تاثیر تاریخ کاشت و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج (*Oryza sativa* L.) در شهرستان رشت

پویا اعلایی بازکیایی، بهنام کامکار[۱]*، ابراهیم امیری، حسین کاظمی و مجتبی رضایی

دانشجوی دکتری گروه زراعت دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

pooya.aalaee@gmail.com

استاد گروه زراعت دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

behnam.kamkar@gmail.com

استاد گروه مهندسی آب دانشکده فنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ایران.

eamiri57@yahoo.com

استادیار گروه زراعت دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

hossein_k_p@yahoo.com

موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت ، ایران.

mrezaeii@yahoo.com

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر دوره‌های آبیاری و تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی در سال‌های زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا شد. آبیاری در چهار سطح (غرقاب کامل، دورهای آبیاری ۵، ۱۰ و ۱۵ روزه) به عنوان عامل اصلی و تاریخ کاشت در سه سطح (اول اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد شلتوک در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین مقادیر عملکرد زیستی در تیمار دور آبیاری غرقاب و پنج‌روزه با میانگین به ترتیب ۱۰۹۶۰ و ۱۰۲۳۸ کیلوگرم در هکتار و در تاریخ کاشت یک و ۲۰ اردیبهشت با میانگین ۱۰۵۵۳ و ۱۰۳۹۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بیشترین وزن صد دانه در تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد ، بیش‌ترین تعداد خوشه در بوته در تیمار غرقاب و در تاریخ کاشت دوم و بیش‌ترین دانه پر در خوشه در تیمار غرقاب دائم مشاهده شد. همچنین بیش‌ترین تعداد دانه پوک در تیمار آبیاری ۱۵ و ۱۰ روزه و تاریخ کاشت ۱۰ خرداد مشاهده گردید. نتایج نشان داد که آبیاری غرقاب با عملکرد دانه ۴۲۷۱ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین عملکرد دانه را داشت. تیمارهای دور آبیاری ۱۰ و ۱۵ روزه عملکرد دانه کم‌تری نسبت به تیمار غرقاب و دورآبیاری ۵ روزه داشتند. در دو سال زراعی آزمایش، تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت بیش‌ترین عملکرد دانه با میانگین ۳۸۲۰ کیلوگرم در هکتار را داشت. در این آزمایش، تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت مطلوب‌ترین شرایط محیطی برای رشد را داشت و از ثبات عملکرد خوبی برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری غرقاب، عملکرد زیستی، عملکرد شلتوک، کم‌آبیاری

۱- آدرس نویسنده مسئول: گروه زراعت دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

*- دریافت: دی ۱۳۹۷ و پذیرش: مرداد ۱۳۹۸

مقدمه

بر اساس آمار سازمان خواربار جهانی (FAO) ایران در سال ۲۰۱٦ دارای ٥٥٦۷۸۷ هکتار سطح زیر کشت و ۲/۳ میلیون تن تولید برنج بوده است. واردات برنج در ایران در سال ۲۰۱٦ حدود ۱/۱ میلیون تن بوده است (سازمان خواربار جهانی، ۲۰۱٦). این نتایج دلالت بر آن دارد که تولید داخلی کفایت تأمین نیاز کشور را نداشته و بخشی از نیاز برنج مصرفی از طریق واردات تأمین شده است. برنج در استان گیلان بعد از مازندران بیش‌ترین سطح زیر کشت برنج (۱۹۷ هزار هکتار) را در بین استان‌های کشور دارد (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹٦)؛ بنابراین مطالعه عملکرد برنج در این استان از اهمیت بالایی برخوردار است. از آن‌جایی که محصولات زراعی در پاسخ به عوامل اقلیمی و فیزیکی محدوده مشخصی دارند، با شناخت این عوامل می‌توان امکانات بالقوه اقلیمی را در مناطق مختلف شناسایی کرده و از آن حداکثر بهره‌برداری را انجام داد (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹٥). به نظر بسیاری از محققان، تاریخ کاشت به دلیل تأثیر آن بر مراحل مختلف رشد و نمو و نهایتاً عملکرد دانه حائز اهمیت است (پازوکی و همکاران، ۱۳۸۹).

ایران کشوری نیمه‌خشک با میانگین بارندگی سالانه برابر ۲٤۰ میلی‌متر و ۰/٥۷ میلیون هکتار شالیزار می‌باشد. تقریباً آبیاری در کل مناطق کاشت برنج ایران با استفاده از رژیم آبیاری غرقابی و با نگه‌داشتن ۳-٥ سانتی‌متر آب روی خاک برای فصل رشد انجام می‌شود. دو استان گیلان و مازندران ۷۰-۸۰ درصد از برنج کل ایران را تولید می‌کنند (امیری و همکاران، ۲۰۱۱). این در حالی است که رشد بی‌سابقه تقاضا برای مصرف آب در بخش‌های صنعتی، شرب و کاهش میزان آب قابل‌استفاده در بخش کشاورزی به علت ایجاد سد در سرشاخه‌های رودخانه سفیدرود (که تقریباً ۷۳ درصد از شالیزارهای گیلان را تحت آبیاری قرار می‌دهد)، موجب گردیده که استفاده از آب در تولید برنج کاهش یافته و این امر تولید برنج را تهدید می‌کند (امیری و همکاران، ۲۰۱۱). رودریک و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی نتیجه گرفتند که روش کم آبیاری تناوب خشکی و رطوبت، مصرف آب آبیاری شالیزار را بدون کاهش عملکرد و سود کشاورزان، به میزان حدود ۳۸ درصد کاهش داده است. رضایی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که روش آبیاری تناوبی با دور هشت روزه، ضمن حفظ عملکرد در حد روش معمول غرقاب دائم باعث کم‌تر شدن مصرف آب و صرفه‌جویی معادل ٤۰ درصد در میزان آب مصرفی در طول دوره رشد و افزایش کارایی مصرف آب به میزان ٦۰ درصد می‌شود.

تاکنون اکثر تحقیق‌های انجام یافته در مورد شیوه‌های مدیریت آبیاری در ایران بر پایه دور ثابت آبیاری از ابتدا تا انتهای فصل کاشت و یا تأثیر قطع آب در مراحل مختلف رشد بوده است و کم‌تر تحقیقی با محوریت شیوه مدیریت آبیاری با توجه به تاریخ کاشت صورت پذیرفته است؛ بنابراین این تحقیق با هدف بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج (رقم هاشمی) صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی یا سه تکرار بر روی برنج (رقم هاشمی) طی فصل‌های زراعی ۱۳۹٥ و ۱۳۹٦ در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انجام شد. ارتفاع محل از سطح دریا ۲٤ متر می‌باشد و در عرض ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول ٤۹ درجه و ٦٤ دقیقه شرقی قرار دارد. تیمارهای آبیاری در چهار سطح غرقاب و دوره‌های آبیاری ٥، ۱۰ و ۱٥ روزه به‌عنوان عامل اصلی و تاریخ‌های کاشت در سه سطح یکم اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد به‌عنوان عامل فرعی مورد نظر قرار گرفتند. کرت‌بندی بعد از شخم اولیه و ثانویه و انجام گل-خرابی (پادلینگ) در برنج صورت گرفت. اطلاعات دوره رشد تیمارهای مختلف در جدول (۱) ارائه شده است. هر

کرت آزمایشی به طول و عرض ۳/۵ متر در نظر گرفته شد. تراکم نشاها ۲۰×۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از انتقال نشاها به زمین اصلی، کرت‌ها به مدت ۱۰ روز تمام غرقاب دائم نگه‌داری شدند تا نشاها استقرار پایند. پس از آن مدیریت آبیاری در کرت‌ها بر مبنای برنامه اعمال شد. حجم آب آبیاری به هر کرت توسط کنتور حجمی اندازه‌گیری شد که در شکل (۱) نشان داده شده است. متوسط مقدار آب مصرفی در دو سال آزمایش در آبیاری غرقاب، دور ۵، ۱۰ و ۱۵ روز به ترتیب برابر ۵۸۰، ۵۲۰، ۳۹۹ و ۳۷۵ میلی‌متر و در تاریخ کشت اول تا سوم به ترتیب ٤٦٨، ٤٩٧ و ٤٤٢ میلی‌متر بود که با استفاده از کنتور حجمی اندازه‌گیری شد. در زمان بارش از مقدار آبیاری، مقدار آب بارش کسر گردید. در جدول (۲) خصوصیات خاک محل آزمایش ارائه گردید. همچنین جدول (۳) اطلاعات هواشناسی محل انجام طرح را نشان می‌دهد. محاسبه درجه روز رشد برنج با استفاده از رابطه (۱) انجام شد که در آن Tmax و Tmin به ترتیب دمای کمینه و بیشینه، Tb دمای پایه برنج و n تعداد روز هر مرحله نموی است. دمای پایه برنج هشت درجه سانتی-گراد در نظر گرفته شد (سلطانی، ۲۰۱۲).

$$Gdd = \sum_{i=1}^{n}\left(\left(\frac{Tmax - Tmin}{2}\right) - Tb\right) \quad (۱)$$

نیتروژن به صورت کود اوره به میزان ٦٠ کیلوگرم در هکتار به‌صورت پایه و به مقدار ٦٠ کیلوگرم در هکتار به‌صورت سرک یک ماه بعد از مرحله پایه نیز مصرف شد. کود پتاسیم اکسید (K_2O) به میزان ۷۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم و فسفر پنتااکسید (P_2O_5) به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل استفاده گردید. علف‌های هرز بطور دستی وجین گردید. پس از رسیدگی و برداشت، خوشه‌ها برای خشک شدن به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در داخل آون قرار گرفتند. نمونه برداری از هر کرت برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ با انتخاب چهار بوته بصورت تصادفی از وسط هر کرت انجام گرفت. شاخص سطح برگ (LAI) از تقسیم مساحت سطح برگ بر مساحت سطح زمین بدست آمد. عملکرد شلتوک و زیست‌توده به‌ترتیب با برداشت پنج و یک مترمربع از هر کرت و پس از حذف حاشیه اندازه‌گیری شدند. همچنین ارتفاع بوته، تعداد خوشه پر شده در بوته، تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه پر و پوک در خوشه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. کلیه اندازه-گیری‌های عملکرد و اجزای عملکرد بر اساس استانداردهای زراعی موسسه تحقیقات برنج کشور صورت گرفت. تجزیه و تحلیل آماری بر اساس آرایش کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS محاسبه گردید. مقایسه میانگین نیز بر اساس آزمون کم‌ترین اختلاف معنی‌دار LSD انجام پذیرفت.

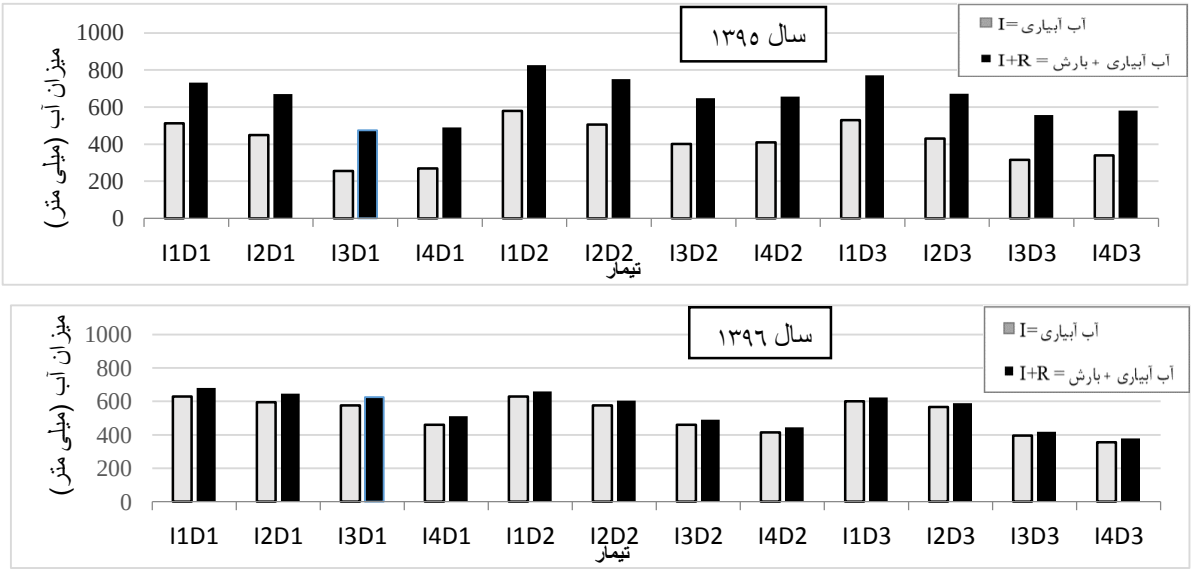
جدول ۱- اطلاعات دوره رشد تیمارهای مختلف

		تیمارها										
سال زراعی	اطلاعات دوره رشد	I1D1	I2D1	I3D1	I4D1	I1D2	I2D2	I3D2	I4D2	I1D3	I2D3	I3D3	I4D3
	بذرپاشی در خزانه	۹۵/۱/۶	۹۵/۱/۶	۹۵/۱/۶	۹۵/۱/۶	۹۵/۱/۲۷	۹۵/۱/۲۷	۹۵/۱/۲۷	۹۵/۱/۲۷	۹۵/۲/۱۷	۹۵/۲/۱۷	۹۵/۲/۱۷	۹۵/۲/۱۷
	تاریخ نشاکاری	۹۵/۲/۱	۹۵/۲/۱	۹۵/۲/۱	۹۵/۲/۱	۹۵/۲/۲۰	۹۵/۲/۲۰	۹۵/۲/۲۰	۹۵/۲/۲۰	۹۵/۳/۱۰	۹۵/۳/۱۰	۹۵/۳/۱۰	۹۵/۳/۱۰
۱۳۹۵	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	۷۸	۷۷	۷۷	۷۷	۶۲	۶۰	۶۰	۶۰	۵۸	۵۷	۵۷	۵۷
	کل طول دوره رشد (روز)	۱۲۲	۱۲۱	۱۲۱	۱۲۱	۹۷	۹۵	۹۵	۹۵	۸۸	۸۷	۸۷	۸۷
	درجه روز-رشد دریافتی تا ۵۰٪ گلدهی	۱۳۰۰	۱۲۹۴	۱۲۹۴	۱۲۹۴	۱۲۳۲	۱۱۹۷	۱۱۹۷	۱۱۹۷	۱۳۱۶	۱۲۹۸	۱۲۹۸	۱۲۹۸
	درجه روز-رشد دریافتی تا رسیدگی	۲۰۹۱	۲۰۷۲	۲۰۷۲	۲۰۷۲	۱۸۵۶	۱۸۱۷	۱۸۱۷	۱۸۱۷	۱۸۶۲	۱۸۴۴	۱۸۴۴	۱۸۴۴
	بذرپاشی در خزانه	۹۶/۱/۶	۹۶/۱/۶	۹۶/۱/۶	۹۶/۱/۶	۹۶/۱/۲۷	۹۶/۱/۲۷	۹۶/۱/۲۷	۹۶/۱/۲۷	۹۶/۲/۱۷	۹۶/۲/۱۷	۹۶/۲/۱۷	۹۶/۲/۱۷
	تاریخ نشاکاری	۹۶/۲/۱	۹۶/۲/۱	۹۶/۲/۱	۹۶/۲/۱	۹۶/۲/۲۰	۹۶/۲/۲۰	۹۶/۲/۲۰	۹۶/۲/۲۰	۹۶/۳/۱۰	۹۶/۳/۱۰	۹۶/۳/۱۰	۹۶/۳/۱۰
۱۳۹۶	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	۷۶	۷۳	۷۳	۷۳	۶۱	۵۸	۵۸	۵۷	۶۱	۵۷	۵۷	۵۶
	کل طول دوره رشد (روز)	۱۱۴	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۹۴	۹۱	۹۱	۹۰	۸۶	۸۱	۸۱	۸۱
	درجه روز-رشد دریافتی تا ۵۰٪ گلدهی	۱۲۳۰	۱۱۷۴	۱۱۷۴	۱۱۷۴	۱۱۸۳	۱۱۳۰	۱۱۳۰	۱۱۱۱	۱۳۵۹	۱۲۸۳	۱۲۸۳	۱۲۶۵
	درجه روز-رشد دریافتی تا رسیدگی	۱۹۰۸	۱۸۵۳	۱۸۵۳	۱۸۵۳	۱۷۷۱	۱۷۱۶	۱۷۱۶	۱۶۹۸	۱۸۳۵	۱۷۳۶	۱۷۳۶	۱۷۳۶

*D3,D2,D1: به ترتیب تاریخ کاشت یک اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد؛ I4,I3,I2,I1: به ترتیب آبیاری غرقاب، دوره آبیاری ۵، ۱۰ و ۱۵ روزه

جدول ۲- اطلاعات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (cm)	پتاسیم قابل جذب K ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل N ($mg.kg^{-1}$)	گنجایش تبادل کاتیونی CEC (meq/100g)	کربن آلی O.C (%)	اسیدیته گل اشباع pH	شوری EC ($dS.m^{-1}$)	هدایت هیدرولیکی اشباع Ks (cmd^{-1})	فسفر قابل جذب P ($mg.kg^{-1}$)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	جرم مخصوص ظاهری ($g.cm^{-1}$)	نوع بافت
۱۵	۳۱۱	۰/۱۳	۳۵	۱/۳۶	۷/۳۴	۰/۷۱	۰/۲۱	۱۰/۶	۵	۵۴	۴۶	۱/۱	رس سیلتی



*D3,D2,D1: بترتیب تاریخ کاشت یک اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد؛ I4,I3,I2,I1: بترتیب آبیاری غرقاب، دوره آبیاری ۵، ۱۰ و ۱۵ روزه

شکل ۱- میزان آب آبیاری و آب آبیاری + بارش طی دو سال آزمایش

جدول ۳- اطلاعات هواشناسی سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ محل انجام طرح

سال	ماه	دمای حداقل (°C)	دمای حداکثر (°C)	سرعت باد ($m\ s^{-1}$)	تشعشع ($KJ\ m^{-2}\ d^{-1}$)	فشار هوا (kPa)	بارش (mm)
۱۳۹۵	فروردین	۹/۶۷	۱۸/۸	۱/۵۴	۳۴۳۷۷۸	۱/۲	۱۲۷/۴
	اردیبهشت	۱۴/۹۲	۲۴/۶۶	۱/۷۷	۴۲۸۲۱۸	۱/۸۴	۲۶/۵
	خرداد	۱۸/۴۴	۲۸/۷۵	۱/۵۹	۵۹۵۳۲۱	۲/۲۷	۴۸/۳
	تیر	۲۰/۹۸	۳۱/۲۸	۱/۴۷	۶۰۹۳۸۱	۲/۶۳	۱۴۴/۸
	مرداد	۲۱/۴۳	۳۳/۰۹	۱/۳۴	۵۹۲۱۶۹	۲/۷۳	۵۱/۲
	شهریور	۲۰/۱۲	۳۱/۴۲	۱/۲۹	۴۵۹۰۶۳	۲/۵۹	۱۶۴/۷
۱۳۹۶	فروردین	۸/۷۵	۱۷/۹۶	۲/۴۱	۳۸۳۱۳۹	۱/۲۵	۸۹/۴
	اردیبهشت	۱۴/۳۴	۲۳/۹۱	۲/۰	۴۸۱۲۲۰	۱/۸۱	۷۱/۱
	خرداد	۱۸/۸۸	۲۸/۲۷	۱/۸۲	۶۱۰۸۲۸	۲/۲۸	۹/۰
	تیر	۲۰/۶۸	۳۱/۰۸	۱/۵۹	۶۰۷۲۵۲	۲/۵۹	۱۴/۷
	مرداد	۲۲/۱۴	۳۲/۸۵	۱/۶۱	۶۷۲۲۹۳	۲/۷	۰
	شهریور	۲۱/۳۱	۳۲/۲	۱/۶۲	۵۲۷۶۳۳	۲/۷۶	۶۰/۵

*آمار دما، سرعت باد، تابش و فشار هوا بر اساس میانگین ماهانه در شش ماه اول سال و بارش بر اساس مجموع بارش در هر ماه ذکر گردیده است

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ: بررسی شاخص سطح برگ طی دو سال آزمایش نشان داد که تیمارهای آبیاری بر شاخص سطح برگ تأثیر معنی‌دار داشته و تیمار غرقاب بیشترین شاخص سطح برگ (۲/۷٤) را نشان داد (جداول ٤ و ۵). به نظر می‌رسد در شرایط مصرف آب کم‌تر، شاخص سطح برگ کاهش یافته است؛ به طوری که در دور آبیاری ۱۵ روزه کم‌ترین شاخص سطح برگ (۱/٦۱) بدست آمد (جدول ۵). پژوهش‌ها نشان داده است که سطح برگ برنج در شرایط کمبود آب کاهش می‌یابد. پاندی و شاکولا (۲۰۱۵) گزارش کردند این سازوکار گیاه راهی برای کاهش مصرف آب در گیاه بوده، ولی به نوبه خود سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود. بومن و همکاران (۲۰۰۵) نیز کاهش سطح برگ برنج در شرایط غیرغرقاب برنج نسبت به غرقاب دائم را گزارش نمودند. شاخص سطح برگ در تاریخ‌های کاشت مختلف تفاوت معنی‌دار

داشت (جدول ٤). بیش‌ترین شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت یک و ۲۰ اردیبهشت (به ترتیب ۲/۳۱ و ۲/٤۳) بدست آمد (جدول ۵). به نظر می‌سد در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد با توجه به دمای بالای دوره رشد (جدول ۳)، پژمردگی، سوختگی و ریزش برگ اتفاق افتاده و سبب کاهش شاخص سطح برگ شده است (۱/۷۸) که با نتایج لیموچی و همکاران (۱۳۹٦) مطابقت داشته است. دونگ و همکاران (۲۰۰٦) علت تغییر شاخص سطح برگ و پیری برگ در تیمارهای تاریخ کاشت را تغییر منابع تخصیص فرآورده‌های گیاه گزارش نمودند. کاهش شاخص سطح برگ در تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت طی دو سال آزمایش نیز نتایج متفاوتی داشتند (جدول ٤). در سال اول تیمار غرقاب و دور آبیاری پنج روزه بیش‌ترین شاخص سطح برگ (به ترتیب ۲/۳۹ و ۲/۲۵) را داشتند؛ در حالی‌که در سال دوم تیمار غرقاب (۳/۰۸) نسبت به سایر تیمارها شاخص سطح برگ بیشتری داشته است (جدول ٦). مقایسه شاخص سطح برگ تاریخ‌های کاشت طی دو سال آزمایش نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ در سال اول در تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت (۲/۳۱) بدست آمد که با سایر تاریخ‌های کاشت تفاوت معنی‌دار داشت در حالی‌که در سال دوم بیش‌ترین شاخص سطح برگ در تاریخ‌های کاشت یک و ۲۰ اردیبهشت (به ترتیب ۲/۸۵ و ۲/۵۵) به دست آمد (جدول ٦). کاهش شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت یک اردیبهشت (۱/۷۸) در سال اول می‌تواند به دلیل کاهش شدت تابش در مقایسه با سایر تاریخ‌های کاشت باشد (جدول ۳). میانگین شاخص سطح برگ در سال دوم (۲/۳۸) اختلاف معنی‌داری با میانگین سال اول (۱/۹۷) داشت که می‌تواند به دلیل میانگین بالاتر تابش در سال دوم (جدول ۳) باشد. ولز (۱۹۹۱) رابطه نسبتاً خطی بین شاخص سطح برگ و میزان دریافت نور در گیاهان زراعی تا زمان بسته شدن تاج‌پوشش را گزارش نمودند.

جدول ۴- جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج (رقم هاشمی)

		میانگین مربعات								
	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته	دانه پر	دانه پوک	تعداد خوشه	وزن صد دانه	عملکرد زیستی	عملکرد شلتوک	شاخص برداشت
سال	۱	۳/۱*	۱۱۹۷**	۸۴۲ns	۱۱/۴ns	۱۶/۱*	۰/۰۰۸ns	۱۷۸۰۱ns	۸۵۸۳ns	۰/۵ns
بلوک×سال	۴	۰/۰۶۱ns	۳۳ns	۲۱۶ns	۳/۷ns	۶ns	۰/۰۲۶ns	۱۳۰۴۱۳۹ns	۱۹۱۷۵۳ns	۳/۴ns
آبیاری	۳	۲/۸۱**	۱۶۷ **	۱۲۱۸**	۱۰/۲ns	۴۰/۷**	۰/۰۰۹ns	۱۰۷۶۴۷۷۱**	۴۶۶۷۸۸۶**	۲۰/۳ns
سال×آبیاری	۳	۱/۱۳ns	۱۰۱*	۱۴۷ns	۱۵/۷**	۱۹/۹**	۰/۰۵ns	۵۵۰۰۰۲ns	۸۴۶۲۴۶ns	۳۱/۳ns
خطای آبیاری	۱۲	۰/۱۹ns	۳۲/۹ns	۹۹/۶ns	۵/۲ns	۴ns	۰/۰۳ns	۲۱۱۴۶۴۲ns	۸۳۳۵۷ns	۱۸/۴ns
تاریخ کاشت	۲	۲/۶۲*	۱۷۸**	۱۷۴ns	۹۶/۱**	۱۴/۷**	۰/۲۶**	۱۶۵۳۹۷۵۹**	۱۹۲۵۳۴۴**	۱۵/۶ns
آبیاری×تاریخ کاشت	۶	۰/۴۹ns	۹۸/۲**	۲۰۹/۴ns	۴/۲ns	۱/۱ns	۰/۰۵ns	۶۲۳۲۴۲ns	۲۱۱۱۳۷ns	۹/۹ns
سال×تاریخ کاشت	۲	۱/۵۲ns	۵۰۴/۳**	۹۵۸/۲*	۷۷/۹**	۱۰/۲*	۰/۰۶ns	۸۳۲۱۸۰۰**	۲۴۵۴۹۳۹**	۰/۹ns
سال×آبیاری×تاریخ کاشت	۶	۰/۳۸ns	۷۱/۱*	۱۶۴/۷ns	۶/۱ns	۲/۴ns	۰/۰۴ns	۱۵۰۱۵۰۷ns	۴۶۰۲۹۷ns	۶/۸ns
خطا	۳۲	۰/۵۴۲	۲۴/۷	۲۱۴/۵	۳/۸	۲/۶	۰/۰۳	۱۲۵۳۱۶۳	۲۲۰۰۶۲	۱۴/۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۳۳/۸	۳/۶	۱۵/۹	۲۶/۶	۱۳	۷/۶	۱۱/۲	۱۲/۸	۸/۷

جدول ۵- مقایسه میانگین دوساله صفات مورد بررسی در سطوح آبیاری و تاریخ‌های کاشت

	شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته (cm)	دانه پر در خوشه	دانه پوک در خوشه	تعداد خوشه در بوته	وزن صد دانه (g)	عملکرد زیستی (kg/ha)	عملکرد شلتوک (kg/ha)	شاخص برداشت (%)
سال									
Y1	۱,۹۷b	۱۴۰,۱a	۹۵,۳a	۷,۵a	۱۲,۸a	۲,۳a	۹۹۶۸a	۳۶۳۳a	۴۳,۳a
Y2	۲,۳۸a	۱۳۱,۹b	۸۸,۵a	۷,۲a	۱۱,۹b	۲,۳۲a	۹۹۹۹a	۳۶۵۵a	۴۳,۵a
آبیاری									
I1	۲/۷۴a	۱۳۹/۶a	۱۰۱/۴a	۷/۶ab	۱۴/۳a	۲/۳۴a	۱۰۹۶۰a	۴۲۷۱a	۴۴/۷a
I2	۲/۰۹b	۱۳۷/۴ab	۹۳/۹b	۶/۲b	۱۲/۸b	۲/۳۱a	۱۰۲۳۸ab	۳۸۴۴b	۴۳/۷a
I3	۲/۰۶b	۱۳۳/۸bc	۹۰/۷b	۷/۵ab	۱۱/۲c	۲/۳a	۹۴۵۶b	۳۱۹۶c	۴۳/۱a
I4	۱/۸۱b	۱۳۳/۱c	۸۱/۵c	۸a	۱۱/۲c	۲/۲۸a	۹۲۷۸b	۳۲۶۴c	۴۲/۱a
تاریخ کاشت									
D1	۲/۳۱a	۱۳۳/۳b	۹۰/۵a	۶/۹b	۱۲/۳ab	۲/۳۵a	۱۰۵۵۳a	۳۷۹۵a	۴۲/۵a
D2	۲/۴۳a	۱۳۶/۹a	۹۳/۴a	۵/۴c	۱۳/۱a	۲/۳۷a	۱۰۳۹۷a	۳۸۲۰a	۴۴/۳a
D3	۱/۷۸b	۱۳۷/۷a	۹۱/۸a	۹/۶a	۱۱/۷b	۲/۲b	۹۰۲۷b	۳۳۱۸b	۴۳/۳a

*D3,D2,D1: بترتیب تاریخ کاشت یک اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد; I4,I3,I2,I1: بترتیب آبیاری غرقاب، دوره آبیاری ۵، ۱۰ و ۱۵ روزه

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح آبیاری و تاریخ‌های کاشت در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

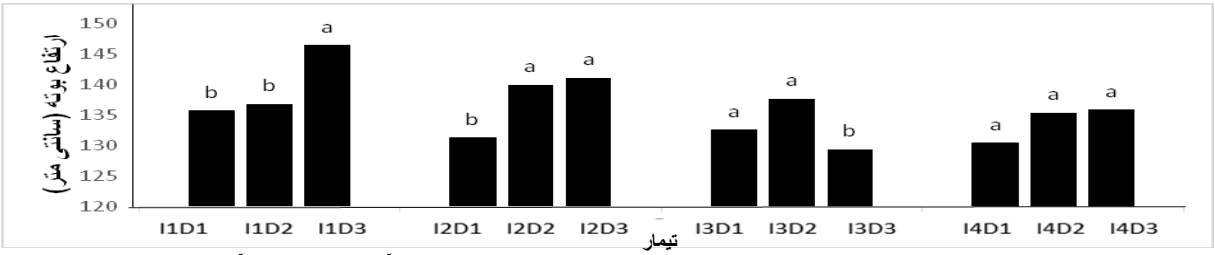
سال زراعی		شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته (cm)	دانه پر	دانه پوک	تعداد خوشه	وزن صد دانه (g)	عملکرد زیستی (kg/ha)	عملکرد شلتوک (kg/ha)	شاخص برداشت (%)
	آبیاری									
	I1	۲/۳۹a	۱۴۱/۱a	۱۰۴a	۶/۳a	۱۴/۸a	۲/۲۹a	۱۰۷۰۴a	۴۰۴۶a	۴۴/۷a
	I2	۲/۲۵a	۱۴۱/۵a	۱۰۱a	۶/۸a	۱۴/۶a	۲/۲۹a	۱۰۳۴۳a	۳۶۷۳b	۴۳/۷ab
۱۳۹۵	I3	۱/۷۶b	۱۴۰/۳a	۹۴a	۸/۱a	۱۱/۵b	۲/۲۶a	۹۴۲۳a	۳۳۷۵c	۴۳/۱ab
	I4	۱/۴۵b	۱۳۷/۴a	۸۲b	۸/۶a	۱۰/۵b	۲/۳۵a	۹۴۰۰a	۳۴۳۶c	۴۲/۱b
	تاریخ کاشت									
	D1	۱/۷۸b	۱۳۱/۴c	۸۸b	۸/۱a	۱۲/۴a	۲/۳۸a	۹۸۳۴ab	۳۴۲۵b	۴۲/۱a
	D2	۲/۳۱a	۱۴۱/۲b	۱۰۵a	۶/۸b	۱۳/۵a	۲/۴۱a	۱۰۶۵۶a	۳۹۱۴a	۴۴/۳a
	D3	۱/۸۱b	۱۴۷/۷a	۹۳ab	۷/۴ab	۱۲/۶a	۲/۱۱b	۹۴۱۳b	۳۵۶۰b	۴۳/۵a
	آبیاری									
	I1	۳/۰۸a	۱۳۸/۲a	۹۹a	۸/۹a	۱۳/۸a	۲/۳۹a	۱۱۲۱۷a	۴۴۹۵a	۴۴/۱a
	I2	۱/۹۲b	۱۳۳/۳ab	۸۷ab	۵/۶b	۱۰/۹b	۲/۳۵a	۱۰۱۳۳ab	۴۰۱۶b	۴۲/۸a
	I3	۲/۳۷b	۱۲۵/۹b	۸۷ab	۶/۸ab	۱۰/۹b	۲/۳۳a	۹۴۹۰b	۳۰۱۷c	۴۲/۹a
۱۳۹۶	I4	۲/۱۶b	۱۳۰/۳b	۸۱b	۷/۴ab	۱۲/۱b	۲/۲۱a	۹۱۵۶b	۳۰۹۱c	۴۴/۲a
	تاریخ کاشت									
	D1	۲/۸۵a	۱۳۵/۳a	۹۳a	۵/۷b	۱۲/۲۸a	۲/۳۳a	۱۱۲۱۷a	۴۱۶۵a	۴۲/۹a
	D2	۲/۵۵ab	۱۳۲/۶ab	۸۲b	۴/۱b	۱۲/۷۶a	۲/۳۳a	۱۰۱۳۷b	۳۷۲۵a	۴۴/۴a
	D3	۱/۷۵b	۱۲۷/۸b	۹۰ ab	۱۱/۸a	۱۰/۷b	۲/۲۹a	۸۶۴۳c	۳۰۷۴b	۴۳/۱a

*D3,D2,D1: بترتیب تاریخ کاشت یک اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد; I4,I3,I2,I1: بترتیب آبیاری غرقاب، دوره آبیاری ۵، ۱۰ و ۱۵ روزه

ارتفاع بوته: نتایج نشان داد که اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته معنی‌دار بوده است (جدول ٤). در تیمار غرقاب، تاریخ کاشت ۱۰ خرداد (١٤٦/٤ سانتی‌متر)، در دوره آبیاری پنج روزه، تاریخ‌های کاشت ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد (۱٤۰ و ١٤١/١ سانتی‌متر)، در دوره آبیاری ۱۰ روزه، تاریخ‌های کاشت یک و ۲۰ اردیبهشت (١٣٧/٦ و ١٢٩/٣ سانتی‌متر) ارتفاع بالاتری

داشتند (شکل ۲). کسب ارتفاع بیش‌تر در ارقام بومی استان گیلان سبب دسترسی به نور بیش‌تر و شرایط بهتر استفاده از سایر منابع (عناصر غذایی آب و فضا) برای گیاه برنج می‌شود (نصیری و همکاران، ۱۳۹۲). این نتایج نشان می‌دهد که در تیمار غرقاب کاشت دیرهنگام می‌تواند بیش‌ترین ارتفاع بوته را کسب کند. به نظر می‌رسد افزایش ارتفاع بوته در تاریخ ۱۰ خرداد بیش‌تر تحت تأثیر رژیم دمایی بوده است (جدول ۳) که با نتایج بررسی برنج رقم هاشمی توسط ندیمی و همکاران (۱۳۹٦) در استان گیلان مطابقت دارد. با وجود ارتفاع بیش‌تر در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد، شاخص سطح برگ و در نتیجه تجمع ماده خشک در تاریخ کاشت دوم بیش‌تر بوده است و می‌تواند توجیه کننده افزایش عملکرد در تاریخ کاشت دوم باشد (جدول ۵). در طولانی‌ترین دور آبیاری ارتفاع بوته در تاریخ‌های کاشت مختلف به اندازه یکسانی کاهش یافته است. بررسی‌ها با توجه به داده‌های هواشناسی و نتایج مقایسه میانگین (جداول ۳ و ۵) نشان داد که دمای پایین سبب ایجاد خسارت به بوته برنج و عوارض کاهش رشد، کاهش ارتفاع، اختلال در تشکیل دانه پر و کاهش عملکرد می‌شود که با نتایج ثابتی و جعفر زاده (۱۳۸۵) هم‌خوانی دارد.

طبق نتایج، میانگین ارتفاع بوته در سال اول ٦/۱ درصد نسبت به ارتفاع سال دوم افزایش داشت (جدول ۵). به نظر می‌رسد بارش کم‌تر سبب کاهش میانگین ارتفاع بوته‌ها در سال دوم شد (جداول ۳ و ۵). جلیل و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کمبود آب به‌شدت باعث کاهش بیان ژن تولید سلول و رشد سلول‌ها به دلیل کاهش فشار اسمزی می‌شود. در سال اول بین تیمارهای آبیاری از نظر ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ٦)، درحالی‌که در سال دوم تیمار غرقاب و دور آبیاری پنج‌روزه بیش‌ترین ارتفاع بوته (به ترتیب ۱۳۸/۲ و ۱۳۳/۳ سانتی‌متر) را نشان دادند و کم‌ترین ارتفاع بوته در آبیاری ۱۵ روزه (۱۲۵/۹ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ٦). در سال اول، تاریخ کاشت ۱۰ خرداد بیش‌ترین ارتفاع بوته (۱٤۷/۷ سانتی‌متر) و تاریخ کاشت یک اردیبهشت کم‌ترین ارتفاع بوته (۱۳۱/٤ سانتی‌متر) را داشتند (جدول ٦)، درحالی‌که در سال دوم تاریخ‌های کاشت یک و ۲۰ اردیبهشت بیش‌ترین ارتفاع بوته (به ترتیب ۱۳۵/۳ و ۱۳۲/٦ سانتی‌متر) و تاریخ کاشت ۱۰ خرداد کم‌ترین ارتفاع بوته (۱۲۷/۸ سانتی‌متر) را نشان دادند (جدول ٦). به نظر می‌رسد کمبود تابش در ابتدای فصل در سال اول و در نتیجه تولید سطح برگ و زیست‌توده کم‌تر و در سال دوم کمبود بارش و گرمای انتهای فصل سبب کاهش ارتفاع بوته در تاریخ‌های کاشت یک اردیبهشت در سال اول و ۱۰ خرداد در سال دوم شدند (جدول ۳). بیان و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که شرایط نوری (کیفیت، شدت و مدت تابش) از جمله عوامل مؤثر در رشد گیاه می‌باشد و شدت نور به‌طور قابل ملاحظه‌ای می‌تواند فتوسنتز را تقویت و تجمع ماده خشک را افزایش دهد. کم‌آبیاری و گرما اغلب رشد ساقه و ارتفاع گیاه را کاهش می‌دهند (پراساد و همکاران، ۲۰۰۸؛ تایز و زایگر، ۲۰۰٦). همچنین اثر متقابل سال×تاریخ کاشت×آبیاری نیز معنی‌دار بود (جدول ٤). بر اساس نتایج در سال اول اثر متقابل تاریخ کاشت×آبیاری معنی‌دار نبود. در حالی‌که شرایط محیطی سبب معنی‌دار شدن اثر متقابل آبیاری×تاریخ کاشت در سال دوم شد (جدول ٤).



*D3,D2,D1: بترتیب تاریخ کاشت یک اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد; I4,I3,I2,I1: بترتیب آبیاری غرقاب، دوره آبیاری ۵، ۱۰ و ۱۵ روزه

شکل ۲- نمودار اثر متقابل آبیاری × تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته برنج

تعداد دانه پر و پوک: نتایج تجزیه واریانس دو سال نشان داد که تیمارهای آبیاری بر تعداد دانه پر در خوشه تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ٤). طبق نتایج تیمار غرقاب بیش‌ترین تعداد دانه پر در خوشه (۱۰۱ عدد) داشت که با سایر تیمارهای آبیاری تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۵). کم‌ترین دانه پر در تیمار دوره آبیاری ۱۵ روزه (۸۱ عدد) به دست آمد. در اثر رژیم کم‌آبیاری، شاخص سطح برگ کاهش یافته و متعاقب آن تولید مواد فتوسنتزی و افزایش رقابت درون‌بوته‌ای، تعداد پنجه بارور و تعداد دانه پر کم‌تری تولید می‌شود (جدول ۵) که با نتایج ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۷) در زمینه تأثیر کم-آبیاری بر رشد برنج مطابقت دارد بررسی تاریخ کاشت طی دو سال نتایج متفاوتی داشت (جدول ۵)، به نحوی که در سال اول، تاریخ‌های کاشت ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد بیش‌ترین دانه پر (به ترتیب ۱۰٤ و ۹۳ عدد) و تاریخ کاشت یک اردیبهشت (۸۸ عدد) کم‌ترین دانه پر را نشان دادند (جدول ٦). محدودیت شدت تابش (جدول ۳) بر فتوسنتز، رشد، تولید سطح برگ و زیست‌توده و عملکرد گیاهان زراعی تأثیر منفی می‌گذارد، می‌تواند از دلایل کاهش تعداد دانه پر در تاریخ کاشت یک اردیبهشت در سال اول باشد که با نتایج کلارینگ و کرامبین (۲۰۱۳) مطابقت دارد. در سال دوم تاریخ کاشت یک اردیبهشت بیش‌ترین تعداد دانه پر (۹۳ عدد) را داشت (جدول ٦) که به نظر می‌رسد طول دوره رشد بیش‌تر و دریافت درجه روز-رشد بیش‌تر (GDD) بالاتر از عوامل افزایش تعداد دانه پر درخوشه در تاریخ کاشت مذکور باشد (جدول ۱).

اثر تاریخ کاشت بر تعداد دانه پوک معنی‌دار شد (جدول ٤). طبق نتایج، تاریخ کاشت ۱۰ خرداد بیش-ترین تعداد دانه پوک (۹/٦ عدد) و تاریخ کاشت دوم کم-ترین تعداد دانه پوک (۵/٤ عدد) را به همراه داشتند (جدول ۵). به نظر می‌رسد با توجه به افزایش دما در خرداد و طول دوره رشد تاریخ کاشت ۱۰ خرداد (جدول ۳)، تعدادی از گلچه‌ها بارور نشده و بذر تولید نکرده‌اند و در نتیجه، این موضوع سبب افزایش تعداد دانه پوک در خوشه شده است (جدول ۵). این نتایج با نتیجه لیموچی و همکاران (۱۳۹۳) و گیلانی (۱۳۸۸) در بررسی تغییرات فیزیولوژیکی برنج تحت تنش گرما مطابقت داشت. در سال اول بین تیمارهای آبیاری از نظر دانه پوک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، درحالی‌که در سال دوم تیمار دوره آبیاری پنج روزه کم‌ترین دانه پوک را داشت (۵/٦ دانه پوک) و تیمار غرقاب از نظر تعداد دانه پوک (۸/۹ عدد) با دوره آبیاری ۱۰ و ۱۵ روزه (به ترتیب ٦/۸ و ۷/٤ عدد) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ٦). در این آزمایش ارتفاع آب تیمار غرقاب پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. افزایش تعداد دانه پوک در تیمار غرقاب دائم می‌تواند به دلیل نامناسب بودن ارتفاع غرقاب برای بوته-های برنج باشد (جدول ۵). ژنگ و همکاران (۲۰۰۳) عمق کم آب در مرحله آغازش و رشد پنجه‌های بارور را بهترین میزان آب برای رشد برنج با افزایش تعداد دفعات آبیاری توصیه نمودند و تأثیر منفی عمق زیاد آب (با افزایش ارتفاع آب از چهار تا ۲۰ سانتی‌متر) روی مؤلفه‌های رشد و عملکرد برنج را گزارش نمودند. بیش-ترین تعداد دانه پوک در سال اول در تاریخ‌های کاشت اول اردیبهشت (۸/۱ عدد) و کم‌ترین دانه پوک در تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت (٦/۸ عدد) به دست آمد (جدول ۵). افزایش تعداد دانه پوک در تاریخ کاشت اول اردیبهشت می‌تواند به دلیل کاهش میزان تابش (جدول ۳) و در نتیجه کاهش سطح برگ در این تاریخ کاشت باشد که سبب عقیمی دانه‌های برنج گردید (جدول ۵). رابطه مثبت اجزای عملکرد گیاهان زراعی با افزایش سبز ماندن سطح برگ در زمان رسیدگی توسط بورل و همکاران (۲۰۰۰) گزارش گردید. این در حالی است که در سال دوم، تاریخ کاشت ۱۰ خرداد بیش‌ترین دانه پوک (۱۱/۸ عدد) و تاریخ‌های کاشت یک و ۲۰ اردیبهشت (۵/۷ و ٤/۱ عدد) کم‌ترین دانه پوک را داشتند (جدول ۵) که این افزایش دانه پوک را می‌توان به افزایش دما، بارش کم (جدول ۳)

و کوتاه شدن دوره رشد زایشی در این تاریخ کاشت نسبت داد (جدول ۱). شی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند مدیریت‌هایی که سبب کوتاه شدن دوره فنولوژی برنج می‌شوند، سبب کاهش اجزای عملکرد از جمله باروری خوشه و وزن دانه می‌شود.

تعداد خوشه در بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری و تاریخ کاشت بر تعداد خوشه معنی‌دار بود (جدول ٤). بیش‌ترین تعداد خوشه در تیمار غرقاب (١٤/٣ عدد) و کم‌ترین تعداد خوشه در دوره آبیاری ۱۰ و ۱۵ روزه (۱۱/۲ و ۱۱/۲۷ عدد) مشاهده گردید (جدول ۵). به نظر می‌رسد اثر منفی کم‌آبیاری روی شاخص سطح برگ و تولید زیست‌توده، از عوامل مهم کاهش تعداد خوشه در بوته بوده است (جدول ۵). داس و همکاران (٢٠١٦) گزارش کردند که کمبود آب ناشی از آبیاری غیرغرقابی سبب کاهش رشد سلولی، کاهش پتانسیل آب برگ، بسته‌شدن روزنه‌ها و کاهش مواد غذایی قابل‌دسترس گیاه با کاهش نرخ فتوسنتز و در نتیجه کاهش تعداد پنجه و ارتفاع بوته می‌شود. بیش‌ترین تعداد خوشه در تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت (۱۳/۱) مشاهده شد که با تاریخ کاشت یک اردیبهشت (۱۲/۳ عدد) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). به نظر می‌رسد کاهش تعداد خوشه در بوته در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد به دلیل افزایش دما (جدول ۳)، کوتاه شدن دوره رشد رویشی (جدول ۱) و در نتیجه تولید زیست‌توده کم‌تر در این تاریخ کاشت باشد (جدول ۵). زاکاریاس و همکاران (۲۰۱۰) اثر دمای بالا بر تسریع مراحل فنولوژی برنج، از بین رفتن پنجه و کاهش تعداد خوشه در بوته را گزارش نمودند. میانگین تعداد خوشه در سال اول برابر ۱۲/۹ عدد بود که با میانگین سال دوم (۱۱/۹ عدد) تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۵). به نظر می‌رسد تفاوت تعداد خوشه در بوته طی دو سال تحت تأثیر شرایط رطوبت و میزان بارش بیش‌تر در سال دوم بوده است (جدول ۳). تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت طی دو سال آزمایش نتایج متفاوتی داشتند (جدول ٤). در سال اول تیمار غرقاب و دوره آبیاری پنج روزه بیش‌ترین تعداد خوشه (١٤/٨ و ١٤/٦ عدد) و دوره ۱۰ و ۱۵ روزه کم‌ترین تعداد خوشه (۱۱/۵ و ۱۰/۵۳ عدد) را داشتند (جدول ٦). درحالی‌که در سال دوم تعداد خوشه تیمار غرقاب (۱۳/۸ عدد) با سایر سطوح آبیاری تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ٦). رضایی و نحوی (۲۰۰۷) بیان نمودند که کمبود دسترسی به آب ناشی از آبیاری غیر غرقابی با جلوگیری از انتقال املاح و مواد غذائی به گیاه و کاهش فتوسنتز باعث کاهش تعداد پنجه، سطح برگ، تجمع ماده خشک، تعداد دانه پر در خوشه، وزن صد دانه و در نهایت عملکرد می‌شود. در سال اول بین تاریخ‌های کاشت از نظر تعداد خوشه تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ٦). در سال دوم، تاریخ‌های کاشت یک و ۲۰ اردیبهشت بیش‌ترین تعداد خوشه (۱۲/۲ و ۱۲/۷ عدد) را داشتند و کم‌ترین تعداد خوشه در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد (۱۰/۷ عدد) به دست آمد (جدول ٦) که می‌تواند به دلیل افزایش دما (جدول ۳) و کوتاه شدن دوره رشد زایشی باشد (جدول ۱). سیادت و همکاران (۱۳۸۳) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد برنج در خرم‌آباد مشاهده کردند که تأخیر در زمان کاشت به مدت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز نسبت به ۱۲ اردیبهشت به ترتیب موجب کاهش تعداد خوشه در بوته از حدود ۸/۱ به ٦/۱، ۵/۵ و ۵/٦ شد. جوکن و همکاران (۲۰۱۱) در مورد گیاهان زراعی دیگر گزارش کردند که با افزایش دما به‌ویژه دمای شب، در گیاه گندم کاهش تعداد پنجه مشاهده گردید، درحالی‌که طول ساقه تحت این شرایط افزایش یافت.

وزن صد دانه: اثر تاریخ کاشت بر وزن صد دانه برنج معنی‌دار بود (جدول ٤). طبق نتایج تجزیه واریانس، بیش‌ترین وزن صد دانه در تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت (۲/۳۷ گرم) به دست آمد که با تاریخ کاشت یک اردیبهشت (۲/۳۵ گرم) تفاوت معنی‌داری نداشت، اما با وزن صد دانه در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد (۲/۲۰ گرم) تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۵). به نظر می‌رسد افزایش دما در دوره رشد تاریخ کاشت ۱۰ خرداد (جدول

۳) و کوتاه شدن دوره رشد زایشی برنج (جدول ۱) از دلایل کاهش وزن صد دانه در تاریخ کاشت مذکور باشند (جدول ۵) که با نتایج شی و همکاران (۲۰۰۹) در مورد رابطه دوره فنولوژی و وزن دانه مطابقت دارد. دما و تابش خورشیدی دو پارامتر اقلیمی مهم جهت رشد گیاهان محسوب می‌شوند. دمای زیر ۲۰ درجه سانتی‌گراد قبل از مرحله ظهور خوشه منجر به افزایش عقیمی خوشچه‌ها و دمای بالاتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد از طریق کاهش انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن و تأثیرگذاری بر وزن دانه منجر به کاهش عملکرد خواهد شد (فتحی و همکاران، ۱۳۹٦). ولدآبادی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر وزن خشک و ویژگی‌های فیزیولوژیک برنج، اثر معنی‌دار تاریخ کاشت بر صفات روز تا پنجه‌زنی، طول دوره رشد، میزان سبزینه برگ، تعداد دانه پوک، وزن هزار دانه و شاخص برداشت را گزارش کردند.

عملکرد زیستی: نتایج تجزیه واریانس بیان‌گر تأثیر معنی‌دار تیمارهای آبیاری بر عملکرد زیستی برنج بود (جدول ٤). بیش‌ترین عملکرد زیستی برنج در تیمار غرقاب (۱۰۹٦۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد که با تیمار دور آبیاری پنج روزه (۱۰۲۳۸ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). همچنین کم‌ترین عملکرد ماده خشک در تیمار دوره آبیاری ۱۵ روزه (۹۲۷۸ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید که نسبت به بیش‌ترین عملکرد ماده خشک ۱۵ درصد کاهش نشان داد و با عملکرد زیستی دور آبیاری ۱۰ روزه (۹٤٥٦ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). به نظر می‌رسد کاهش رطوبت در منطقه رشد ریشه روی تولید زیست‌توده گیاه اثر منفی گذاشته است (جدول ۵). میر ابوالقاسمی و همکاران (۱۳۹٦) بیان نمودند که برنج برای توسعه ریشه خود نیاز به شرایط اشباع دارد و کاهش رطوبت خاک از حد اشباع، باعث کاهش میزان عملکرد ماده خشک شده است. بین تاریخ‌های کاشت از نظر میزان عملکرد زیستی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ٤). بیش‌ترین عملکرد زیستی در تاریخ کاشت یک اردیبهشت (۱۰٥٥۳ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد که با تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت (۱۰۳۹۷ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). کم‌ترین میزان عملکرد زیستی (۹۰۲۷ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد به دست آمد (جدول ۵). به نظر می‌رسد با توجه به حساس بودن این رقم برنج به تنش گرمایی (جدول ۳) و همچنین کوتاه شدن دوره رشد در تاریخ کاشت سوم (جدول ۱)، شاخص سطح برگ به عنوان سطح فتوسنتز کننده کاهش یافته و در نتیجه تولید زیست-توده کاهش یافته است (جدول ۵). پنگ و همکاران (۲۰۰٤) همبستگی منفی و معنی‌دار بین دمای حداقل و زیست‌توده برنج را گزارش نمودند.

در سال اول از نظر عملکرد زیستی بین تیمارهای آبیاری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، در حالی که در سال دوم بیش‌ترین عملکرد زیستی در تیمار غرقاب (۱۱۲۱۷ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد که با تیمار آبیاری پنج روزه تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ٦). به نظر می‌رسد بارش فراوان در سال اول (٥٦۳ میلی‌متر در شش ماه اول سال) سبب عدم تفاوت عملکرد زیستی در بین تیمارهای آبیاری گردید (جدول ۳). در سال اول، تاریخ کاشت یک و ۲۰ اردیبهشت (به ترتیب با ۹۸۳٤ و ۱۰٦٥٦ کیلوگرم در هکتار) و در سال دوم تاریخ کاشت یک اردیبهشت (۱۱۲۱۷ کیلوگرم در هکتار) بیش‌ترین عملکرد زیستی را داشتند (جدول ٦). به نظر می‌رسد در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد افزایش دما و کوتاه شدن دوره فنولوژی برنج از عوامل تأثیرگذار کاهش عملکرد زیستی باشند (جداول ۱ و ۳). گیاهان سه کربنی مانند برنج در شرایط عدم آبیاری به سرد کردن برگ‌های خود از طریق تعرق وابسته می‌باشند. در چنین شرایطی، خشکی خاک سبب می‌شود گیاه علاوه بر دمای محیط به دلیل عدم توانایی تعرق، تنش گرمایی مضاعفی را تحمل کند که سبب آسیب به گیاه می‌شود (تایز و زایگر، ۲۰۰٦).

عملکرد شلتوک: بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری غرقاب (٤۲۷۱ کیلوگرم در هکتار) به دست

آمد که با دوره‌های آبیاری ۵، ۱۰ و ۱۵ روزه تفاوت معنی-داری داشت (جدول ۵). رضایی و همکاران (۱۳۹۵) نیز در کاشت نشایی برنج با کاربرد مدیریت‌های مختلف کم-آبیاری مشاهده نمودند که بیش‌ترین عملکرد در تیمار غرقاب دائم و کم‌ترین عملکرد در شدیدترین سطح کم-آبیاری (٤ روز پس از ناپدید شدن آب) بود. کم‌ترین عملکرد دانه در دوره آبیاری ۱۰ روزه (۳۱۹٦ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید که با دوره آبیاری ۱۵ روزه (۳۲٦٤ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی نسبت به دوره آبیاری غرقاب ۲٤ درصد کاهش عملکرد نشان داد (جدول ۵). در بین تاریخ‌های کاشت بیش‌ترین عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت یک و ۲۰ اردیبهشت (به ترتیب ۳۷۹٦ و ۳۸۲۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد که نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ خرداد تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۵). کم‌ترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد (۳۳۱۸ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد که نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت معادل ۱۳ درصد و نسبت به تاریخ کاشت یک اردیبهشت ۱۲ درصد کاهش عملکرد نشان داد (جدول ۵). به نظر می‌رسد با توجه به حساس بودن این رقم برنج به تنش گرمایی (جدول ۳) و همچنین کوتاه شدن دوره رشد در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد (جدول ۱) سبب کاهش تعداد خوشه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد زیستی و نهایتاً کاهش عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد شد (جدول ۵). پراساد و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که برای اکثر گیاهان زراعی به-خصوص آن‌هایی که مانند برنج (دارای پریکارپ ثابت) محدودیت فیزیکی برای رشد دانه دارند، ظرفیت عملکرد عمدتاً توسط تعداد دانه در واحد سطح و طول دوره پر شدن دانه تعیین می‌شود و تنش گرمایی و کمبود آب طول دوره پر شدن دانه و اندازه بذر را کاهش می‌دهد. نتایج نشان داد طی دو سال تیمارهای تاریخ کاشت تأثیر متفاوتی بر عملکرد دانه داشتند (جدول ٤). طبق نتایج، مشاهده شد که در سال اول، تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت بیش‌ترین عملکرد (۳۹۱٤ کیلوگرم در هکتار) و تاریخ کاشت یک اردیبهشت (۳٤۲۵ کیلوگرم در هکتار) کم‌ترین عملکرد را داشتند (جدول ٦). به نظر می‌رسد که کمبود تابش و در نتیجه کاهش سطح برگ، سبب کاهش عملکرد دانه در تاریخ کاشت یک اردیبهشت در سال اول شد (جداول ٦ و ۳). مهدوی و همکاران (۱۳۸٤) در بررسی ارقام محلی و اصلاح شده برنج همبستگی بالای عملکرد دانه با شاخص سطح برگ را گزارش نمودند. در سال دوم تاریخ کاشت یک و ۲۰ اردیبهشت (به ترتیب ٤۱٦۵ و ۳۷۲۵ کیلوگرم در هکتار) عملکرد بیشتری نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ خرداد (۳۰۷٤ کیلوگرم در هکتار) داشتند (جدول ٦). به نظر می‌رسد در سال دوم کمبود بارش و دمای بالا در مراحل رویشی و زایشی برنج در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد سبب کاهش عملکرد دانه گردید (جدول ۳). گیلانی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی اثر تنش گرما بر پایداری عملکرد ارقام رایج برنج در استان خوزستان مشاهده نمودند که بین تاریخ‌های کاشت با شرایط حرارتی متفاوت و با روند کاهش میانگین دما عملکرد افزایش یافت. درحالی که فتحی و همکاران (۱۳۹٦) مشاهده نمودند بین عملکرد دانه و میانگین دمای هوا رابطه خطی مثبت و معنی‌داری وجود داشت؛ بنابراین حد مطلوبی از دما جهت کسب عملکرد دانه برنج مورد نیاز است.

نتیجه‌گیری

به‌منظور برآورد نیاز غذایی جمعیت رو به رشد، لازم است تولید برنج افزایش یابد. بررسی مدیریت‌های زراعی برای تولید بیش‌تر برنج در ازای مصرف آب کم‌تر به‌منظور تأمین امنیت غذایی و حفظ سلامت محیط‌زیست ضروری است. در این پژوهش عملکرد برنج در تیمارهای مختلف رژیم آبیاری در سه تاریخ کاشت یک اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد بررسی شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که دور آبیاری غرقابی بیش‌ترین عملکرد دانه را در بین تیمارهای آبیاری داشته است. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که رقم بومی هاشمی به کمبود شدید

آب مقاوم نبوده و تیمارهای دوره آبیاری ۱۰ و ۱۵ روزه عملکرد دانه کم‌تری نسبت به تیمار غرقاب و دوره آبیاری پنج روزه داشتند. در سال‌های اخیر در استان گیلان مشکلاتی مانند کمبود آب سبب شده است تاریخ‌های مختلفی جهت نشاکاری اتخاذ شود. در این آزمایش تاریخ کاشت یکم اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد طی دو سال آزمایش، تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت بیش‌ترین عملکرد دانه را به همراه داشته و از ثبات عملکرد خوبی برخوردار بوده است. در سال اول کاهش انرژی تابشی در ابتدای فصل و در نتیجه کاهش سطح برگ در تاریخ کاشت یک اردیبهشت و در سال دوم کمبود بارش و گرمای انتهای فصل در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد برنج گردیدند. در این راستا اقدامات مدیریتی، به‌منظور تعیین قابلیت سازگاری این مدیریت‌ها نظیر تکرار چنین آزمایش‌هایی به‌ویژه در دیگر مناطق شالیزاری با توجه به شرایط متفاوت آب و هوایی و بررسی شرایط محیطی بر خصوصیات فیزیولوژی و ریخت شناسی گیاه برنج پیشنهاد می‌گردد.

فهرست منابع

۱- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹٦. جلد اول: محصولات زراعی. ۱۳۹٤-۹۵. دفتر آمار و فناوری اطلاعات، معاونت امور برنامه‌ریزی و اقتصادی. وزارت جهاد کشاورزی. ۹۰ صفحه.

۲- ابراهیمی راد، ح.، ح. بابازاده، ا. امیری، و ح. صدقی. ۱۳۹۷. اثر تراکم کاشت و مدیریت آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در منطقه کوشال لاهیجان، استان گیلان. تحقیقات آب و خاک ایران. ٤۹(۲): ۳۷۷-۳۸۳.

۳- پازوکی، ع.، م. کریمی، و ع. فولادی. ۱۳۸۹. بررسی اثر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد اکوتیپ‌های گیاه زعفران (*Crocus sativus* L.) در منطقه نطنز. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲(۸):۳-۱۲.

٤- ثابتی، ع.، و م. جعفرزاده کنار سری. ۱۳۸۵. بررسی اثر تاریخ، تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد برنج. کشاورزی. ۸(۲): ۱۳-۲۲.

۵- ذوالفقاری، ح.، ب. فرهادی، و ح. رحیمی. ۱۳۹۵. توان‌های اقلیمی ایران برای کاشت سویا. جغرافیا و برنامه-ریزی. ۲۰(٥٦): ۸۹-۱۰۵.

٦- رضایی، م.، ا. امیری، و م. ک. معتمد. ۱۳۹۰. اثر آبیاری تناوبی و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم محلی هاشمی در گیلان. پژوهش‌های کاربردی زراعی (پژوهش و سازندگی). ۲٤(٤): ۵۷-٦۷.

۷- رضایی استخروییه، ع.، م. صداقت، ب. عرب‌زاده، و ن. سیاری. ۱۳۹۵. تأثیر روش‌های نوین آبیاری بر عملکرد گیاه برنج (رقم شیرودی). مدیریت آب و آبیاری. ٦(۲): ۲۰٤-۱۹۳.

۸- سیادت، س. ع. ا.، ق. ا. فتحی، س. صادق زاده حمایتی، و م. بیرانوند. ۱۳۸۳. مطالعه تأثیر تاریخ کاشت روی عملکرد و اجزای عملکرد شلتوک سه رقم برنج. علوم کشاورزی ایران. ۳۵(۱): ۲۳٤-۲۲۷.

۹- فتحی، ن.، ه. ا. پیردشتی، م. نصیری، ا. بخشنده. ۱۳۹٦. اثر دما و شدت تابش بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در شرایط اقلیمی مازندران. به‌زراعی کشاورزی. ۱۹(۱): ۱٦۳-۱۷٦.

۱۰- گیلانی، ع. ع.، س. ع. ا. سیادت، خ. عالمی‌سعید، ع. م. بخشنده، ف. مرادی، و م. سیدنژاد. ۱۳۸۸. اثر تنش گرما بر پایداری عملکرد، محتوای کلروفیل و ثبات غشای سلول برگ پرچم در ارقام رایج برنج در استان خوزستان. ۱۱ (۱):۸۲-۱۰۰.

۱۱- لیموچی، ک. و م. نورزاده حداد. ۱۳۹٦. تأثیر تاریخ کاشت روی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، رشد و تحمل به گرما در سه رقم برنج در خوزستان. فن‌آوری تولیدات گیاهی. ۹(۲): ۱۵۵-۱٦۵.

۱۲- لیموچی، ک.، ع. ا. گیلانی، و س. ع. ا. سیادت. ۱۳۹۳. بررسی اثر تاریخ‌های کاشت زمستانه و تابستانه بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج در شمال خوزستان. تولید فرآوری محصولات زراعی و باغی. ٤(۱٤): ۷۷-۸۷.

۱۳- مرادپور، ص.، ا. امیری، و ح. ر. مبصر. ۱۳۹۳. بررسی تاریخ کاشت و تراکم بوته بر برنج در استان مازندران. یافته‌های نوین کشاورزی. ۹(۲): ۱۱۷-۱۲۷.

۱٤- مهدوی، ف.، م. ع. اسماعیلی، ا. فلاح، و ه. ا. پیردشتی. ۱۳۸٤. مطالعه خصوصیات مرفولوژیک، شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام بومی و اصلاح شده برنج (*Oryza sativa* L.). علوم زراعی ایران. ۷(٤): ۲۸۰-۲۹۷.

۱۵- میر ابوالقاسمی، س. م.، م. قبادی‌نیا، ا. ر. قاسمی، و م. ر. نوری امامزاده‌ای. ۱۳۹۵. تأثیر آبیاری زیرزمینی و مدیریت آبیاری بر مشخصه‌های رشد و اجزای عملکرد برنج در منطقه خشک و نیمه‌خشک. آب و خاک. ۳۱(۲): ٤۱۱-٤۲۱.

۱٦- ندیمی دفرازی، م. ح.، م. اصفهانی، و ع. اعلمی. ۱۳۹٦. اثر زمان نشاکاری بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و انتقال مجدد در سه رقم برنج (*Oryza sativa* L.) در شرایط اقلیمی رودبار. تحقیقات غلات. ۷(٤): ٤۷۱-٤۸۳

۱۷- نصیری، س.، ج. اصغری، ح. ا. سمیع زاده، پ. مرادی، و ف. شیرزاد. ۱۳۹۲. بررسی کارایی علف‌کش‌های اگزادیارژیل و تیوبنکارب بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی (*Oryza sativa* L.). تحقیقات غلات. ۳(٤): ۳۰۷-۳۱۹.

۱۸- ولدآبادی، س. ع. ر.، م. بشرخواه، ج. دانشیان، و ع. ر. عرفانی. ۱۳۹۰. تأثیر زمان کاشت بر وزن خشک و ویژگی‌های فیزیولوژیک ارقام برنج در کاشت مستقیم. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۳(۱): ٦۷-۸۱.

19- Amiri, E., T. Razavipour, A. Farid, and M. Bannayan. 2011. Effects of Crop Density and Irrigation Management on Water Productivity of Rice Production in Northern Iran: Field and Modeling Approach, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 42(17): 2085-2099.

20- Bian, Z. H., Q. C. Yang, and W. K. Liu. 2015. Effects of light quality on the accumulation of phytochemicals in vegetables produced in controlled environments: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture. 95(5): 869-877.

21- Borrell, A. K., G. L. Hammer, and R. G. Henzell. 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. Crop Science. 40(4): 1037-1048.

22- Bouman, B. A. M., S. Peng, A. R. Castaneda, and R. M. Visperas. 2005. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems. Agricultural Water Management. 74(2): 87-105.

23- Dass, A., S. Chandra, A. K. Choudhary, G. Singh, and S. Sudhishri. 2016. Influence of field re-ponding pattern and plant spacing on rice root–shoot characteristics, yield, and water productivity of two modern cultivars under SRI management in Indian Mollisols. Paddy and water environment. 14(1): 45-59.

24- Dong, H., W. Li, W. Tang, Z. Li, D. Zhang, and Y. Niu. 2006. Yield, quality and leaf senescence of cotton grown at varying planting dates and plant densities in the Yellow River Valley of China. Field Crops Research. 98(2-3): 106-115.

25- FAO. 2016. Food and Agricultural Organization of the United Nations (sited in: http://www,fao.org/index_en.htm/, 11/4/2018.

26- Jaleel, C. A., P. A. R. A. M. A. S. I. V. A. M. Manivannan, A. Wahid, M. Farooq, H. J. Al-Juburi, R. A. M. A. M. U. R. T. H. Y. Somasundaram, and R. Panneerselvam. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology. 11(1): 100-105.

27- Johkan, M., M. Oda, T. Maruo, and Y. Shinohara. 2011. Crop production and global warming. In Global warming impacts-case studies on the economy, human health, and on urban and natural environments. InTech.

28- Klaring, H. P., and A. Krumbein. 2013. The effect of constraining the intensity of solar radiation on the photosynthesis, growth, yield and product quality of tomato. Journal of Agronomy and Crop Science. 199(5): 351-359.

29- Pandey, V., and A. Shukla. 2015. Acclimation and tolerance strategies of rice under drought stress. Rice Science. 22(4): 147-161.

30- 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 yields decline with higher night temperature from global warming. Proceedings of the National Academy of Sciences. 101(27): 9971-9975.

31- Prasad, P. V. V., S. A. Staggenborg, and Z. Ristic. 2008. Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth, and yield processes of crop plants. Response of crops to limited water: Understanding and modeling water stress effects on plant growth processes, (responseofcrops). 301-355.

32- Rezaei, M., M. Nahvi. 2007. Effect of different irrigation management methods on water use efficiency and rice yield. Agriculture Science. 1: 15-25.

33- Roderick, M., G. R. Florencia, G. D. P. Rodriguez, R.M. Lampayan, and B.A.M. Bouman. 2011. Impact of the alternate wetting and drying (AWD) water-saving irrigation technique: Evidence from rice producers in the Philippines. Food Policy. 36(2): 280-288.

34- Shi, G., Yang, L., Wang, Y., Kobayashi, K., Zhu, J., Tang, H., ... and Wang, Y. 2009. Impact of elevated ozone concentration on yield of four Chinese rice cultivars under fully open-air field conditions. Agriculture, ecosystems and environment, 131(3-4), 178-184.

35- Soltani, A. 2012. Modeling physiology of crop development, growth and yield. CABI.

36- Wells, R. 1991. Soybean growth response to plant density: Relationships among canopy photosynthesis, leaf area, and light interception. Crop Science, 31(3): 755-761.

37- Zacharias, M., S. D. Singh, S. Naresh Kumar, R. C. Harit, and P. K. Aggarwal. 2010. Impact of elevated temperature at different phenological stages on the growth and yield of wheat and rice. Indian Journal of Plant Physiology. 15(4): 350.

38- Zeng, L., S. M. Lesch, and C. M. Grieve. 2003. Rice growth and yield respond to changes in water depth and salinity stress. Agricultural Water Management. 59(1): 67-75.

Effect of Planting Date and Irrigation Intervals on Yield and Yield Components of Rice (*Oryza sativa* L.) in Rasht Region

P. Aalaee Bazkiaei, B. Kamkar [1] *, E. Amiri, H. Kazemi, and M. Rezaei

PhD student, Department of Agriculture, Plant Production College, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
pooya.aalaee@gmail.com
Professor, Department of Agriculture, Plant Production College, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
behnam.kamkar@gmail.com
Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Lahijan branch, Iran. **eamiri57@yahoo.com**
Associate Professor, Department of Agriculture, Plant Production College, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
hossein_k_p@yahoo.com
Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.
mrezaeii@yahoo.com

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of irrigation intervals and different planting dates on the yield and yield components of rice. A split-plot design based on randomized complete block design was used with three replications, at Rice Research Institute of Iran (Rasht) in 2016 and 2017. The main factor was irrigation at four levels (full flooding, 5, 10 and 15 days irrigation intervals) and the secondary factor was planting date at three levels (April 21, May 11, and May 31). The results of analysis of variance showed that irrigation and planting date had a significant effect on the yield of rice at 1% probability level. The highest amount of biological yield was obtained in full flooding and 5-day irrigation interval, with an average of 10960 and 10238 kg/ha, respectively, and in May 11 and April 21 planting dates with an average of 10553 and 10397 kg/ha, respectively. The highest 100-grain weight was obtained in May 11 and May 31 planting dates, the maximum number of panicle per plant was observed in full flooding treatment, and in May 11 planting date and the highest number of filled grains was observed in full flooding treatment. The maximum number of hollow grains was observed in 15 and 10-day irrigation intervals and May 31 planting date. The results showed that the full flooding irrigation with a yield of 4271 kg/ha had the highest grain yield. The 10 and 15 days irrigation intervals had less grain yield than flood treatment and 5-day irrigation interval treatments. In two years of the experiment, the planting date of May 11 had the highest grain yield with an average of 3820 kg/ha. In this experiment, the May 11 planting date had the most favorable environmental conditions for growth and had a good yield-stability.

Keywords: Biological yield, Deficit irrigation, Flooding irrigation, Grain yield

---

[1] Corresponding author: Department of Agriculture, Plant Production College, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
* -Received: December 2018, and Accepted: August 2019