Archive of SID

اثر زمان نشاءکاری بر سرعت، مدت پُر شدن، وزن نهایی و عملکرد دانه ارقام برنج

امیر وحدتی‌راد[۱]، مسعود اصفهانی[۲*]، غلامرضا محسن‌آبادی[۳]، عاطفه صبوری[۳] و علی اعلمی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۱۶)

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر تغییرات دما و تابش بر سرعت، مدت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه شش رقم برنج با استفاده از تغییر در زمان نشاءکاری، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام گرفت. کرت‌های اصلی به زمان‌های نشاءکاری ۱۵ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت و ۱۵ خرداد و کرت‌های فرعی به ارقام برنج (هاشمی، سنگ‌جو، علی کاظمی، درفک، خزر و گوهر) اختصاص یافت. نتایج نشان داد بیشترین وزن نهایی دانه در رقم گوهر به‌میزان ۳۱/۹ میلی‌گرم در ۳۰ اردیبهشت و کمترین مقدار آن در رقم سنگ‌جو به‌میزان ۲۰/۴ میلی‌گرم در زمان ۱۵ خرداد به‌دست آمد. بیشترین دوره مؤثر پر شدن دانه در ۱۵ اردیبهشت در رقم گوهر به‌میزان ۳۲/۹ روز و کمترین مقدار آن در رقم هاشمی به‌میزان ۱۳/۹ روز حاصل گردید. بیشترین سرعت پر شدن دانه در رقم هاشمی به‌میزان ۱/۶۲ میلی‌گرم بر دانه در روز و کمترین مقدار آن برای رقم گوهر به‌میزان ۰/۹۲ میلی‌گرم بر دانه در روز به‌دست آمد. در این مطالعه همبستگی بالا و معنی‌داری بین مدت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه به‌میزان ۰/۶۸۹ مشاهده شد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین دما و تابش تجمعی با وزن نهایی دانه نیز مشاهده گردید. نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده همبستگی مثبت و نقش مهم‌تر مدت پر شدن دانه نسبت به سرعت پر شدن دانه در وزن نهایی دانه است و تاریخ ۱۵ اردیبهشت با توجه به شرایط مناسب دما و تابش در دوره پر شدن دانه و تأثیر مثبت آن روی وزن نهایی دانه، می‌تواند برای توصیه به کشاورزان مورد بررسی بیشتری قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: برنج، تابش، دما، زمان نشاءکاری، سرعت پر شدن دانه، مدت پر شدن دانه

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و استادیاران، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mesfahan@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

برنج یکی از مهم‌ترین غلات جهان است و منبع مهم و اولیه غذا برای تأمین کالری بیشتر از دو میلیارد انسان محسوب می‌شود. ظرفیت عملکردی برنج اصولاً به دو مرحله رویشی و زایشی آن وابسته است. مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه که بخش عمده مرحله زایشی را تشکیل می‌دهند، از عوامل تعیین کننده عملکرد برنج می‌باشند. پر شدن دانه یا بذر، مرحله نهایی مرتبط با کارایی عملکرد است. چو و همکاران (۳) دوره پر شدن دانه برنج را به سه مرحله تأخیری تا پنج روز پس از گل‌دهی، مرحله رشد خطی از پنج تا ۲۰ روز بعد از گل‌دهی و مرحله پرشدن نهایی تقسیم‌بندی کردند. رشد دانه در گیاهان زراعی در ابتدا کند بوده و در ادامه وارد مرحله خطی می‌شود که سرعت رشد آن سریع است و در انتها که به سمت رسیدگی میل می‌کند، دوباره کند می‌شود (۲۹). الگوهای پر شدن دانه تفاوت‌های ژنوتیپی را در گیاهان خانواده غلات نشان می‌دهد. یوشیدا (۲۹) گزارش کرد که دوره مؤثر پر شدن دانه، جایی‌که رشد دانه به‌صورت خطی است، اهمیت بیشتری نسبت به مراحل دیگر دارد، زیرا بیشتر تجمع ماده خشک دانه در طول دوره مؤثر پر شدن دانه اتفاق می‌افتد. ارتباط فتوسنتز با فرآیند پر شدن دانه و یا عملکرد دانه طی پژوهش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. پارک و لی (۱۷) مشاهده کردند که در گیاه برنج سرعت فتوسنتز در برگ با اعداد کلروفیل‌متر و محتوای نیتروژن برگ همبستگی مثبت داشت و پیشنهاد کردند که دوام بیشتر سطح سبز برگ به‌دلیل افزایش فتوسنتز در طول دوره پر شدن دانه، به افزایش عملکرد دانه کمک می‌کند. آنها گزارش کردند که پیری زودرس برگ‌های پایینی و به تأخیر افتادن پیری برگ‌های بالایی، همبستگی مثبت بالایی با افزایش عملکرد دانه در برنج دارد.

طول فصل رشد، طول روز و میانگین دمای هوا در مراحل مختلف رشد، اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه برنج دارد. بنابراین زمان کشت نقش مهمی در تولید برنج ایفا می‌کند (۱۹). تعجیل و تأخیر در کاشت نسبت به تاریخ کاشت مطلوب منطقه، موجب کاهش عملکرد برنج می‌شود، بنابراین انتخاب تاریخ کاشت مناسب به‌دلیل ایجاد انطباق فرآیندهای فیزیولوژیکی و مراحل فنولوژیکی گیاه با شرایط مناسب آب‌وهوایی نقش به‌سزایی در تولید محصول دارد (۴). با توجه به اینکه اغلب واکنش‌های بیوشیمیایی در گیاه به دما بستگی دارد، اثر دمای هوا در ارتباط با فرآیند پر شدن دانه مورد بررسی قرار گرفته است. برنج اغلب در مناطقی کشت می‌شود که دماهای بالای هوا برای رشد در حد بهینه هستند (۲۲ درجه سانتی‌گراد برای شب، ۲۸ درجه سانتی‌گراد برای روز)، بنابراین هرگونه افزایش در میانگین دمای هوا یا وقوع دماهای بالا، ممکن است منجر به کاهش شدید عملکرد شوند. این تأثیر در مراحلی از رشد که حساسیت بیشتری به دماهای بالا وجود دارد (مراحل رشدی ۵۱، ۶۱ و ۷۱ براساس کدبندی BBCH) چشمگیرتر است (۱۲ و ۲۶). وزن نهایی دانه برنج به‌وسیله سرعت و مدت پر شدن دانه تعیین می‌گردد. دماهای بالا سرعت رشد دانه را افزایش می‌دهد اما کاهش دوره پر شدن دانه را در پی دارد که نهایتاً منجر به نقصان وزن نهایی دانه برنج می‌گردد. تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش در سرعت پر شدن دانه نمی‌تواند کاهش دوره رشد دانه را در دماهای بالا جبران نماید (۱۴). کیم (۱۱) گزارش کرد که در برنج فراهم بودن دمای بهینه برای حصول حداکثر وزن دانه و تجمع کربوهیدرات‌ها لازم بوده و با افزایش دمای هوا، دوره پر شدن دانه کوتاه‌تر می‌شود. در آزمایشی روی گندم، دمای میانگین در طول دوره پرشدن دانه با وزن دانه همبستگی مثبت داشت (۲۱). هی و رجارم (۷) گزارش کردند که در گندم، سرعت پر شدن دانه در مقایسه با مدت پر شدن دانه، دارای حساسیت بیشتری به دما بود. نتایج تحقیقات زیائو و همکاران (۲۷) نشان داد که تنش دمای بالا در مرحله گل‌دهی برنج روی تکامل دانه گرده اثر منفی گذاشته و باعث عقیمی خوشه‌چه شد. این موضوع باعث تسریع فرآیند پر شدن دانه گردیده و وزن تک‌دانه در اثر تنش دماهای بالا در مرحله پر شدن دانه، کاهش می‌یابد (۲۰). علاوه بر دما، تابش نیز بر کارایی عملکرد برنج اثر مثبت می‌گذارد (۱۸).

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقات متعددی در باره اثر مثبت مدت پر شدن دانه به پر شدن دانه یا وزن دانه در غلات مختلف از جمله سورگوم، جو، گندم و برنج انجام شده‌است. در گندم و سورگوم دوره پر شدن دانه ضرورتاً با عملکرد دانه همبستگی ندارد (۲۳). اگرچه اگلی (۵) گزارش کرده است که طولانی شدن دوره پر شدن دانه اغلب باعث افزایش عملکرد می‌شود. در برنج، دوره پر شدن دانه با سرعت پر شدن دانه همبستگی منفی داشته و وزن دانه عمدتاً به‌وسیله سرعت پر شدن دانه تعیین می‌گردد (۱۰، ۱۳ و ۱۶). نتایج تحقیق چو و همکاران (۳) نشان داد که دانه‌های برنج در قسمت‌های پایینی خوشه دوره کوتاه‌تر و سرعت پر شدن پایین‌تری نسبت به قسمت‌های میانی و بالایی خوشه دارند.

با توجه به اهمیت ارزیابی دما و تابش در روند پر شدن دانه و عملکرد دانه، این پژوهش با هدف شناخت تنوع ژنوتیپی در مدت و سرعت پر شدن دانه، مقایسه نقش مدت پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانه بر عملکرد دانه و بررسی اثر تغییرات دما و تابش در مرحله پر شدن دانه بر عملکرد دانه شش رقم برنج طراحی و به اجرا گذاشته شد. به‌منظور مواجه شدن ارقام برنج مورد مطالعه با شرایط دما و تابش متفاوت از سه زمان‌های نشاءکاری (زود هنگام، به موقع و دیر هنگام) استفاده گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گیلان واقع در شهرستان رشت با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی با ارتفاع ۲۹ متر از سطح دریا در بهار و تابستان سال ۱۳۹۲ به اجرا گذاشته شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سه زمان نشاءکاری: ۱۵ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت و ۱۵ خرداد به‌عنوان سطوح کرت اصلی و شش رقم برنج: هاشمی، سنگ‌جو و علی کاظمی (ارقام بومی) و درفک، خزر و گوهر (ارقام اصلاح شده) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. زمان‌های نشاءکاری با توجه به تاریخ معمول نشاءکاری برنج در منطقه که نیمه دوم اردیبهشت ماه است انتخاب شدند. عملیات تهیه زمین اصلی شامل شخم، دیسک، کرت‌بندی و تسطیح به‌صورت گِل‌خراب انجام شد. عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب به‌میزان ۱۵۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار از منابع کود اوره، سوپر فسفات تریپل و کلرید پتاسیم مطابق توصیه آزمایشگاه به زمین اصلی داده شد (جدول ۱). یک‌سوم کود اوره هنگام تسطیح زمین، یک‌سوم هنگام شروع پنجه‌زنی و یک‌سوم هنگام ظهور خوشه در زمین پخش گردید. آماده‌سازی و کاشت در خزانه حدود یک ماه قبل از زمان انتقال نشاء به زمین اصلی صورت گرفت و انتقال آن به زمین اصلی در مرحله چهار برگی انجام شد. ابعاد کرت‌ها سه متر در چهار متر در نظر گرفته شد. کاشت به‌صورت تک نشاء در هر کپه به فاصله ۲۵ در ۲۵ سانتی‌متر انجام گرفت. مراقبت‌های لازم شامل مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی در دو مرحله انجام شد. قبل از نشاءکاری از علف‌کش بوتاکلر با غلظت دو در هزار برای کنترل علف‌هرز سوروف در زمین اصلی استفاده گردید. برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج از گرانول دیازینون ۱۰ درصد در مراحل حداکثر پنجه‌زنی و گل‌دهی به‌میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد.

برای تعیین خصوصیات دوره پرشدن دانه، با رعایت حاشیه، خوشه‌های ساقه اصلی هر واحد آزمایشی در مرحله خوشه‌دهی با روبان رنگی علامت‌گذاری شدند و از پنج روز پس از خوشه‌دهی به فاصله زمانی سه روز، تعداد سه خوشه به‌صورت تصادفی انتخاب و برداشت شدند و پس از خشکاندن به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون، دانه های پر جدا و وزن و تعداد آنها ثبت شد. از میانگین وزن دانه‌های پر برای توجیه تغییرات وزن دانه نسبت به زمان استفاده شد. برای محاسبه سرعت و طول دوره پر شدن دانه از معادله لجستیک زیر بَر داده‌ها، برازش داده شد (۱۰):

$$Y= W/[1+\exp (-R (X-B)] \quad (1)$$

در معادله فوق Y میانگین وزن دانه برحسب میلی‌گرم، X زمان و W تخمینی از وزن نهایی دانه برحسب میلی‌گرم هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

K (mg/kg)	P_2O_5 (mg/kg)	N (%)	OC (%)	EC (dS/m)	pH	سیلت (٪)	شن (٪)	رس (٪)	بافت خاک
۱۷۵	۱۴/۱	۰/۱۲	۱/۰۳	۰/۹۵	۶/۱	۲۲	۱۶	۶۲	رسی

R و B، ثابت‌های رگرسیونی هستند که با استفاده از معادله به‌دست می‌آیند و R مربوط به سرعت پُر شدن دانه می‌باشد. سرعت پُر شدن دانه از رابطه زیر به‌دست آمد:

سرعت پر شدن دانه = (RW)/4 (۲)

با فرض اینکه زمان تکمیل شدن دانه هنگامی است که وزن دانه‌ها به ۹۵ درصد وزن نهایی برسد (۱۰)، طول دوره مؤثر پُر شدن دانه فاصله زمانی بین پنج درصد تا ۹۵ درصد وزن نهایی دانه در نظر گرفته شد که از رابطه زیر به‌دست آمد:

مدت پر شدن دانه = (BR+2.944)/R (۳)

برای دمای حداقل، حداکثر، مقدار بارندگی، ساعت آفتابی و میزان تابش روزانه در طول دوره آزمایش از داده‌های هواشناسی مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی استان گیلان شهرستان رشت استفاده شد.

در زمان برداشت چهار مترمربع از هر کرت با رعایت حاشیه برای اندازه‌گیری عملکرد دانه در نظر گرفته شد و عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد لحاظ گردید.

برای انجام مطالعه همبستگی بین مدت پر شدن دانه، سرعت پر شدن دانه، وزن نهایی دانه، دما و تابش در زمان‌های مختلف نشاءکاری از نرم‌افزار Sigma plot V.11 استفاده شد. برای تجزیه واریانس، حل معادلات لجستیک، به‌دست آوردن مؤلفه‌های پُر شدن دانه و رسم نمودارهای مربوطه از نرم‌افزارهای SAS V9.2 و Excell استفاده شد.

نتایج و بحث

میانگین دمای هوا و تابش روزانه در طول دوره رشد ارقام برنج در زمان‌های مختلف نشاءکاری در شکل ۱ ارائه شده است. میانگین دمای روزانه هوا در زمان نشاءکاری اول ۲۴/۶ –۲۳/۹، زمان نشاءکاری دوم ۲۵ – ۲۳/۸ و زمان نشاءکاری سوم ۲۵/۳ – ۲۲/۳۱ درجه سانتی‌گراد بود. تابش روزانه در دوره مؤثر پر شدن دانه در زمان نشاءکاری اول ۱۵/۱ – ۱۳/۱، زمان نشاءکاری دوم ۱۵/۸ – ۱۰/۹ و در زمان نشاءکاری سوم ۱۲/۹ – ۱۰/۱ مگاژول بر مترمربع در روز بود (جدول ۲).

با استفاده از معادله لجستیک، داده‌های مربوط به روند پر شدن دانه برازش داده شدند. ضریب رگرسیونی معادله لجستیکی مورد استفاده در فرآیند پر شدن دانه از ۰/۹۳ تا ۰/۹۹ در ارقام مورد مطالعه به‌دست آمد. بیشترین وزن نهایی دانه در میان ارقام برنج مورد ارزیابی مربوط به رقم گوهر در زمان نشاءکاری دوم به‌میزان ۳۱/۹ میلی‌گرم بود. کمترین وزن نهایی دانه در رقم سنگ‌جو به‌میزان ۲۰/۴ میلی‌گرم مشاهده شد (جدول ۲). به‌غیر از رقم گوهر، در سایر ارقام مورد مطالعه روند کاهشی در وزن نهایی دانه با تأخیر در زمان نشاءکاری حاصل گردید که بیشترین درصد کاهش در وزن نهایی دانه در ارقام سنگ‌جو و خزر به‌ترتیب به‌میزان ۲۳ و ۲۲ درصد و کمترین درصد کاهش در ارقام علی‌کاظمی و درفک به‌ترتیب به‌میزان ۷ و ۸ درصد مشاهده شد. دوره مؤثر پر شدن دانه تفاوت معنی‌داری را در زمان‌های نشاءکاری نشان داد، به‌طوری‌که مدت پر شدن دانه در زمان نشاءکاری اول بین ۱۸/۴۳ روز در رقم هاشمی تا ۳۲/۹۲ روز در رقم گوهر، زمان نشاءکاری دوم بین ۱۸/۳ روز در رقم سنگ‌جو تا ۳۰ روز در رقم گوهر و زمان نشاءکاری سوم بین ۱۳/۹ روز در رقم هاشمی تا ۲۹/۸ روز در رقم گوهر بود. با تأخیر در نشاءکاری، دوره مؤثر پر شدن دانه کاهش یافت که بیشترین درصد کاهش مربوط به رقم سنگ‌جو به‌میزان ۳۴ درصد و کمترین درصد کاهش در رقم گوهر به‌میزان ۹ درصد مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

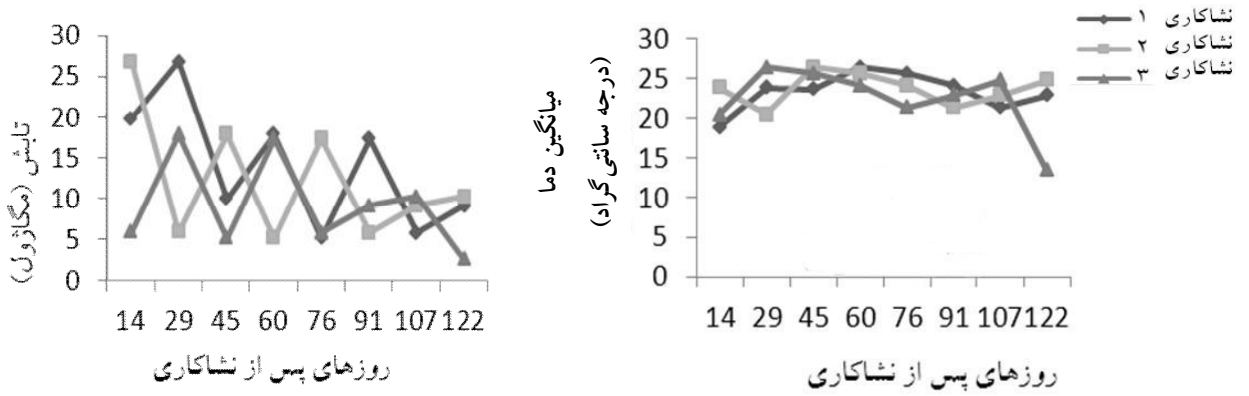
جدول ۲. وزن نهایی دانه (W)، مدت پر شدن دانه (GFD)، سرعت پر شدن دانه (GFR)، میانگین دمای روزانه (DT)، دمای تجمعی (CT)، تابش روزانه (DR) و تابش تجمعی (CR) برای دوره مؤثر پر شدن دانه ارقام برنج در زمان‌های نشاءکاری (T)

T	ارقام برنج	W (mg)	GFD (day)	GFR (mg day^{-1})	DT ($^{\circ}$C)	CT ($^{\circ}$C)	DR (MJ m^{-2}d^{-1})	CR (MJ m^{-2}d^{-1})
۱	خزر	۲۹/۳	۲۷/۲	۱/۱۹	۲۴/۵	۳۹۴	۱۵	۴۰۸
۱	گوهر	۳۰/۶	۳۲/۹	۰/۹۲	۲۴/۶	۴۸۲	۱۳/۱	۴۲۹
۱	درفک	۲۶/۷	۲۲/۸	۱/۲۴	۲۴/۴	۳۲۹	۱۵/۱	۳۴۴
۱	علی‌کاظمی	۲۶/۴	۲۲/۱	۱/۳۳	۲۴/۱	۳۱۱	۱۳/۱	۲۸۸
۱	سنگ‌جو	۲۶/۶	۲۱/۹	۱/۱۴	۲۴/۱	۳۱۰	۱۳/۱	۲۸۷
۱	هاشمی	۲۹/۸	۱۸/۴	۱/۶۲	۲۳/۹	۲۵۷	۱۳/۳	۲۲۰
۲	خزر	۲۸/۲	۲۳/۲	۱/۳۶	۲۴/۳	۳۳۳	۱۵/۷	۳۶۶
۲	گوهر	۳۱/۹	۳۰	۱/۰۸	۲۴/۳	۴۲۹	۱۰/۹	۳۲۹
۲	درفک	۲۵/۲	۲۲/۹	۱/۱۱	۲۵/۱	۳۴۵	۱۵/۸	۳۶۴
۲	علی‌کاظمی	۲۴/۴	۲۰/۵	۱/۱۹	۲۴	۲۸۷	۱۴/۲	۲۹۲
۲	سنگ‌جو	۲۲/۲	۱۸/۳	۱/۲۱	۲۳/۸	۲۵۳	۱۲/۷	۲۳۴
۲	هاشمی	۲۸/۸	۱۸/۳	۱/۵۷	۲۳/۸	۲۵۳	۱۲/۷	۲۳۴
۳	خزر	۲۵/۷	۲۲/۸	۱/۳۲	۲۵/۱	۳۲۱	۱۱/۱	۲۳۷
۳	گوهر	۲۸/۶	۲۹/۸	۰/۸۸	۲۲/۳	۳۶۷	۱۰/۱	۳۰۱
۳	درفک	۲۴/۵	۲۰/۲	۱/۳۱	۲۴/۳	۲۹۰	۱۰/۹	۲۲۲
۳	علی‌کاظمی	۲۴/۳	۱۹/۲	۱/۰۸	۲۴/۶	۲۸۱	۱۱/۴	۲۱۹
۳	سنگ‌جو	۲۰/۴	۱۴/۳	۱/۴۴	۲۵/۳	۲۱۹	۱۲/۹	۱۸۵
۳	هاشمی	۲۵/۳	۱۳/۹	۱/۸۲	۲۵/۳	۲۱۲	۱۱/۹	۱۸۵

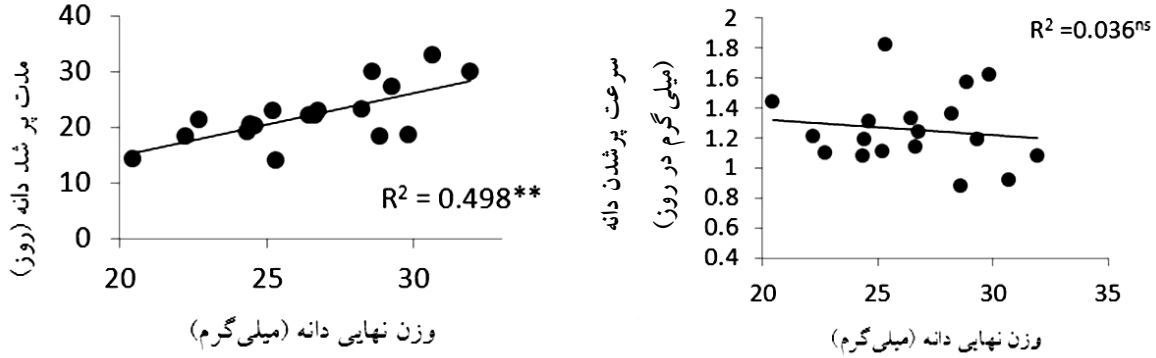
سرعت پر شدن دانه ارقام در طول دوره مؤثر پر شدن دانه در زمان‌های نشاءکاری، از روند متفاوتی برخوردار بود. بیشترین سرعت پر شدن دانه مربوط به رقم هاشمی به‌میزان ۱/۶۲ و کمترین مقدار آن برای رقم گوهر به‌میزان ۰/۹۲ میلی‌گرم بر دانه در روز حاصل گردید. در زمان نشاءکاری دوم این مؤلفه در ارقام برنج مورد ارزیابی بین ۱/۰۸ تا ۱/۵۷ و زمان نشاءکاری سوم بین ۰/۸۸ تا ۱/۸۲ میلی‌گرم بر دانه در روز به‌دست آمد. دمای تجمعی به‌دست آمده در ارقام مورد مطالعه در طی دوره مؤثر پر شدن دانه در زمان‌های نشاءکاری از بازه متفاوتی برخوردار بود و تفاوت معنی‌داری را نشان داد. دمای تجمعی در زمان نشاءکاری اول بین ۲۵۷ تا ۴۸۲، زمان نشاءکاری دوم بین ۲۵۳ تا ۴۲۹ و زمان نشاءکاری سوم بین ۲۱۲ تا ۳۶۷ درجه سانتی‌گراد در ارقام مختلف حاصل شد. رقم گوهر و رقم هاشمی به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین دمای تجمعی در دوره مؤثر پر شدن دانه در زمان‌های نشاءکاری مورد بررسی بودند. تابش تجمعی نیز بازهٔ متفاوتی در میان ارقام مورد مطالعه در زمان‌های نشاءکاری داشت. این بازه از ۲۲۰ تا ۴۲۹ مگاژول بر مترمربع در زمان نشاءکاری اول، ۲۳۴ تا ۳۶۶ مگاژول بر مترمربع در زمان نشاءکاری دوم و ۱۸۵ تا ۳۰۱ مگاژول بر مترمربع در زمان نشاءکاری سوم متغیر بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. میانگین دما و تابش روزانه در زمان‌های نشاءکاری در طول دوره رشد ارقام برنج



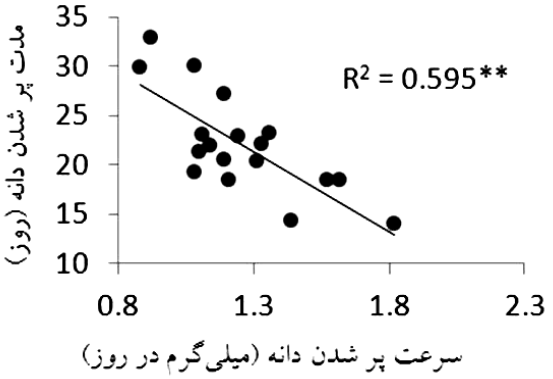
شکل ۲. روابط بین وزن نهایی دانه با مدت پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانه ارقام برنج که با استفاده از برازش معادله لجستیک در زمان‌های نشاءکاری حاصل شده است (. معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و ns. غیر معنی‌دار)**

نتایج بیانگر همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن نهایی دانه با مدت پر شدن دانه بود، درصورتی‌که میان وزن نهایی دانه و سرعت پر شدن دانه همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲). ضریب همبستگی میان وزن نهایی دانه و مدت پر شدن دانه **۰/۶۸۹ به‌دست آمد که در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بین سرعت پر شدن دانه و مدت پر شدن دانه در تیمارهای مورد مطالعه همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت و ضریب همبستگی بین آنها **۰/۷۰۶- به‌دست آمد (شکل ۳).

گزارش شده است که روابط همبستگی میان مدت و سرعت پر شدن دانه با عملکرد دانه از الگوهای متفاوتی بسته به گونه‌های زراعی پیروی می‌کند. برادر و همکاران (۲) در آزمایشی که در باره خصوصیات مدت پر شدن دانه، میانگین و حداکثر سرعت پر شدن دانه در ارقام مختلف گندم داشتند، همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین وزن نهایی دانه و مدت پر شدن دانه گزارش نمودند. مطالعات جونز و همکاران (۹) نشان می‌دهد که همبستگی طول دوره پر شدن دانه نسبت به سرعت پر شدن دانه با عملکرد و وزن نهایی دانه در برنج بالاتر بود. آنها هم‌چنین گزارش نمودند که وزن نهایی دانه برنج را طول دوره پر شدن دانه تعیین می‌کند. این نتایج توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (۲۵). جبیهو و همکاران (۶) نیز در آزمایش خود روی ارقام گندم دوروم، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مدت پر شدن دانه با وزن نهایی دانه گزارش کردند و اثر مدت پر شدن دانه را در وزن نهایی دانه بیشتر از سرعت پر شدن دانه دانستند که با نتایج حاصل هم‌خوانی دارند. در مقابل برخی نتایج گزارش شده توسط محققان دیگر

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. روابط بین سرعت پر شدن دانه و مدت پر شدن دانه ارقام برنج که با استفاده از برازش معادله رگرسیونی حاصل شده است (. معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد)**

چون زاهدی و جنر (۳۰) و چو و همکاران (۳) حاکی از همبستگی مثبت و معنی‌دار بین سرعت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه می‌باشد که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد. این عدم همخوانی ممکن است به‌علت تفاوت در گیاه زراعی و یا ارقام مورد مطالعه و شرایط آزمایش باشد. شارما (۲۲) گزارش کردند که انتخاب ارقامی با دوره پرشدن دانه طولانی می‌تواند به افزایش عملکرد دانه در گندم منجر شود. نتایج تحقیق تولنار و وو (۲۴) نشان داد که اگرچه افزایش دما در طی دوره پر شدن دانه، سرعت پر شدن دانه را در ذرت تحت تأثیر قرار می‌دهد، ولی آنچه در سال‌های اخیر باعث افزایش عملکرد دانه شده است، افزایش طول دوره پر شدن دانه است که معمولاً با دمای کمتر هوا همراه می‌باشد. نتایج آکاستا-گالیکاس و همکاران (۱) در لوبیا نیز حاکی از همبستگی بالای وزن دانه با طول دوره پر شدن دانه می‌باشد.

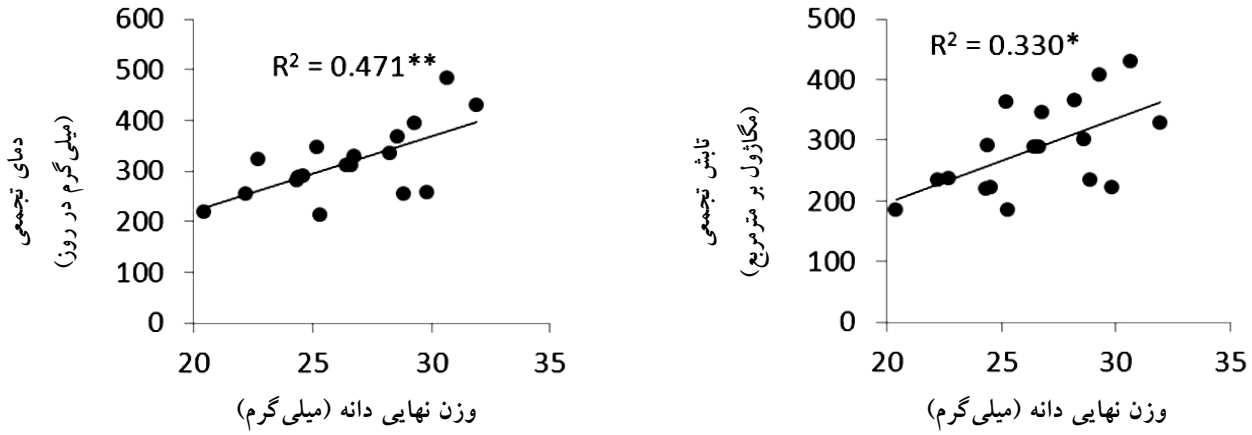
رابطه عکس مدت پر شدن دانه با سرعت پر شدن دانه در غلات توسط بسیاری از پژوهشگران چون یانگ و همکاران (۲۸) و کیم و همکاران (۱۰) گزارش شده است که در پژوهش حاضر نیز همبستگی منفی و معنی‌دار بین صفات یاد شده مشاهده شد. یانگ و همکاران (۲۸) اشاره به این نکته دارند که برای حصول عملکردهای بالا در ارقام برنج سرعت و مدت پر شدن بالا در کنار هم لازم هستند که با توجه به رابطه عکس این دو صفت، رسیدن به این هدف مشکل به‌نظر می‌رسد.

وزن نهایی دانه با افزایش دمای تجمعی و تابش تجمعی در زمان‌های مختلف نشاءکاری به‌طور خطی افزایش یافت و همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات یاد شده نشان داد (شکل ۴). مدت پر شدن دانه نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با دما و تابش تجمعی در دوره مؤثر پر شدن دانه نشان داد (شکل ۵). بین دمای میانگین روزانه و تابش روزانه در دوره مؤثر پر شدن دانه با سرعت پر شدن دانه، مدت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه همبستگی معنی‌داری به‌دست نیامد (شکل ۶). سرعت پر شدن دانه در زمان‌های مختلف نشاءکاری همبستگی منفی و معنی‌داری با دما و تابش تجمعی نشان داد که در مورد دمای تجمعی این همبستگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (شکل ۷).

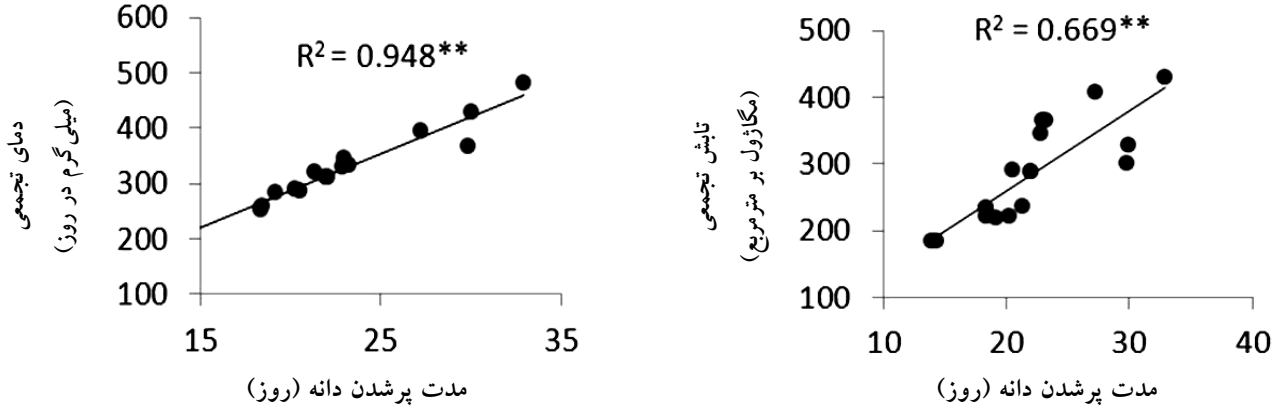
وزن نهایی دانه ارقام برنج مورد مطالعه با افزایش دما و تابش تجمعی در دوره مؤثر پر شدن دانه افزایش یافت. این همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان می‌دهد که وزن نهایی دانه به منابع اقلیمی در دسترس و توانایی گیاه در افزایش دوره پر شدن برای استفاده حداکثر از منابع مذکور وابسته است. شرایط اقلیمی در زمان نشاءکاری اول با توجه به دما و تابش بهینه باعث افزایش دوره پر شدن دانه گردید که به دریافت دما و تابش تجمعی بیشتر منجر شد. مسلماً شرایط نامساعد اقلیمی مانند تابش پایین و دمای بالا باعث کوتاه شدن دوره مؤثر پر شدن دانه و دریافت دما و تابش تجمعی کمتر در دوره مؤثر پر شدن دانه می‌گردد که در زمان نشاءکاری سوم در اکثر ارقام برنج مورد ارزیابی شرایط یاد شده وجود داشت که در نهایت باعث کاهش وزن نهایی دانه شد (۱۵ و ۲۸). اسلام و موریسون (۸) با مطالعه روی اثر سایه‌اندازی در ارقام برنج به این نتیجه رسیدند که کاهش تابش ورودی به مزرعه در طول دوره پر شدن دانه باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود. نتایج تحقیق ماچو و همکاران (۱۵) نشان داد که در شرایط محیطی با دمای پایین که باعث طولانی‌تر شدن مدت پر شدن دانه و گردیده، وزن دانه در ارقام ذرت مورد مطالعه افزایش

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. رابطه بین وزن نهایی دانه با دمای تجمعی و تابش تجمعی برای دوره مؤثر پر شدن دانه ارقام برنج در زمان‌های نشاءکاری (و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد)**



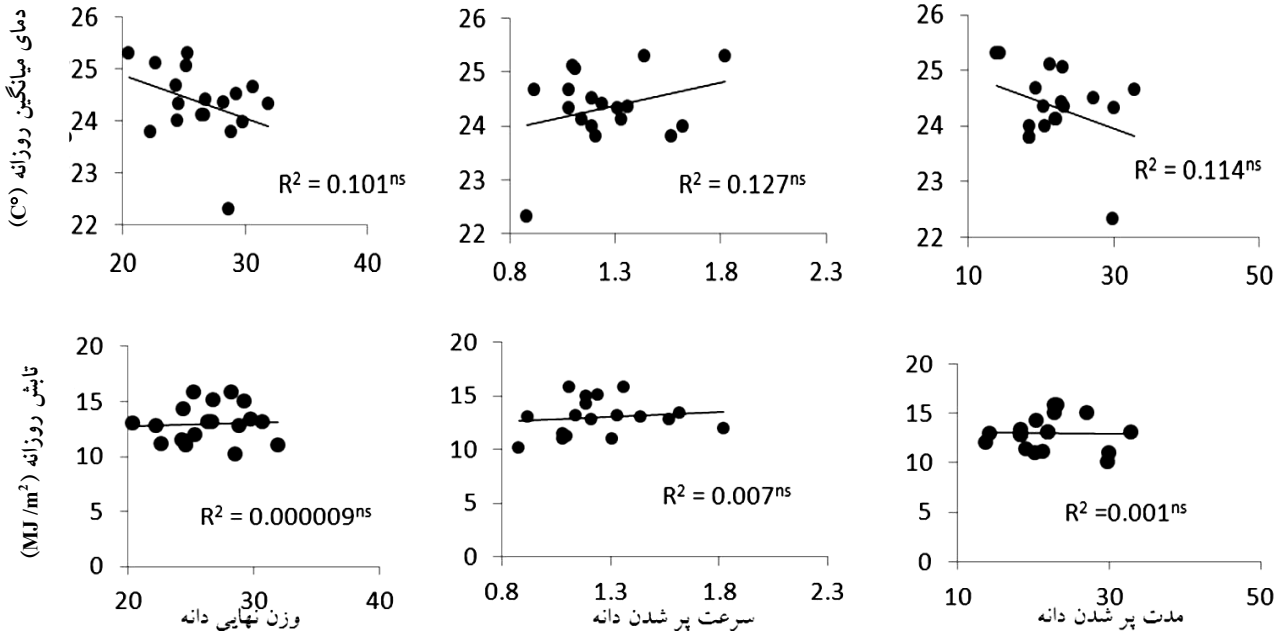
شکل ۵. رابطه بین مدت پر شدن دانه با دمای تجمعی و تابش تجمعی در دوره مؤثر پر شدن دانه در ارقام برنج در زمان‌های نشاءکاری (. معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد)**

یافت. اگلی (۵) وجود روزهای آفتابی همراه با تابش خورشیدی مناسب همراه با دماهای نسبتاً پایین را عاملی در جهت افزایش فتوسنتز گیاه و در نتیجه افزایش وزن دانه گزارش نموده است. دمای تجمعی در دوره مؤثر پر شدن دانه از مدت پر شدن دانه و میانگین دمای روزانه حاصل می‌شود. تابش تجمعی نیز از مدت پر شدن دانه و تابش روزانه به‌دست می‌آید (۲۸). در تحقیق حاضر همبستگی میان تابش تجمعی و مدت پر شدن دانه بسیار بیشتر از همبستگی میان تابش تجمعی و تابش روزانه بوده است. این نتیجه در مورد ارتباط دمای تجمعی با مدت پرشدن دانه و دمای میانگین روزانه نیز صدق می‌کند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که تابش و دمای تجمعی از مدت پر شدن دانه تأثیرپذیری بسیار بیشتری دارند. مدت پر شدن دانه طولانی‌تر به‌علت ایجاد شرایط لازم برای دریافت تابش و دمای تجمعی بیشتر، به فرآیند بهتر پر شدن دانه و افزایش عملکرد و وزن نهایی دانه ارقام برنج کمک می‌کند.

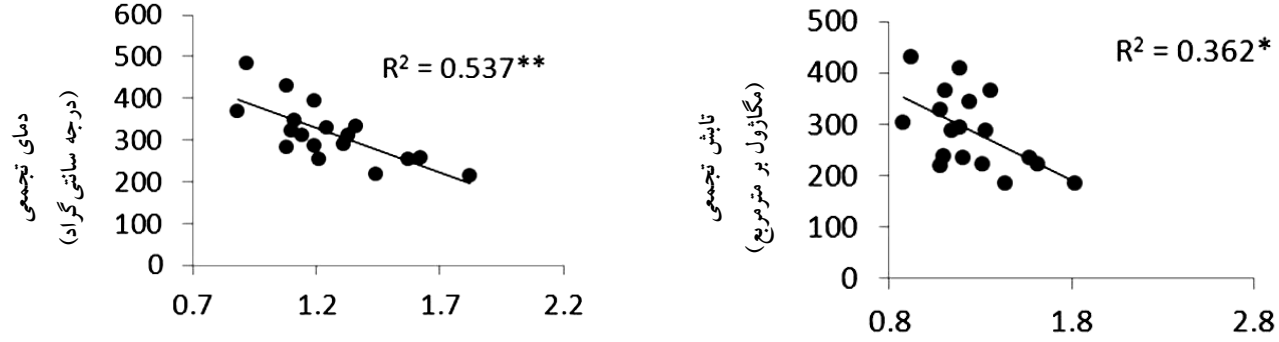
میانگین دمای روزانه در دوره مؤثر پر شدن دانه در ارقام برنج مورد مطالعه همبستگی معنی‌داری با سرعت پر شدن دانه، وزن نهایی دانه و مدت پر شدن دانه در زمان‌های مختلف نشاءکاری نداشت. علی‌رغم معنی‌دار نبودن این همبستگی، به‌نظر می‌رسد که با افزایش دمای میانگین روزانه، مدت پر

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. رابطه بین دمای میانگین روزانـه و تابش روزانه با وزن نهایی دانه، سرعت پر شـدن دانه و مدت پر شدن دانه در دوره مؤثر پر شدن دانه ارقام برنج در زمان‌های نشاءکاری (ns. غیر معنی‌دار)



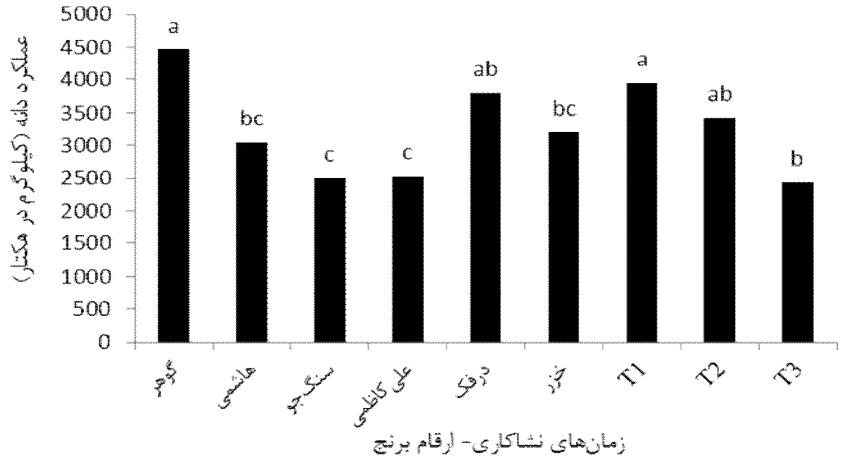
شکل ۷. رابطه بین سرعت پر شدن دانه با دما و تابش تجمعی در تیمارهای مورد مطالعه (و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد)**

شدن دانه و وزن نهایی دانه کـاهش و سـرعت پـر شـدن دانـه افزایش می‌یابد (شکل ۶). باید در نظر داشت کـه ایـن تحقیـق روی ژنوتیپ‌هایی انجام شده‌است که دارای دورهٔ مؤثر پر شدن دانه متفاوتی با هم هستند که ممکن است این خصوصیت روی روابط میان صفات مذکور تأثیر گذاشته باشد (۲۸).

همبستگی منفی و معنی‌دار سرعت پر شـدن دانـه بـا دمـا و تابش تجمعی (شکل ۷) می‌تواند به همبستگی مثبت و معنی‌دار مدت پر شدن دانه با دما و تابش تجمعی (شکل ۵) و همبستگی منفی و معنی‌دار مدت پر شدن دانه بـا سـرعت پـر شـدن دانـه مربوط باشد (شکل ۳). افزایش دما و تابش تجمعی نشان‌دهنده افـزایش طـول دوره پـر شـدن دانـه مـی‌باشـد کـه همبسـتگی منفـی و بسـیار معنـی‌داری بـا سـرعت پـر شـدن دانـه دارد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸ مقایسه میانگین عملکرد دانه برنج براساس اثرات اصلی رقم و زمان نشاءکاری (در محور افقی T1، T2 و T3 به‌ترتیب زمان نشاءکاری اول، دوم و سوم هستند.)

که نوع ارتباط بین سرعت پر شدن دانه با دما و تابش تجمعی را توجیه می‌کند.

نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه نشان داد که اثرات اصلی رقم و زمان نشاءکاری به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه مربوط به ارقام گوهر و درفک به‌میزان ۴۴۶۸ و ۳۷۹۱ کیلوگرم بر هکتار و پایین‌ترین میزان آن در ارقام علی‌کاظمی و سنگ‌جو به‌ترتیب به‌میزان ۲۵۳۷ و ۲۵۸۰ کیلوگرم بر هکتار مشاهده گردید (شکل ۸). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که زمان نشاءکاری ۱۵ اردیبهشت با عملکرد دانه ۳۹۵۰ کیلوگرم بر هکتار تفاوت معنی‌داری با زمان نشاءکاری ۱۵ خرداد با عملکرد دانه ۲۴۳۲ کیلوگرم بر هکتار در سطح احتمال ۵ درصد داشت (شکل ۸). مقایسه روابط همبستگی بین عملکرد دانه با سایر صفات مورد مطالعه در این پژوهش نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه با صفات وزن نهایی دانه، مدت پر شدن دانه، دمای تجمعی و تابش تجمعی در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۳). اسلام و همکاران (۸) با مطالعه اثر دما و تابش روی عملکرد دانه ارقام برنج گزارش کردند که همبستگی بالایی بین میزان تابش در دسترس با عملکرد دانه در دوره رسیدگی ارقام برنج وجود دارد. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که ارقامی با دوره طولانی‌تر پر شدن دانه به‌علت دریافت دما و تابش بیشتر در دوره رسیدگی، از وزن نهایی دانه بیشتری برخوردار بودند که باعث افزایش عملکرد دانه آنها شد. در زمان نشاءکاری ۱۵ اردیبهشت ماه با توجه به میانگین کمتر دمای هوا و طولانی‌تر بودن دوره پر شدن دانه، شرایط مناسب‌تری از نظر دما و تابش برای حصول عملکرد دانه بیشتر فراهم بوده است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ارقام برنج مورد مطالعه در زمان‌های مختلف نشاءکاری پاسخ‌های متفاوتی از لحاظ صفات مدت پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانه داشتند. وزن نهایی و عملکرد دانه همبستگی بسیار بالایی با مدت پر شدن دانه، دمای تجمعی و تابش تجمعی نشان داد. ارقام گوهر و خزر با توجه به دوره پر شدن دانه بیشتر، از وزن نهایی دانه بیشتری برخوردار بودند، ضمن اینکه شرایط دما و تابش تأثیر بسیار زیادی بر روی وزن نهایی دانه داشت که با زمان نشاءکاری ارتباط داشت. زمان نشاءکاری اول با توجه به شرایط مناسب دما و تابش روزانه، باعث دریافت تابش و دمای تجمعی بیشتر توسط ارقام برنج گردید که به وزن نهایی و عملکرد بیشتر دانه منجر شد. در سایر زمان‌های نشاءکاری به‌ویژه زمان نشاءکاری سوم به‌علت کاهش تابش دریافتی و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. روابط همبستگی بین عملکرد دانه با صفات گیاهی ارقام برنج

	وزن نهایی دانه	سرعت پر شدن دانه	مدت پر شدن دانه	دمای روزانه دریافتی	دمای تجمعی دریافتی	تابش روزانه دریافتی	تابش تجمعی دریافتی
عملکرد دانه	۰/۶۰۸**	-۰/۳۲۷ns	۰/۶۶۲**	-۰/۱۶۵ns	۰/۶۸۲**	۰/۲۴۲ns	۰/۶۶۶**

ns و **. به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

افزایش دمای روزانه، دوره پر شدن دانه در ارقام مختلف کاهش یافت که به دریافت کمتر دما و تابش تجمعی و در نتیجه کاهش عملکرد و وزن نهایی دانه منجر شد. نتایج تحقیق حاکی از همبستگی و نقش بسیار بیشتر مدت پر شدن دانه نسبت به سرعت پر شدن دانه در وزن نهایی دانه در ارقام برنج است. به‌نظر می‌رسد که زمان نشاءکاری اول (۱۵ اردیبهشت) با توجه به شرایط بهتر محیطی از جمله دما و تابش دریافتی توسط گیاه در دوره پر شدن دانه در اکثر ارقام برنج مورد بررسی، پتانسیل مطالعه بیشتر برای توصیه به کشاورزان را داشته باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری کارشناسان آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان و مساعدت خانم مهندس سمیه فرجی دانش‌آموخته کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی در انجام بخشی از پایان‌نامه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Acosta-Gallegos, J. A., P. Vargas-Vazquez and J. W. White. 1996. Effect of sowing date on the growth and seed yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in highland environments. *Field Crops Research* 49: 1-10.
2. Brdar, M., M. Kraljevic Balalic and B. Kobiljski. 2004. Observed duration and average and maximum grain filling rates in wheat genotypes of different earliness. *Genetika* 36(3): 229-235.
3. Cho, D. S., S. K. Jong, S. Y. Son and Y. K. Park. 1988. Studies on the duration and rate of grain filling in rice (*Oryza sativa* L.). II. Difference between the parts of a panicle. *Korean Journal of Crop Science* 32: 5-11 (With English Abstract).
4. Dinesh, C., K. Lodh, M. Sahoo, B. B. Nanda and D. Chander. 1997. Effect of date of planting and spacing on grain yield and quality of scented rice (*Oryza sativa*) varieties in wet season in coastal. *Orissa Indian Journal of Agricultural Science* 67: 93-97.
5. Egli, D. B. 2004. Seed-fill duration and yield of grain crops. *Advances in Agronomy* 83: 243–279.
6. Gebeyehou, G., D. R. Knottet and R. J. Baker. 1982. Relationships among duration of vegetative and grain filling phases, yield components and grain yield in durum wheat cultivars. *Crop Science* 22: 287-290.
7. He, Z. and S. Rajaram. 1993. Differential responses of bread wheat characters to high temperature. *Euphytica* 72: 197–203.
8. Islam, M. S. and J. I. L. Morison. 1992. Influence of solar radiation and temperature on irrigated rice grain yield in Bangladesh. *Field Crops Research* 30: 13-28.
9. Jones, D. B., M. L. Peterson and S. Geng. 1978. Association between grain filling rate and duration and yield component in rice. *Crop Science* 19: 641-645.
10. Kim, J., J. Shon, C. Lee, W. Yang, Y. Yoon, W. Yang, Y. Kim and B. Lee. 2011. Relationship between grain filling duration and leaf senescence of temperate rice under high temperature. *Field Crops Research* 122: 207–213.
11. Kim, K. 1983. Studies on the effect of temperature during the reduction division and the grain filling stage in rice plants. II. Effect of air temperature at grain filling stage in Indica-Japonica crosses. *Korean Journal of Crop Science* 28: 58–75 (With English Abstract).
12. Krishnan, P., B. Ramakrishnan, K. Raja Reddy and V. R. Reddy. 2011. High-temperature effects on rice growth,

www.SID.ir

Archive of SID

yield, and grain quality. *Advances in Agronomy* 111: 87-202.
13. Mojtabaie Zamani, M., M. Esfahany, R. Honarnejad and M. Alahgholipour. 2007. Relationship between grain filling rate, grain filling duration, yield components and other physiological traits in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Crop Production and Processing* 10 (4): 213-225. (In Farsi).
14. Morita, S., J. Yonemaru and J. Takanashi. 2005. Grain growth and endosperm cell size under high night temperatures in rice (*Oryza sativa* L.). *Annals of Botany* 95: 695-701.
15. Muchow, R. C., T. R. Sinclair and J. M. Bennett. 1990. Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. *Agronomy Journal* 82(2): 338-343.
16. Nezamzadeh, S. E., H. Pirdashti and N. Babaeian Jelodar. 2011. Comparison of grain filling rate and duration among some old, modern and promising rice cultivars under different nitrogen levels. *Electronic Journal of Crop Production* 4(3): 79-101 (In Farsi).
17. Park, J. H. and B. W. Lee. 2003. Photosynthetic characteristics of rice cultivars with depending on leaf senescence during grain filling. *Korean Journal of Crop Science* 48: 216–223 (With English Abstract).
18. Peng, S., J. Huang, J. E. Sheehy, R. C. Laza, R. M. Visperas, X. Zhong, G. S. Centeno, G. S. Khush and K. G. Cassman. 2004. Rice yield declines with higher night temperature from global warming. *Proceeding of National Academy of Science* 101: 9971- 9975.
19. Pirdashti, H., Z. Tahmasebi Sarvestani and M. Nasiri. 2003. Study on dry matter and nitrogen remobilization rice (*Oryza sativa* L.) genotypes under different transplanting dates. *Iranian Journal of Crop Sciences* 5: 46-55 (In Farsi).
20. Qi-Hua, L., W. Xiu, L. Tian, M. Jia-Qing and Z. Xue-Biao. 2013. Effects of elevated air temperature on physiological characteristics of flag leaves and grain yield in rice. *Chilean Journal of Agricultural Research* 73(2): 85-90.
21. Savin, R., G. A. Slafer, D. F. Calderini and L. G. Abeledo. 1999. Final grain weight in wheat as affected by short periods of high temperature during pre- and post-anthesis under field condition. *Australian Journal of Plant Physiology* 26: 453-458.
22. Sharma, R. C. 1992. Duration of the vegetative and reproductive period in relation to yield performance of spring wheat. *European Journal of Agronomy* 1(3): 133-137.
23. Talbert, L. E., S. P. Lanning, R. L. Murphy and J. M. Martin. 2001. Grain filling duration in twelve hard red spring wheat crosses: genetic variation and association with other agronomic traits. *Crop Science* 41: 1390-1395.
24. Tollenar, M. and J. Wu. 1999. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. *Crop Science* 39: 1597-1604.
25. Vergara, B. 1997. Rice Plant Growth and Development. IRRI Publication. Lesbians, Philippines.
26. Wheeler, T. R., P. Q. Craufurd, R. H. Ellis, J. R. Porter and V. Vara Prasad. 2000. Temperature variability and the yield of annual crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 82:159-167.
27. Xiao, Y., Y. Pan and L. Luo. 2011. Quantitative trait loci associated with pollen fertility under high temperature stress at flowering stage in rice (*Oryza sativa*). *Rice Science* 18(3): 204-209.
28. Yang, W., SH. Peng, M. L. Dionisio-Sese, R. C. Laza and R. M. Visperas. 2008. Grain filling duration, a crucial determinant of genotypic variation of grain yield in field-grown tropical irrigated rice. *Field Crops Research* 105: 221-225.
29. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
30. Zahedi, M. and C. F. Jenner. 2003. Analysis of effects in wheat of high temperature on grain filling attributes estimated from mathematical models of grain filling. *Journal of Agricultural Science* 141: 203–212.

www.SID.ir