمان با رسیدگی فیزیولوژیکی، اندازه گیری و محاسبه شد. نتایج نشان داد که اعمال کاهش دما باعث کاهش مقدار مولفه های مورفولوژیکی نظیر ارتفاع گیاه، تعدادپنجه، سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک کل، به‌ترتیب به میزان ۶، ۱۷، ۵۶، ۳۹ و ۳۸ درصد شد. این مطالعه نشان داد که کاهش دما، در مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان سبب بروز بیشترین خسارت به عملکرد دانه برنج می‌شود. کاهش تعداد خوشه در کپه و طول خوشه سبب کاهش عملکرد دانه برنج بود. در میان ارقام مورد بررسی، حساس‌ترین رقم نسبت به کاهش دما، لاین ۸۴۳ (۲۰/۶۴ درصد کاهش نسبت به شاهد) و متحمل ترین رقم شیرودی (۱۱/۰۱درصد کاهش نسبت به شاهد) ارزیابی شد. همچنین با اعمال کاهش درجه حرارت در مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان، بیشترین عملکرد دانه، در رقم دیلم (۳۰/۶۸گرم در کپه) و کم‌ترین مقدار در رقم طارم محلی (۱۶/۵۷گرم در کپه) مشاهده‌شد. این مطالعه نشان داد که کاهش دما (۱۶ درجه سانتیگراد) بطور میانگین سبب کاهش ۱۹/۶ درصدی عملکرد دانه در ارقام برنج شد.

کلمات کلیدی: اجزای عملکرد ، ارقام برنج، تنش دمای پایین، فنولوژی رشد

www.SID.ir

Archive of SID

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 94-103

Effect of temperature treatments on growth stages and yield of rice varieties in greenhouse

By:

- *A. Fallah, (Corresponding Author; Tel: 09111550502), Scientific Staff of Rice Research Institute of Iran*
- *P. Miarostami, M.Sc. of Agronomy, Islamic Azad University, Ghaemshar Branch*

Received: April 2012 **Accepted: June 2013**

In order to study of temperature treatment on growth of rice crop, a green house experiment was carried out at deputy of rice research institute of Iran. Treatment's included varieties in 5 levels (Tarom, Fajr, Shirudi, Dilam and Line 843) as main factors and 2 levels of temperature treatment. (16 & 32°c) along with 4 levels of growth stages (mid-tillering utile maximum tillering, stem elongation, booting-flowering and grain filling) were considered as two sub factors. Only two seedlings were planted in each pot and all of them were kept in normal temperature then they were kept in 16°c for 15 days then they were transferred to 32°c place. After each stage, morphological characters of plant height, tiller number, leaf area, leaf, stem and total dry weight per hill were measured. Yield and yield components of hill was measured in physiological maturity stage. The decrease of temperature from 32 to 16°c causes the decrease of morphological characters of plant height, tiller number, leaf area, leaf, stem and total dry weight up to 6, 17, 56, 39 and 38 percent, respectively. In different growth stage in relation to temperature stress in the middle tillering stage until the appearance of young panicle lowest yield was obtained because of decrease in morphological characters and panicle number and length. The most sensitive variety in relation to temperature stress is the 843 line with the most percentage of decreasing of yield (% 20.64) and the most tolerance in relation to temperature stress is the variety of Shirudi with the least percentage of decreasing of yield (% 11.01). The most amount of yield was obtained in the variety of Dilam with temperature stress in grain filling stage (30.68 g in hill) and the lowest amount in the variety was Tarom in the mid-tillering utile the appearance of young panicle stage (16.57 g in hill) because of decreasing the panicle number in hill and less number of grain in panicle. The mount of final yield decreasing in 16°c in relation to 32°c was 19.6 percent.

key Words: Growth phenology, Low temperture stress, Rice varieties, Yield components

مقدمه

یکی از عوامل محدود کننده زراعت برنج در کشور تنش دمایی پایین در دوره رشد گیاه برنج است (۳ و۹).این معضل در استان های سردسیر کشور نظیر اصفهان، چهارمحال بختیاری، لرستان، آذربایجان و حتی استان‌های شمالی نیز دیده می شود (۷) . تحقیقات بسیار وسیعی در زمینه تاثیر تنش دمای پایین انجام شده و مشخص شده است که گیاهان گرمسیری و نیمه گرمسیری مانند پنبه، ذرت و برنج هنگامی که در معرض دمای ۱۰ و ۱۲ سانتیگراد قرار می گیرند، دچار اختلالات فیزیولوژیکی شده و تولید آنها کاهش می یابد (۴، ۷،۸ و۱۲).

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از گیاهان مهم تیره غلات (*Poaceae*) و جنس اوریزا (*Oryza*) ، یک ساله و علفی حساس به دمای پایین طبقه بندی می شود (۵). لی (Lee, 1979; 2001) گزارش کرد که دمای بحرانی برای ارقام متداول برنج در کشورکره جنوبی(تیپ ژاپونیکا)، در مرحله جوانه زنی ۱۰، گیاهچه ای ۱۳، رشد رویشی ۱۵، زایشی ۱۷، خوشه دهی ۱۷ و رسیدن دانه ۱۴ درجه سانتیگراد می باشد. وی همچنین اعلام داشت که ارقام ایندیکا حساسیت بسیار بیشتری به تنش دمای پایین دارند و رشد گیاه، پیش از رسیدن به نقطه بحرانی به‌شدت کاهش می‌یابد. خسارت تنش دمای پایین در مراحل رشد رویشی و زایشی در ارقام اصلاح شده نیز گزارش شده است (۷).

همچنین گزارش شده است که کاهش ۴ درجه سانتیگراد دما در مرحله تمایز دانه گرده، باعث کاهش ۲۵ درصد محصول نسبت به شرایط عادی شده است (۴). لی (Lee, 1979; 2001) بیان داشت که در مرحله گلدهی حداقل دمای خسارت زا برای ارقام برنج ۱۵ درجه سانتی‌گراد است. به‌طوریکه کاهش دما در مرحله گلدهی و پر شدن دانه، باعث کاهش محصول و شاخص برداشت می شود (۵ و۱۲). اطلاعات موجود (۷) نشان می‌دهد که همه ساله بین ۲۰ تا ۵۰ درصد شالیزارهای کشور با معظل کاهش دما مواجه هستند.

ادایر (Adair, 1988) بیان داشت که کوتاه ماندن بوته در دمای بین ۱۸-۱۳ درجه سانتی گراد، بخاطر عدم طویل شدن میانگره های ساقه می باشد. محققان ایری (IRRI, 1983) بیان داشتندکه با کاهش دما، طول اندام هوایی، طول ریشه و وزن خشک اندام هوایی و ریشه کاهش معنی‌داری می یابد. میزان این کاهش برای ریشه۳۰ درصد و برای اندام هوایی ۲۵ تا ۳۵ درصد بود و در دمای زیر ۱۴ درجه سانتیگراد رشد گیاه برنج متوقف شده است.آنها اظهار داشتند که با کاهش دما، سرعت واکنش های شیمیایی و فرآیند هایی مانند تنفس و فتوسنتز کاهش می یابد درنتیجه باعث تاخیر در ظهور مراحل مختلف رشدی گیاه و کاهش بیوماس تولیدی و عملکرد می شود. نیجات و همکاران (Nijat, et al. 2004) نیز تنش دمای پایین در مرحله تمایز دانه گرده را

www.SID.ir

Archive of SID

باعث عقیمی گلچه‌های گیاه برنج اعلام کردند. کاهش تعداد دانه گرده بالغ باعث کاهش جوانه‌زنی دانه گرده بر روی کلاله می‌شود(Yunbi and Zongton, 1988).سرما و گرمای خارج از حد مطلوب برای گیاه برنج سبب تنش دمایی می شود و معمولا ناشی از تاخیر یا تعجیل در کاشت در هرمنطقه می باشد که با کاهش رشد و عملکرد دانه همراه است(رفیعی، ۱۳۸۷) . مطالعه ا ی دیگر نیز نشان داد که اندازه دانه، سرعت گچی شدن، وزن هزار دانه و سرعت رسیدگی برنج تحت شرایط تنش آب سرد کاهش یافته است (Zhao , et al.2009). بنابراین ضروری است مقدار خسارت ناشی از تنش دمایی در مراحل مختلف رشد گیاه برنج به صورت کمی بیان گردد تا در موقع بروز خسارت بتوان میزان آن را تعیین کرد چون صندوق بیمه محصولات کشاورزی نیاز به اطلاعات کمی دارد تا بتواند خسارت ناشی از دمای پایین را به کشاورزان پرداخت نمایید.

هدف این آزمایش بررسی تاثیر تنش دمای پایین در مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه برنج بر میزان کاهش رشد وعملکرد دانه نسبت به شرایط دمای ۳۲ درجه سانتیگراد بوده است.

مواد و روش

این بررسی در گلخانه معاونت موسسه تحقیقات برنج آمل، با عرض جغرافیایی °۳۶ و ‹۲۸ شمالی و طول جغرافیایی (شرقی) °۵۲ و ‹۲۳ و ارتفاع ۲۹/۸ متر از سطح دریا طی سال ۱۳۸۸ اجرا شد.

به منظور تعیین میزان تاثیر تنش دمای پایین بر مراحل مختلف رشد گیاه برنج، آزمایش گلخانه ای به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این مطالعه عامل اصلی پنج رقم برنج شامل طارم محلی، فجر، دیلم، لاین۸۴۳ و شیرودی و عوامل فرعی شامل تیمار دمایی در دو سطح ۱۸/۱۶ درجه سانتیگراد (شب/روز) و ۳۲/۳۰ درجه سانتیگراد، (شب/روز) به ترتیب تنش دمای پایین و شاهد، و چهار مراحل رشدی (شامل متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان، ساقه دهی (مرحله v شکل برگ)، آبستنی تا گلدهی و پرشدن دانه در نظر گرفته شدند. در این بررسی از هر رقم در هر گلدان، دو تک بوته نشاء شد. کلیه گلدانها تا رسیدن به مرحله رشدی تعیین شده در شرایط شاهد نگهداری و به مجرد رسیدن به هرمرحله فنولوژی رشد به دمای ۱۶ درجه سانتیگراد منتقل شدند. بوته ها به مدت ۱۵ روز در شرایط دمای پایین نگهداری و سپس به شرایط عادی (دمای ۳۲ درجه سانیگراد) بازگردانده شدند.

گلدان ها حاوی ۸ کیلو گرم خاک مزرعه با بافت خاک رسی بوده و مقدار ۱گرم اوره، فسفات تریپل و کلرید پتاسیم به هرگلدان داده شد. کود اوره به صورت سرک و به میزان یک گرم برای هر گلدان بعد از ۳۵ روز از نشاکاری داده شد. تیمار های دمایی با نصب کولر و ترموستات تنظیم دما وحفظ رطوبت نسبی با استفاده از رطوبت سنج و به صورت دستی بین ۱۰± ۷۵ درصد با خیس نمودن مداوم گلخانه تنظیم شد. در پایان هر مرحله فنولوژی، صفات مرفولوژیکی شامل ارتفاع گیاه، تعدادپنجه ، سطح برگ ، وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک کل در هر کپه اندازه گیری شد. میزان سطح برگ توسط دستگاه اندازه گیری سطح برگ (Leaf area meter) مدل (LI- 3100 Area- Meter, LI-COR,Inc: Lincoln, Nebraska. USA)) تعیین شد. در زمان رسیدن فیزیولوژیکی، اجزای عملکرد با اندازه گیری تمامی خوشه های هر کپه حاصل شد. عملکرد هر کپه نیز در رطوبت ۱۴٪ محاسبه شد و داده های حاصل در قالب طرح آماری اسپلیت پلات فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه تکرار و با استفاده از نرم افزار SAS6.2 تجزیه واریانس شد. مقایسه میانگین تیمار ها با برنامه MSTAT-C و به روش دانکن در سطح احتمال۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مرفولوژی

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان می دهدکه اثرات رقم، دما، مراحل رشدی و اثرات متقابل آنها بر روی ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، سطح برگ و وزن خشک برگ ، ساقه و وزن خشک کل در کپه در سطح احتمال یک درصد (P<0/01) معنی دارمی باشد. متوسط ارتفاع بوته در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد ۹۴/۹ سانتیمتر و در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد ۸۹/۲ سانتیمتر بود که میزان کاهش آن ۶ تعیین شد (جدول ۲). ادایر (Adair, 1988) بیان داشت که صفت ارتفاع بوته در بین سایر صفات مورد بررسی دارای کمترین میزان تغییرات در شرایط تنش سرما بوده و باعث کاهش ارتفاع بوته گیاه برنج می شود. وی اظهارداشت که کوتاه ماندن بوته در دمای بین ۱۸-۱۳ درجه سانتی گراد، بخاطر عدم طویل شدن میانگره ها ساقه می باشد. دراین بررسی با کاهش دما از ۳۲ به ۱۶درجه سانتیگراد تعداد پنجه کاهش پیدا کرد، به طوری که کمترین تعداد پنجه در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد (۲۳/۶) و بیشترین در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد (۲۸/۴) مشاهد گردید. میزان کاهش تعداد پنجه در کپه نسبت به تیمار شاهد ۱۷ برآورد شد. لی (Lee, 1979; 2001) دمای بهینه برای پنجه دهی گیاه برنج را ۳۲-۲۵ درجه سانتگراد اعلام کرد. همچنین مشخص شد که سطح برگ در دمای ۱۶ درجه نسبت به ۳۲ درجه سانتیگراد، کاهش قابل توجهی داشته است به طوری که میانگین سطح برگ در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد ۹/ ۲۹۳۸ سانتیمتر مربع در هر کپه بود که در مقایسه با دمای۱۶ درجه سانتیگراد ۵۶ درصد کاهش یافت و به ۱۲۶۸/۲ سانتیمترمربع در هر کپه رسید که بیشترین کاهش در بین صفات مرفولوژیکی اندازه گیری شده بود (جدول ۲).

با کاهش دما از ۳۲ به ۱۶ درجه سانتیگراد، وزن خشک برگ نیز کم شد به طوری که وزن خشک برگ در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد معادل ۱۲/۲۵ گرم در کپه و در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد معادل ۱۸/۶۳ گرم در کپه بدست آمد که ۳۸ درصد کاهش نشان داد. وزن خشک ساقه در تیمار دمایی ۳۲ درجه سانتی گراد به میزان ۴۱/۲۷ گرم در کپه بدست آمد، در حالیکه میزان آن در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد ۲۴/۶۹ گرم در کپه تعیین شد که کاهشی معادل ۳۹ درصدی داشت. جدول (۲) نشان می دهد که با کاهش دما از ۳۲ به ۱۶ درجه سانتی گراد، وزن خشک کل نیز کاهش پیدا کرد، به طوری که میزان آن در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد معادل ۳۷/۱۲ گرم در کپه و در دمای ۳۲ درجه سانتی گراد معادل ۵۹/۹۰ گرم در کپه بدست آمد و میزان کاهش وزن خشک کل نسبت به تیمار شاهد ۳۸ درصد برآورد شد.

محققان ایری (IRRI, 1983) بیان داشتندکه با کاهش دما طول اندام هوایی، طول ریشه و وزن خشک اندام هوایی و ریشه کاهش معنی داری می یابد. آنها اظهار داشتند که با کاهش دما، سرعت واکنش های شیمیایی و فرآیند هایی مانند تنفس و فتوسنتز با شدت بیشتری کاهش می یابد. همین امر سبب می شود که گیاه نه تنها ملکول هایی ذخیره ای جدید تو لید ننماید، بلکه از ذخایر خود استفاده کند. کاهش سطح انرژی متابولیکی درگیاه، فرآیند هایی مهمی مانند جذب آب و عناصر غذایی را محدود نمود و در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- تجزیه ی واریانس صفات مورفولوژیکی ارتفاع، پنجه، سطح برگ و وزن خشک برگ، ساقه و کل

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع	پنجه	سطح برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک کل
رقم(V)	۴	۳۰۲۷/۱۱**	۳۹۴/۷۳**	۱۸۳۷۳۹۸/۶۶**	۹۹۵/۵۲**	۹۵۵/۱۷**	۳۶۳۸/۲۷**
رقم × تکرار (خطای a)	۱۰	۱۸/۶۱	۳/۳۹	۴۱۸۱۴/۴۶	۴/۴۵	۵/۸۷	۱۸/۳۱
دما (T)	۱	۷۴۴/۹۰**	۶۸۰/۲۰**	۸۱۹۴۶۵۱۸/۲۸**	۸۲۴۱/۰۹**	۱۲۲۲/۵۹**	۱۵۵۴۳/۹۴**
مراحل رشد (G)	۳	۲۱۱۱۷/۸۰**	۷۱۲/۹۸**	۱۲۲۶۳۳۴/۵۳**	۲۲۲۳/۸۳**	۸۲۰/۰۲**	۵۶۵۰/۵۸**
(V.T)	۴	۱۷۶/۸۰**	۳۶/۴۳**	۲۱۵۲۴۶۸/۹۸**	۶۶۵/۹۸**	۵۳۸/۷۰**	۸۴۳/۶۵**
(V.G)	۱۲	۱۸۹/۲۴**	۱۲۸/۷۱**	۱۰۱۲۷۰۸/۵۲**	۳۸۹/۶۳**	۴۸۶/۲۵**	۳۸۳/۳۱**
(T.G)	۳	۹۹۴/۲۵ **	۳۰۸/۵۶**	۱۳۸۸۶۹۰۱/۲۵**	۵۴ ۸۵/۳۶**	۱۳۵۵/۴۱**	۱۶۲۹۳/۵۱**
(V.T.G)	۱۲	۸۱/۱۱ **	۷۹/۵۱**	۴۱۲۵۱۳/۱۸**	۶۱۸/۶۳**	۵۸۸/۸۰**	۱۷۴۸/۲۷**
خطای کل	۷۰	۱۳/۶۵	۳/۱۵	۷۱۲۵/۵۹	۱/۱۴	۰/۳۲	۱/۸۷
ضریب تغییرات (C.V)		۳/۹۹	۶/۹۲	۳/۹۹	۲/۰۸	۳/۷۵	۲/۸۰

n.s : غیر معنی دار. *و ** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد

جدول ۲- اثر تیمار دمایی بر صفات مورفولوژیکی در سطو ح مختلف رقم و مراحل رشدی در شرایط گلخانه

صفات / تیمار دما	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد پنجه در کپه	سطح برگ در کپه (سانتی متر مربع)	وزن خشک ساقه (گرم در کپه)	وزن خشک برگ (گرم در کپه)	وزن خشک کل (گرم در کپه)
۱۶ °c	۸۹/ ۲ b	۲۳/ ۶ b	۱۲۸۶/ ۲ b	۲۴/ ۸۹ b	۱۲/ ۲۵ b	۳۷/۱۲ b
۳۲ °c	۹۴/ ۹ a	۲۸/ ۴ a	۲۹۳۸/ ۹ a	۴۱/ ۳۷a	۱۸/ ۶۳ a	۵۹/۹ a

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می باشند.

نتیجه بطور مضاعف سبب کاهش آسیمیلاسیون و رشد گیاه برنج می گردد. در این تحقیق کاهش وزن خشک کل در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد ناشی از کاهش تعداد پنجه در کپه، کاهش سطح برگ، وزن خشک برگ و ساقه بوده است.

مقایسه میانگین اثر مراحل رشدی نشان داد که حداکثر ارتفاع بوته مربوط به مرحله پرشدن دانه (۱۱۹/۴) و حداقل آن مربوط به مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۵۹/۴) بوده است (جدول ۳). در مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان به دلیل سرعت رشد بالا و تقسیم زیاد سلولی ارتفاع گیاه به سرعت افزایش می یابد، بنابراین هر گونه تنش سرما باعث کاهش سرعت تقسیم و رشد سلول ها شده که نتیجتاً، ارتفاع گیاه کاهش می یابد. مطالعات انجام شده در مرکز تحقیقات بین المللی برنج (IRRI, 1983) نشان داده است که بوته های نشا کاری شده در دامنه حرارتی ۱۸/۷-۱۴/۷ درجه سانتیگراد توقف رشد نشان داده و از نظر ارتفاع نصف بوته های تیمار شاهد بودند.

در تحقیق حاضرحداکثرتعداد پنجه در تیمار دمایی در مرحله ساقه رفتن (مرحله v شکل برگ) معادل ۳۰/۸ و حداقل آن در مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۱۹/۲) بدست آمد (جدول ۳). حداکثر میزان وزن خشک برگ در مرحله پرشدن دانه (۲۲/۴۹ گرم در کپه) و حداقل میزان آن در مرحله پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۱۰/۶ گرم در کپه) بدست آمد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر مراحل رشدی بر سطح برگ نشان داد که حداکثر سطح برگ در مرحله ساقه دهی (مرحله vشکل برگ)(۲۳۵۸/۵۲ سانتیمتر مربع در کپه) و حداقل آن در مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۱۹۰۹/۵۶ سانتیمتر مربع) بدست آمد (جدول ۳). ورگارا و ویسپراس (Vergara and Visperas, 1971) اظهار داشت مهمترین علائم تاثیر کاهش دما در مرحله رشد رویشی گیاه برنج عبارتند از: کوتاه شدن گیاه، تغییر رنگ پهنک برگ و کاهش تعداد پنجه است.

در بررسی حاضر بطور میانگین بیشترین وزن خشک ساقه درکپه در مرحله ی پرشدن دانه (۴۵/۷ گرم در کپه) و کمترین آن در مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۲۷/۲ گرم در کپه) بدست آمد (جدول ۳). حداکثر میزان وزن خشک کل در مرحله پرشد دانه (۶۸/۱۹ گرم در کپه) و حداقل آن در مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۳۷/۷۷ گرم در کپه) بدست آمد (جدول ۳). در مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان به دلیل سرعت رشد بالا و تقسیم زیاد سلولی تجمع ماده خشک به سرعت افزایش می یابد (حق وردیان، ۱۳۸۹) و به همین خاطر هر گونه تنش دمای پایین باعث کاهش تقسیم سلولی و در نتیجه آن، کاهش ماده خشک گیاهی است .

در آزمایش حاضر تنش دمای پایین باعث تاخیر در مرحله رشدی گیاه برنج به مدت ۱۵ تا ۳۰ روز شد. یونبی و زونگتن(Yunbi and Zong-ton, 1988) نتیجه گرفتند که دمای پایین، استقرار و رشد نشاء ها را پس از کاشت به مقدار زیادتری به تاخیر می اندازد، بنابراین،کاهش دما باعث تاخیر مراحل فنولوژیک گیاه برنج می شود. یوشیدا (Yoshida, 1983) خاطر نشان کرد که تعداد پنجه درگیاه برنج، ۵ تا ۱۰ روز پس از نشاکاری شروع شده و به تدریج افزایش می یابد و دو هفته قبل از

www.SID.ir

Archive of SID

خوشه دهی به حداکثر می رسد. همدانی (Hamedany, 1979) نیز بیان داشت که دمای پایین در مرحله پنجه زنی، باعث به تاخیر انداختن ریشه دهی و کاهش تعداد پنجه می شود. با توجه به مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در دما (جدول ۴) مشخص شد که رقم دیلم کمترین میزان کاهش ارتفاع (۰/۵ سانتی متر) و لاین ۸۴۳ بیشترین میزان کاهش ارتفاع (۱۱/۱۳سانتی متر) را در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد نسبت به دمای ۳۲ درجه سانتیگراد داشته است. تغییرات صفت تعداد پنجه حاکی از آن است رقم طارم محلی بیشترین درصد کاهش تعداد پنجه (۴۳/۲۵ درصد) و رقم شیرودی کمترین درصد کاهش (۴/۳۰ درصد) را داشته است (جدول۴). سطح برگ در کپه در رقم طارم محلی با ۷۶ درصد بیشترین و در رقم شیرودی با ۲۴ درصد کاهش نسبت به شاهد، کمترین میزان کاهش را نشان داده است. مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و دما بر روی وزن خشک ساقه در کپه نشان داد که رقم فجر با کمترین درصد کاهش (۱۸/۱۷ درصد) و رقم دیلم، بیشترین درصد کاهش (۵۲/۹۷ درصد) نسبت به شاهد داشتند (جدول۴). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و دما نشان داد که بیشترین درصد کاهش وزن خشک برگ نسبت به شاهد در رقم شیرودی (۴۶/۱۳ درصد) و کمترین درصد کاهش مربوط به رقم دیلم (۷/۰۳ درصد) بوده است (جدول۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و دما نشان داد که رقم فجر کمترین درصد کاهش وزن خشک کل (۲۳/۹۳ درصد) و لاین ۸۴۳ بیشترین درصد کاهش (۶۳/۳۳ درصد) در دمای ۱۶درجه سانتی گراد نسبت به دمای ۳۲ درجه سانتی گراد را داشته است (جدول۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل دما در مراحل رشدی بر صفت ارتفاع گیاه نشان داد که حساس ترین مرحله نسبت به کاهش دما، مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۲۴/۷ درصد کاهش) و متحمل ترین مرحله نسبت به دما، مرحله پرشدن دانه با پایین ترین با ۲/۶درصد درصد کاهش بوده است (جدول۵). تعداد پنجه با افزایش دما از ۱۶ به ۳۲ درجه سانتیگراد در هر مرحله از رشد تفاوت های بسیاری ایجاد کرده است است، به طوری که حساس ترین مرحله زمان متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان بوده و ۴۸/۳۴ درصد کاهش داشته است و در حالیکه متحمل ترین مرحله، مرحله ساقه دهی (مرحله v شکل برگ) بوده و تنها ۱۰/۴۲ درصد کاهش رشد داشته است (جدول۵) . کاهش سطح برگ در مرحله رشد رویشی بیشترین مقدار و معادل ۹۱/۷۳ درصد و مرحله آبستنی- گلدهی کمترین مقدار معادل ۱/۵۰ درصد نسبت به دمای پایین برآورد شد.

حساس ترین مرحله نسبت به دما برای صفت وزن خشک برگ، مرحله رشد رویشی با بیشترین میزان درصد کاهش (۸۹/۹۳ درصد) و متحمل ترین مرحله مربوط به زمان پرشدن دانه با کمترین میزان درصد کاهش (۴/۵۸ درصد) می باشد (جدول۵). مقایسه میانگین اثرات متقابل دما و مراحل رشدی برای صفت وزن خشک کل بیانگر این است که مرحله رشد رویشی با بیشترین درصد کاهش (۹۰ درصد)، حساس ترین مرحله نسبت به دما و مرحله آبستنی- گلدهی با بیشترین درصد کاهش (۳۳/۴۳درصد)، متحمل ترین مرحله نسبت به کاهش دما بوده اند (جدول۵).

اجزای عملکرد و عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات رقم، دما، مراحل رشدی و اثرات متقابل آنها بر روی تعداد دانه پر، تعداد دانه پوک، تعداد کل دانه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در کپه از نظر آماری در سطح $p<0.01$ معنی دار گردید. همچنین تعداد خوشه در کپه اثرات رقم، دما، مراحل رشدی و اثرات متقابل رقم در مراحل رشدی و رقم، دما و مراحل رشدی با یکدیگر نیز در سطح $p<0.01$، واثر متقابل دما در مراحل رشدی در سطح احتمال $p<0.05$ معنی دار گردید (جدول۶).

تعداد خوشه در کپه

در مطالعه حاضر تعداد خوشه در یک کپه در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد ۲۷/۲ و در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد ۲۵/۱ عدد بدست آمد. میزان کاهش تعداد خوشه در کپه در مقایسه با تیمار شاهد ۷/۷ درصد برآورد شد (جدول۷). بررسی تاثیر مراحل رشدی بر تعداد خوشه نشان داد که حداکثر تعداد خوشه در کپه برای تیمار دمایی مرحله پرشدن دانه (۳۵/۴) و حداقل آن مربوط به مرحله رشد متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۱۵/۲) بدست آمد (جدول۸). یانبی و زونگتن (Yunbi and Zongton, 1988) گزارش کردند که در میان اجزای عملکرد، تعداد خوشه در متر مربع، متغیرترین جزء عملکرد بوده ، حدوداً باعث ۷۴ درصد تغییر در عملکرد می گردد. مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در دما بر روی تعداد خوشه نشان داد که رقم فجر و لاین ۸۴۳ با داشتن کاهشی معادل ۱۰/۱۵ و۴/۲۷ درصد به ترتیب حساس ترین و متحمل ترین ژنوتیپ ها در شرایط تنش دمای پایین بوده اند (جدول۹). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل دما در مراحل رشدی بر روی تعداد خوشه بیانگر این است که حساس ترین مرحله نسبت به تنش دمای پایین، مرحله آبستنی- گلدهی بوده و بیشترین (۹/۰۱ درصد) حساسیت را نسبت به تیمار های دمایی داشته است، در حالیکه مرحله ساقه دهی (مرحله vشکل برگ) کمترین درصد (۳/۳۰ درصد) حساسیت را نشان داد (جدول۱۰).

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه در دمای ۳۲ درجه سانتی گراد معادل۲۲/۰۸ گرم و در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد معادل ۲۱/۷۵ گرم حاصل گردید. میزان کاهش وزن هزار دانه در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد در مقایسه با دمای ۳۲ درجه سانتی گراد فقط ۱/۳ درصد بوده است (جدول۷). همچنین بالاترین میزان وزن هزار دانه در سطوح تیمار دمایی مربوط به مرحله پرشدن دانه (۲۳/۶۹ گرم) و پایین ترین آن مربوط به مراحل متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان و ساقه دهی (v شکل برگی) (به ترتیب ۲۰/۷۶ و ۲۰/۷ گرم) بدست آمد (جدول۸). یوشیدا (Yoshida, 1983) بیان داشت که در بین اجزای عملکرد، وزن هزار دانه، کمترین تغییرات را نسبت به عوامل محیطی نشان می دهد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در دما بر روی وزن هزار دانه نشان داد که رقم طارم محلی بیشترین میزان درصد کاهش وزن هزار دانه (۴/۷۸ درصد) و کمترین میزان درصد کاهش وزن هزار دانه مربوط به لاین ۸۴۳ (۱/۹۲ درصد) بوده است (جدول۹). مقایسه میانگین اثرات متقابل دما و مراحل رشدی بر وزن هزار دانه مشخص نمود که حساس ترین مرحله نسبت به تیمارهای دمایی، مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان با حداکثر درصد کاهش (۴/۹۲ درصد) و متحمل ترین مرحله، مرحله آبستنی- گلدهی با حداقل درصد کاهش (۰/۲۲ درصد) بوده است (جدول ۱۰).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر مراحل رشدی بر صفات مورفولوژیکی در سطو ح ارقام برنج و تیمار دمایی در شرایط گلخانه

صفات / مراحل رشد	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد پنجه در کپه	سطح برگ در کپه (سانتیمتر مربع)	وزن خشک ساقه (گرم در کپه)	وزن خشک برگ (گرم در کپه)	وزن خشک کل (گرم در کپه)
G_1	۵۹/ ۴ d	۱۹/ ۲۴ c	۱۹۰۹/۶ b	۲۷/۲ d	۱۰/۵۵ d	۳۷/ ۷۷ d
G_2	۸۳/ ۶ c	۳۰/۸۳ a	۲۳۵۸/۵ a	۳۰/۸۳ b	۱۶/۱۱ b	۴۷/۴۷ b
G_3	۱۰۷/ ۲ b	۲۷/۴۶ b	۲۱۹۱/۱ b	۲۸/۲ c	۱۲/۶۱ c	۴۰/۸ c
G_4	۱۱۹/ ۴ a	۲۶/۳ c	۱۹۹۱/۶ c	۴۵/۶۹ a	۲۲/۴۹ a	۶۸/۱۹ a

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح سطح ۰/۰۵ می باشند G_1= مرحله رویشی ، G_2 = مرحله به ساقه رفتن تا آبستنی ، G_3= مرحله آبستنی تا گلدهی و G_4 = مرحله پر شدن دانه

جدول۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و دما بر صفات مورفولوژیکی در مراحل مختلف رشدی ارقام مختلف برنج در شرایط گلخانه

ترکیب تیمارها	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد پنجه در کپه	سطح برگ در کپه (سانتیمتر مربع)	وزن خشک ساقه (گرم در کپه)	وزن خشک برگ (گرم در کپه)	وزن خشک کل (گرم در کپه)
V_1T_1	۱۰۶/۰۴b	۱۵/۹۱e	۶۶۸/۹۱i	۲۱/۷۳g	۶/۲۲i	۲۷/۸۳i
V_1T_2	۱۱۶/۲۰a	۲۴/۲۰cd	۲۸۷۷/۱۶c	۳۷/۹۱c	۱۴/۶۹f	۵۲/۶۱d
V_2T_1	۹۱/۲۱de	۲۱/۸۸d	۱۰۷۷/۸۸h	۲۹/۳۵e	۹/۱۰h	۳۸/۴۲g
V_2T_2	۹۲/۷۰d	۲۶/۵۲bc	۲۷۲۰/۹۰e	۳۵/۸۷d	۱۲/۸۱g	۴۸/۶۹e
V_3T_1	۸۱/۷۹g	۲۶/۹۱bc	۱۴۵۰/۵۵g	۲۷/۵۵f	۲۰/۷۵c	۵۷/۹۷c
V_3T_2	۸۲/۲۱g	۳۱/۷۵a	۳۰۷۳/۹۰b	۵۸/۵۸a	۲۲/۳۲b	۸۰/۹۱a
V_4T_1	۸۶/۱۲f	۲۳/۹۵cd	۱۱۱۹/۸۴h	۲۲/۴۸g	۱۶/۳۴e	۳۸/۸۲i
V_4T_2	۹۶/۴۰c	۲۸/۶۷ab	۳۲۱۸/۶۹a	۴۴/۹۸b	۲۵/۰۸a	۷۰/۰۶b
V_5T_1	۸۲/۹۵g	۲۹/۳۵ab	۲۱۱۳/۷۱f	۲۲/۳۵g	۹/۸۳g	۳۲/۵۵g
V_5T_2	۸۸/۵۰ef	۳۰/۶۷a	۲۸۰۳/۹۴d	۲۸/۹۹f	۱۸/۲۵d	۴۷/۲۴f

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می باشند.

ارقام: V_1 (طارم محلی) ، V_2(فجر)، V_3 (دیلم)، V_4 (لاین ۸۴۳) و V_5 (شیرودی)؛ تیمار های دمایی: تنش دمای پایین T_1= و شاهد T_2=

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل دما و مراحل رشدی بر روی صفات مورفولوژیکی ارقام مختلف برنج در شرایط گلخانه

ترکیب تیمارها	ارتفاع (سانتی متر)	تعداد پنجه در کپه	سطح برگ در کپه (سانتی متر مربع)	وزن خشک ساقه (گرم در کپه)	وزن خشک برگ (گرم در کپه)	وزن خشک کل (گرم در کپه)
T_1G_1	۵۱/۰۳g	۱۳/۱۱d	۲۹۱/۶۸g	۲/۱۴h	۱/۹۳h	۳/۹۶h
T_1G_2	۷۷/۳۳e	۲۹/۱۴b	۱۲۹۴/۳۴f	۱۰/۴۹g	۷/۶۶g	۱۹/۰۵g
T_1G_3	۱۰۵/۸۷d	۲۴/۷۰c	۱۹۷۵/۹۲c	۳۱/۷۳c	۱۱/۵۱f	۴۳/۲۱f
T_1G_4	۱۱۵/۹۴b	۲۴/۰۷c	۱۵۸۲/۷۷d	۲۴/۴۲d	۱۷/۰۸d	۴۱/۵۰e
T_2G_1	۶۷/۷۹f	۲۵/۳۸c	۳۵۲۷/۴۳a	۲۴/۶۸f	۱۹/۱۷c	۴۳/۸۵d
T_2G_2	۹۰/۰۲d	۳۲/۵۳a	۳۴۲۲/۶۹b	۳۶/۹۶d	۲۴/۵۷b	۶۱/۵۳c
T_2G_3	۱۰۸/۴۳c	۳۰/۲۲ab	۲۰۰۶/۱۸d	۵۱/۱۶a	۱۳/۷۲e	۶۴/۸۸b
T_2G_4	۱۲۲/۹۰a	۲۸/۷۲b	۲۷۹۹/۳۷c	۵۲/۲۶a	۱۷/۹۰d	۷۰/۱۶a

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰ ۵ می باشند.

G_1= مرحله رویشی ، G_2 = مرحله به ساقه رفتن تا آبستنی ، G_3= مرحله آبستنی تا گلدهی و G_4 = مرحله پر شدن دانه.

تیمار دمایی: تنش دمای پایین T_1= و شاهد T_2=.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- تجزیه ی واریانس صفات اجزای عملکرد و عملکردارقام برنج در سطوح تیمار دمایی و مراحل رشدی

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات					
		تعداد خوشه	وزن هزاردانه	تعداد دانه پر	تعداددانه پوک	تعداد دانه کل	عملکرد
رقم (V)	۴	۲۶۳/۵۵**	۸۶/۲۳**	۳۳۹۷/۴۵**	۱۲۲۰۳/۴۵**	۲۳۸۱۰/۹۳**	۱۱۰/۷۸**
رقم × تکرار (خطای a)	۱۰	۳/۴۹	۰/۵۰	۱/۸۶	۴/۵۰	۳/۸۸	۰/۶۶
دما (T)	۱	۱۰۰/۸۳**	۳/۳۹**	۵۳۰۹۳/۱۸**	۶۸۸/۱۷**	۴۰۵۳۳/۷۸**	۴۷۲/۱۹**
مراحل رشد (G)	۳	۲۱۲۵/۹۰**	۶۹/۸۹**	۲۳۲۵/۶۲**	۷۳۵۴/۲۸**	۲۵۱۶/۶۷**	۳۱۲/۸۳**
(V.T)	۴	۱/۵۲ ns	۴/۳۹**	۲۲۱۷/۳۴**	۲۱۹۵/۹۸**	۱۲۴۹/۹۲**	۵/۳۱**
(V.G)	۱۲	۲۶/۳۶**	۲/۵۷**	۶۸۴/۷۴**	۱۲۰۰/۵۹**	۵۴۵/۴۹**	۱۵/۶۳**
(T.G)	۳	۷/۰۵*	۹/۷۰**	۲۸۰۶/۷۴**	۶۱۲۱/۷۰**	۱۵۴۶/۳۷**	۱۳/۱۶**
(V.T.G)	۱۲	۴/۰۷**	۲/۴۰**	۷۱۴/۹۵**	۹۸۸/۸۸**	۴۰۲/۴۸**	۳/۶۴۰**
خطای کل	۷۰	۱/۵۸	۲/۳۷	۱/۹۶	۳/۷۶	۴/۵۶	۰/۳۲
ضریب تغییرات (C.V)		۵/۸۵	۰/۲۷	۲/۰۷	۴/۱۴	۱/۸۷	۲/۵۳

n.s : غیر معنی دار. *و ** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد

تعداد دانه پر

با افزایش دما از ۱۶ به ۳۲ درجه سانتی گراد، تعداد دانه پر افزایش نشان داد به طوری که کمترین تعداد دانه پر در دمای۱۶ درجه سانتی گراد (۴۶/۶) و بیشترین آن در دمای ۳۲ درجه سانتی گراد (۸۸/۶) حاصل گردید. میزان کاهش این صفت ۴۷/۴ درصد نسبت به دمای ۳۲ درجه بوده است (جدول۷). حداکثر تعداد دانه پر در تیمار دمایی مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۷۴/۸) و حداقل آن مربوط به تیمار دمائی مرحله آبستنی- گلدهی (۵۵/۰) مشاهده گردید (جدول ۸). نیاز دمایی گیاه برنج ، بستگی به رقم و طول دوره رشد آن دارد، از زمان تولید جوانه اولیه خوشه به بعد، به تدریج نیاز دمایی آن افزایش یافته، در موقع گل دادن به حداکثر رسیده و پس از آن به تدریج تا زمان رسیدن کاهش می یابد (خدابنده، ۱۳۷۱). حسینی (۱۳۸۸) در بررسی اثر تنش دمای پایین در مراحل مختلف رشد برنج در دمای ۱۴ درجه سانتی گراد، حداکثر تعداد خوشه چه پر شده در خوشه با تنش دمای پایین از استقرار نشاء تا پنجه زنی اعلام نمود و همچنین مراحل گلدهی و رسیدگی کامل حساس ترین مرحله نسبت به تنش سرما ذکر کرد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و دما بر روی تعداد دانه پر نشان داد که لاین ۸۴۳ بیشترین درصد کاهش تعداد دانه پر (۶۳/۳۳ درصد) و رقم فجر کمترین درصد کاهش (۲۳/۹۳درصد) در دمای ۱۶درجه سانتی گراد نسبت به دمای ۳۲ درجه سانتی گراد را داشته اند (جدول۹). این بررسی نشان داد که اثرات متقابل دما در مراحل رشدی نشان داد که حساس ترین مرحله نسبت به دما، مرحله آبستنی-گلدهی با بیشترین درصد کاهش تعداد دانه پر (۷۶/۲۵ درصد) و مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان با کمترین درصد کاهش (۱۹/۳۹ درصد) بوده است (جدول۱۰).

باروح و مدهی (Baruah and Medhi, 1993) اظهار داشتند که دمای پایین در خلال تمایز خوشه ممکن است باعث شود دانه های گرده کمتری روی میله ها پرچم بچسبند.

نقص دانه گرده برای جوانه زنی بر روی پرچم ها کاهش تعداد گلچه ها، دانه های گرده ناقص و کاهش در جوانه زنی دانه گرده را به بدنبال دارد . ورگارا و ویسپراس (Vergara and Visperas, 1971) بیان داشت که تشکیل جوانه اولیه خوشه تا مرحله گل دهی، در برنج حساسترین مرحله نسبت به تنش سرما می باشد. همدانی (Hamedany, 1979) خاطر نشان کرد که در طی دوره تمایز و توسعه خوشه، کاهش دما محیط سبب کاهش تعداد سنبلچه در خوشه، افزایش پوکی و نهایتاً کاهش میزان محصول می شود.

تعداد دانه پوک

بیشترین تعداد دانه پوک در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد (۴۹/۲) و کمترین آن در دمای ۳۲درجه سانتیگراد (۴۴/۴) بدست آمد (جدول ۸). مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و دما نشان داد که بیشترین تعداد دانه پوک مربوط به رقم دیلم در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد (۹۰/۱۶) و کمترین آن مربوط به رقم طارم محلی در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد (۱۱/۴۸) بوده است (جدول۹).

گزارش شده است که وقتی درجه حرارت در مرحله گلدهی به مدت ۱ ماه بین ۱۵-۱۹ درجه سانتی گراد باشد محصول در همه ارقام کاهش قابل ملاحظه ای نشان داد، که ناشی از تولید دانه های پوک زیاد است (Yoshida, 1983). اثر متقابل دما در مراحل رشدی نشان داد که بیشترین تعداد دانه پوک در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد در مرحله آبستنی- گلدهی (۷۷/۹۰) و کمترین میزان آن در دمای ۳۲ درجه سانتی گراد در مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۲۲/۳۴) بدست آمد (جدول۱۰).

همدانی (Hamedany, 1979) نتیجه گرفت که پوکی خوشه ها ناشی از دمای پایین در بین واریته های مختلف و مراحل رشد مختلف به طور معنی داری متفاوت است و باروری همه واریته ها وقتی که دمای پایین ۱۰-۵ روز قبل از خوشه دهی اعمال شد، در پایین ترین حد بوده است. همچنین کندا و بچال (Kaneda and Beacheal, 1989) نیز در بیان انواع خسارت ناشی از دمای پایین در گیاه برنج، به عقیمی و خوشه دهی ناقص اشاره نمودند.

در مطالعه حاضر حداکثر تعداد دانه پوک در تیمار دمائی مرحله آبستنی- گلدهی (۶۱/۰۷) و حداقل آن در مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۳۲/۴۷) بدست آمد (جدول ۹). یوشیدا (Yoshida, 1983) بیان داشت که دمای کمتر از ۲۰ درجه سانتی گراد باعث افزایش درصد عقیمی می گردد و زمانی که این کاهش دما در مرحله آبستنی

www.SID.ir

Archive of SID

تا گل دهی اتفاق بیافتد سبب کاهش بیشتر عملکرد می گردد. محققان ژاپنی به این نتیجه رسیدند که علت عقیم شدن گلها در برنج، دمای پایین می باشد (فلاح، ۱۳۹۰). در تنش دمای پایین گلها زود تر به گل می روند و عقیم بودن به خاطرکاهش تعداد گرده ای است که به روی کلاله گیاه قرار می گیرد (فلاح، ۱۳۹۰). آنها به این نتیجه رسیدند دانه گرده رسیده که آماده گرده افشانی است، بر اثر سرما توانایی خود را برای جوانه زدن بر روی کلاله برنج به خاطر عدم تجزیه نشاسه از دست می دهند (فلاح، ۱۳۹۰). سرما یک پدیده محیطی است که روی رشد و نمو مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی برنج اثر نامطلوب دارد. بطوری 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 (محتشمی، ۱۳۸۴). دماهای کمتر از ۱۷ درجه سانتی گراد چند روز قبل از ظهور خوشه موجب عقیم ماندن بیش از ۳۰ درصد سنبلچه ها می گردد(محمدی، ۱۳۷۵).

تعداد کل دانه

در مطالعه حاضر بیشترین تعداد کل دانه در دمای ۳۲ درجه سانتی گراد (۱۳۲/۶) و کمترین آن در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد (۹۵/۹) بدست آمد. کاهش تعداد کل دانه در خوشه در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد در مقایسه با دمای ۳۲ درجه سانتیگراد ۲۷/۷ درصد بوده است (جدول۷). حداکثر میزان تعداد دانه پر در مرحله پرشدن دانه (۱۲۶/۳۳) و حداقل آن در مراحل متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان و ساقه دهی (مرحله v شکل برگ) (به ترتیب ۱۰۷/۶۲ و ۱۰۷/۶۶) حاصل گردید که با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند (جدول۸).

مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در دما نشان داد که رقم فجر دارای کمترین درصد کاهش تعداد دانه پر (۷/۷۲ درصد) و رقم شیرودی دارای بیشترین درصد کاهش تعداد دانه پر (۲۹/۵۳ درصد) است (جدول۹). مقایسه میانگین اثرات متقابل دما در مراحل رشدی نشان داد که حساس ترین مرحله نسبت به تنش دمای پایین، مرحله ساقه دهی (مرحله v شکل برگ) با بیشترین درصد کاهش تعداد دانه پر (۳۸/۳۰ درصد) و متحمل ترین مرحله، مرحله آبستنی- گلدهی با کمترین درصد کاهش (۱۳/۲۱ درصد) بوده است (جدول۱۰).

محققان اظهار نمودند که اشکالات ایجاد شده در محصولات زراعی به واسطه دمای پایین بیشتر روی سیستم های متابولیکی رشد و تکامل اثر می گذارد و مشکلات ناشی از آن در محصولات اغلب با کاهش تعداد بذر و در نتیجه عملکرد بذر ختم می شود (Kaneda and Beacheal, 1989). استمرار درجه حرارت پایین (۱۵ درجه سانتیگراد و پایین تر) می تواند از رشد خوشه و ظهور آن جلوگیری کند و منجر به عدم تشکیل دانه در خوشه گردد (فلاح، ۱۳۹۰).

ورگارا و ویسپراس (Vergara and Visperas, 1971) بیان نمود در طول دوره تشکیل جوانه اولیه خوشه تا مرحله گلدهی در برنج، حساسترین مرحله نسبت به دمای پایین می باشد. در دوره تغییر شکل و توسعه خوشه، دمای پایین سبب کاهش تعداد دانه در خوشه، افزایش پوکی و نهایتاً کاهش میزان محصول برنج می شود.

عملکرد دانه در کپه

با افزایش دما از ۱۶ به ۳۲ درجه سانتیگراد میزان عملکرد نیز افزایش نشان داد به طوری که میزان عملکرد در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد ۲۴/۶ گرم در کپه و در دمای ۳۲ درجه سانتی گراد (۳۰/۶ گرم در کپه) حاصل گردید که میزان کاهشی معادل ۱۹/۶ درصد را نشان می دهد (جدول۷). کاهش عملکرد دانه در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد ناشی از کاهش در وزن هزار دانه، تعداد خوشه، طول خوشه تعداد کل دانه و دانه پر بود. همچنین بیشترین میزان عملکرد در مرحله پرشدن دانه (۲۶/۲۲ گرم در کپه) وکمترین میزان آن در مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان (۱۸/۸۹ گرم در کپه) بدست آمد (جدول۸). در این آزمایش کاهش عملکرد در مرحله رشد رویشی به دلیل کاهش وزن هزار دانه، تعداد خوشه در کپه و طول خوشه برآورد شد.

خسارت ناشی از دمای پایین در مراحل حساس رشد و نمو گیاهان یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد گیاهان زراعی در سطح جهان است. کاظمی تبار(۱۳۷۹) و محتشمی(۱۳۸۴) بیان داشتند که عملکرد دانه در غلات به نمو گیاه در مراحل رویشی، زایشی و رسیدن بستگی داشته و سرما باعث کاهش عملکرد دانه می شود (دامادزاده و عابدی،۱۳۶۸). ولی زاده و ستاری (۱۳۷۲) بیان داشتند ارقام بومی در منطقه سردسیر سازگاری ندارند ولی رقم اوندا رشد و عملکرد خوبی داشته است.

مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و دما بر روی عملکرد نشان داد که در بین ارقام مورد بررسی حساس ترین رقم نسبت به دما، لاین ۸۴۳ با بیشترین درصد کاهش (۲۰/۶۴ درصد) و متحمل ترین آن نسبت به دما، رقم شیرودی با کمترین درصد کاهش (۱۱/۰۱ درصد) بوده است (جدول۹). به نظر می رسد در این آزمایش ارقام مختلف از لحاظ تنش دمای ۱۶ درجه سانتی گراد عکس العمل های متفاوتی از خود نشان دادند، مطابق این نتایج ولی زاده و ستاری (۱۳۷۲) اظهار داشتند که از مقایسه پنج رقم برنج از ارقام ایتالیایی مقاوم به سرما در شرایط کنترل شده گلخانه ای، در دمای ۱۴ درجه سانتیگراد، رقم کریپتو بیشترین تولید را داشته است و بررسی ها در این آزمایشات نشان داد که ارقام مورد آزمایش نسبت به شاهد محلی برتری داشته است.

استاپید (Sthapit, 1990) با تحقیق روی ارقام مختلف برنج در مناطق کوهستانی نپال، نیز نتیجه گرفت بعضی ارقام ایندیکای برزیلی و ژاپونیکا ارسالی از ایری که متحمل به دمای پایین بوده اند علاوه بر زودرسی دارای ساقه ضخیم و خوشه فشرده بودند. مقایسه میانگین اثرات متقابل دما و مراحل رشدی نشان داد که در ارقام و لاین های مورد بررسی مرحله متوسط پنجه زنی تا ظهور خوشه جوان با کاهش ۲۶/۴۹ درصد، حساس ترین مرحله نسبت به استرس دمایی و مرحله پرشدن دانه با کاهش ۱۰/۲۰ درصد، متحمل ترین مرحله بوده است (جدول ۱۰). علت کاهش عملکرد رقم طارم محلی در تنش دمایی مرحله رشد رویشی را می توان به کاهش تعداد خوشه در کپه و تعداد دانه کمتر در خوشه نسبت داد.

قدردانی

بدین وسیله از صندوق بیمه حمایت از محصولات کشاورزی به خاطر تقبل هزینه مالی و همکاری معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در اجرای تحقیق سپا سگزاری می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- اثر تیمار دمایی بر اجزای عملکرد و عملکرد در سطو ح مختلف رقم و مراحل رشدی در شرایط گلخانه

صفات / تیمار دما	تعداد خوشه در کپه	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد دانه کل در خوشه	عملکرد (گرم درکپه)
۱۶ °c	۲۵ / ۱ b	۲۱/ ۷۵ b	۴۶/ ۶ b	۴۴/ ۴ b	۹۵/ ۹ b	۲۴/۶ b
۳۲ °c	۲۷/ ۲ a	۲۲/ ۰۸ a	۸۸/ ۶ a	۴۹/ ۲a	۱۳۲/ ۶ a	۳۰/ ۶ a

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می باشند

جدول ۸-تاثیر مراحل رشدی بر صفات مورفولوژیکی در سطو ح مختلف رقم و دما در شرایط گلخانه

صفات / مراحل رشد	تعداد خوشه در کپه	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد دانه کل در خوشه	عملکرد (گرم درکپه)
G_1	۱۵/ ۲ d	۲۰/ ۷۶ c	۷۴/۸a	۳۲/۵ b	۱۰۶/۷ c	۱۸/۸۹ d
G_2	۲۵/ ۶ c	۲۰/۷ c	۷۲/۷ b	۳۴/۰ b	۱۰۷/۶c	۲۱/۲۱ c
G_3	۲۹/ ۲ b	۲۲/۵۱ b	۵۵/۰ d	۶۱/۰۷ a	۱۱۶/۳ b	۲۴/۱۸b
G_4	۳۵/ ۴ a	۲۳/۶۹ a	۶۸/۰ c	۵۹/ ۰۷ b	۱۲۹/۳ a	۲۶/۲۲ a

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می باشند G_1= مرحله رویشی ، G_2 = مرحله به ساقه رفتن تا آبستنی ، G_3= مرحله آبستنی تا گلدهی و G_4 = مرحله پر شدن دانه

جدول۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و دما بر روی اجزای عملکرد و عملکرد برنج در شرایط گلخانه

ترکیب تیمارها	تعداد خوشه در کپه	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد دانه کل در خوشه	عملکرد (گرم درکپه)
V_1T_1	۲۱/۵۰f	۲۰/۷۱f	۵۰/۲۳h	۳۱/۳۶f	۸۱/۵۹i	۱۷/۸۰h
V_1T_2	۲۳e	۲۱/۷۵e	۸۳/۹۵c	۱۱/۴۸g	۹۵/۴۴f	۲۱/۶۵e
V_2T_1	۲۲/۸۳e	۲۰/۶۸f	۵۹/۷۶f	۵۲/۴۵d	۱۰۲/۲۱g	۲۱/۲۱e
V_2T_2	۲۵/۴۱d	۲۰/۷۴f	۷۸/۵۶d	۲۲/۲۱f	۱۱۰/۷۷c	۲۵/۵۴b
V_3T_1	۲۷/۶۶c	۱۹/۴۲g	۵۲/۷۵g	۹۰/۱۶a	۱۴۲/۹۳b	۲۳/۶۷d
V_3T_2	۲۹/۷۵b	۲۰/۴۱f	۱۲۰/۳۸a	۷۶/۷۹b	۱۹۴/۲۱a	۲۷/۵۸a
V_4T_1	۲۹/۷۵b	۲۲/۹۷d	۳۱/۸۴i	۵۴/۱۸c	۸۶/۰۷h	۱۹/۸۷g
V_4T_2	۳۱/۰۸a	۲۳/۴۲c	۸۶/۸۳b	۳۲/۳۴f	۱۲۰/۱۰e	۲۵/۰۴c
V_5T_1	۲۵/۲۵d	۲۳/۹۷b	۳۸/۳۶i	۴۰/۱۱d	۷۸/۴۷j	۲۰/۶۸f
V_5T_2	۲۶/۹۱c	۲۵/۰۸a	۷۳/۵۶e	۳۷/۸e	۱۱۱/۳۶d	۲۳/۲۴d

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می باشند.

طارم محلی(V_1)، فجر (V_2) دیلم(هیبرید) (V_3)، لاین ۸۴۳ (V_4) و شیرودی(V_5)، T_1=۱۶ °c و T_2=۳۲°c

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثرات متقابل دما و مراحل رشدی بر روی اجزای عملکرد و عملکرد برنج در شرایط گلخانه

ترکیب تیمارها	تعداد خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد دانه کل در خوشه	عملکرد (گرم درکپه)
T_1G_1	۱۴/۶۶g	۱۹/۷۱e	۶۲/۹۰d	۲۲/۳۴f	۸۵/۲۶f	۱۶/۰۱h
T_1G_2	۲۵/۲۰e	۲۰/۸۰f	۵۷e	۲۴/۳۴f	۸۱/۳۹g	۱۹/۱۴g
T_1G_3	۲۷/۶۶d	۲۲/۴۹c	۲۱/۱۲g	۷۷/۹۰a	۹۹/۳۶e	۲۲/۶۱e
T_1G_4	۳۴/۹۳b	۲۳/۹۹a	۴۵/۳۳f	۷۲/۰۳b	۱۱۷/۳۹d	۲۴/۸۱c
T_2G_1	۱۵/۸۰f	۲۰/۷۳e	۸۶/۷۲c	۴۲/۶۱e	۱۲۹/۹۸c	۲۱/۷۸f
T_2G_2	۲۶/۰۶de	۲۱/۷۰d	۸۸/۳۴b	۴۳/۵۹d	۱۳۱/۹۳b	۲۳/۲۸d
T_2G_3	۳۰/۴۰c	۲۲/۵۴c	۸۸/۹۶b	۴۴/۲۴d	۱۳۳/۲۶b	۲۵/۷۶b
T_2G_4	۳۶/۶۶a	۲۳/۳۳b	۹۰/۶۲a	۴۷/۰۲c	۱۳۵/۲۶a	۲۷/۶۳a

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می باشند. G_1= مرحله رویشی ، G_2 = مرحله به ساقه رفتن تا آبستنی ، G_3= مرحله آبستنی تا گلدهی و G_4 = مرحله پر شدن دانه)، T_1=۱۶ °c و T_2=۳۲°c

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

۱. حسینی، خ.(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.

۲. 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. ص ۱۰۱

۳. خدابنده، ن. (۱۳۷۱). غلات. انتشارات دانشگاه تهران. ص ۵۰۶.

۴. دامادزاده، م. و عابدی، ح.(۱۳۶۸) . بررسی و انتخاب ارقام مقاوم به سرما. مرکز تحقیقات و منابع طبیعی اصفهان. گزارش پژوهشی شماره ۲۸.

۵. 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.

۶. رفیعی،م.(۱۳۸۷). تاثیر تاریخ کاشت بر عملکرد چند رقم برنج در شرایط آب و هوایی خرم آباد. مجله به نژادی نهال و بذر. جلد ۲۴. شماره ۴. ص ۲۶۳-۲۵۱

۷. فلاح ، ا. (۱۳۹۰). گزارش نهایی ارزیابی کمی خسارت تنش سرما در مراحل مختلف رشد گیاه برنج. معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران.ص ۵۲ .

۸. کاظمی تبار، ک.(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 ۲۵۷.

۹. کوچکی، ع.، سلطانی، ا.، و عزیزی، م.(۱۳۷۶). اکوفیزیولوژی گیاهی(ترجمه) . انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص ۲۷۱ .

۱۰. محتشمی، ر. (۱۳۸۴). گزارش نهایی بررسی اثر متقابل ژنوتیب* محیط و سازگاری ارقام برنج متحمل به سرما در یاسوج. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد.

۱۱. محمدی، م. (۱۳۷۵). گزینش لاین های امید بخش در توده محلی چمپای چرام. چکیده مقالات چهارمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ۴-۷ شهریور. اصفهان، ایران. ص ۴۳.

۱۲. ولی زاده، ا.و ستاری م. (۱۳۷۲). گزارش نهایی بررسی و مقایسه ارقام برنج در مناطق سردسیر. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران ، شماره ۲۵.

13. Adair, C. R. (1988) Testing rice seedling for cold water tolerance. *Crop Sci*. 8: PP, 264-265.
14. Baruah, K and Medhi, A.(1993) Growth and metabolic response of rice to low temperature stress. *Indian. J. Plant Physiology*. 36(1): PP, 53-55.
15. Hamedany, A.R. (1979) Low temperature problems cold tolerance research activities for rice Indica. PP, 39-48.*In report of rice cold tolerance workshop*. Loss Banus, Philippines.
16. IRRI. (1983) *Rice test programs*. Cold tolerance rice improvement in India. Napal, Korea and Philippinse. Los Banus, Philippinese. 16 PP.
17. Kaneda, C. and Beacheal, H. M. (1989) Resistance of Japonica Rice hybrids to low temperature. PP, 541-545. *In rice Breeding*. IRRI Los Banos Philippines.
18. Lee, J.H. (1979) Screening methods for cold tolerance at crop experiment station phytoron and at chancheon. *Report in Rice cold tolerance workshop*. IRIR. Los Banos. Philippines.
19. Lee, M.H. (2001) Low Temperature tolerance in Rice: *The Korean Experience*. IRRI, PBGB.
20. Nijat I, Tursun K, Barry G and Jeremy J. 2004. Effect of early cold stress on the maturation of rice anthers. Proteomics journal. 4:1873-1882.
21. Sthapit, B. R. (1990) Performance of cold-tolerance varieties in west hills of Nepal. *IRRN.* 15(3):17.
22. Vergara, B.S and Visperas, R. M. (1971). Effects of temperature on the physiology and morphology of the rice plant. *IRRI,* Los Ban. pp: 66.
23. Yoshida, S. (1983). Rice. Potential productivity of field crops under different environment. IRRI (ed).PP, 103-127.
24. Yunbi, X. and Zongton, S. (1988) Screening criterion for cold tolerance at the seedling stage. *IRRN*. 13(4):13-14.
25. Zhao G.Z., Liu J.X., Yang S.J., Yea J.D.,Liao X.H., Su Z.X., Shi R., Jiang C. and Dai L.Y. (2009) Effect of cold-water irrigation on grain quality traits in Japonica rice varieties from yunnan province of China. Rice Science. 16(3): 201-209.

www.SID.ir