

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی تأثیر مدیریت بهینه آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد کشت دوم برنج (راتون) رقم

هاشمی

پریسا شاهین رخسار^{۱*}، حسن شکری واحد^۲، ناصر شرفی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۲۴

چکیده

مدیریت آبیاری نقش مهمی بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب راتون برنج دارد. این آزمایش به منظور بررسی اثر زمان آبیاری بر عملکرد راتون رقم هاشمی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در سه سال زراعی (۸۶-۸۹) در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا شد. مدیریت آبیاری در سه سطح غرقابی دائم (I₁)، ترک موئین (۲ میلی‌متر) (I₂) و ترک درشت (۵ میلی‌متر) (I₃) بود. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد تمام صفات کمی و کیفی راتون برنج به طور معنی‌داری تحت تأثیر سال‌های آزمایش قرار گرفتند. به طور کلی به دلیل دما و ساعات آفتابی مناسب، شرایط رشد راتون در سال اول آزمایش بهتر از دو سال دیگر بود که با تأثیر مثبت بر ارتفاع بوته، طول خوشه و وزن هزار دانه موجب افزایش عملکرد دانه به میزان ۱۱۲۲ کیلوگرم در هکتار شدند. تأثیر مدیریت آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد راتون نیز نشان داد آبیاری ترک درشت موجب افزایش عملکرد به میزان ۴۶۳/۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها گردید. همچنین از آبیاری غرقابی بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۱۰۴/۸ سانتی متر حاصل شد. مدیریت آبیاری بر سایر صفات نظیر وزن هزار دانه، عملکرد کاه، طول خوشه و شاخص برداشت مؤثر نبود. بیشترین بهره‌وری مصرف آب در سال اول به میزان ۰/۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار و کم‌ترین در سال سوم به میزان ۰/۴۱ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار حاصل شد. همچنین تیمار آبیاری ترک درشت در مقایسه با تیمار آبیاری غرقابی دائم موجب افزایش ۶۵ درصدی بهره‌وری مصرف آب شد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری، ترک موئین، ترک درشت، تنش خشکی، عملکرد

مقدمه

در خانواده غلات سه گیاه برنج، سورگوم و نیشکر دارای یک صفت فیزیولوژیکی اختصاصی می‌باشند که گیاهان را قادر می‌سازد تا بعد از برداشت اولیه، در صورت مساعد بودن شرایط محیطی، دوباره رشد و نمو کرده و محصول جدیدی تولید نمایند که اصطلاحاً به راتونینگ^۴ معروف می‌باشد. راتون برنج به دلیل دارا بودن دوره رشد کوتاه‌تر نسبت به کشت اصلی به عنوان یک فرصت جهت افزایش میزان تولید برنج در واحد سطح پیشنهاد شده است. علاوه بر این

محصول راتون به ۵۰ درصد نیروی انسانی کمتری نیاز دارد، هزینه کاشت مجدد در آن وجود ندارد و میزان آب مصرفی آن ۶۰ درصد کمتر از کشت اصلی است و این در حالی است که عملکردی معادل ۵۰ درصد کشت اصلی را به عمل می‌آورد (Oad, 2002). به عبارت دیگر راتونینگ موجب استفاده کارتر از هر واحد سطح و زمان می‌شود (Santos et al., 2003). از جمله عوامل مهم در پتانسیل تولید راتون ژنتیک، رقم، کود و شرایط آب‌وهوایی می‌باشد. از طرف دیگر در مقایسه با سایر محصولات برنج از نظر میزان آب مصرفی، بیشترین نیاز آبی را به خود اختصاص داده است. به طوری که برای تولید یک کیلوگرم ماده خشک به ۷۰۰ لیتر آب نیاز است (رضایی و نحوی، ۱۳۸۶). راتون برنج نیز از این قاعده مستثنای نیست. در تولید برنج، بعد از غرقاب نمودن زمین، برای بالا بردن راندمان کاربرد آب، آبیاری متناوب به جای غرقابی مداوم در مزارع توصیه می‌شود. خاک‌های غرقاب شده اغلب وقتی خشک هستند ترک می‌خورند و این ترک‌ها مشکل اصلی برای عملیات آبیاری نوبتی هستند؛ بنابراین بررسی دقیق چگونگی ارائه و مدیریت آب در این گونه اراضی

۱- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران
۲- موسسه تحقیقات برنج کشور سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
۳- موسسه تحقیقات برنج کشور سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
(*) نویسنده مسئول: Email: pshahinroksar@yahoo.com

متفاوت است و عوامل محیطی می‌توانند با تأثیر مستقیم بر فرایندهای فیزیولوژیک رشد و نمو و شکل‌گیری دانه، عملکرد را تحت تأثیر قرار دهند (Yoshida and Parao, 1976). نتایج محققان بر تأثیر عوامل محیطی بر راتون دهی گیاه گزارش شده است به‌طوری‌که عملکرد و اجزای عملکرد راتون در شرایط آب‌وهوایی گرم‌تر و با ساعات آفتابی بیشتر افزایش می‌یابد (Ichii, 1982). این پژوهش در سه سال زراعی با هدف بررسی تأثیر شرایط آب‌وهوایی و مدیریت آبیاری بهینه بر عملکرد و اجزای عملکرد راتون برنج رقم هاشمی در استان گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج با ۱۶، ۳۷ درجه طول شمالی و عرض جغرافیایی ۶۳، ۴۹ به مدت سه سال زراعی (۸۶ الی ۸۸) در شهر رشت اجرا گردید. ارتفاع محل آزمایش ۷ متر پایین‌تر از سطح دریای آزاد است. میزان بارندگی سالانه محل آزمایش بر مبنای میانگین ۱۰ ساله برابر با ۱۴۴۱ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت آن ۱۶/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار شامل سه سطح آبیاری غرقابی دائم (I_1)، ترک موئین (۲ میلی‌متر) (I_2) و ترک درشت (۵ میلی‌متر) (I_3) بر روی برنج رقم هاشمی انجام شد. ترک‌های موئین و درشت با استفاده از خط کش در چند نقطه تصادفی از مزرعه اندازه‌گیری انجام شد. در تیمار آبیاری غرقابی دائم ارتفاع آب درون کرت‌ها همواره ۵ سانتی‌متر حفظ شد و در تیمارهای دیگر آبیاری تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر انجام شد و سپس تا هنگام مشاهده ترک‌ها آبیاری انجام نمی‌شد. به‌منظور تهیه بستر آزمایش اولین شخم در اسفندماه و شخم دوم در اردیبهشت ماه هر سال صورت گرفت. ابعاد هر کرت آزمایشی ۳×۵ در نظر گرفته شد. به‌منظور کاهش اثر بارندگی کانال‌هایی در داخل کرت‌ها حفر شدند تا آب باران در کرت‌هایی که باید تیمار آبیاری اعمال شود، با یکدیگر تداخل نداشته باشند. کرت‌ها با استفاده از پلاستیک از هم جدا شد و برای ورود و خروج آب کانال‌های آبیاری تعبیه شد. نشاکاری بر طبق عرف موسسه برنج و با توجه به شرایط اعمال گردید. فاصله نشاء ۲۰×۲۰ سانتی‌گراد نظر گرفته شد. قبل از توزیع کودهای شیمیایی از هر تکرار یک نمونه خاک مرکب سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متر) تهیه و تجزیه‌های لازم بر روی آن‌ها انجام گرفت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان کود اوره مصرفی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار معادل ۶۹ کیلوگرم نیتروژن خالص بود. دوسوم کود نیتروژن موردنیاز در هنگام نشاکاری و یک سوم باقی‌مانده در زمان تشکیل خوشه بستن مصرف شد.

از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. البته توجه به این نکته نیز ضروری است که بخش زیادی از شالیزارهای گیلان، آب موردنیاز خود را از شبکه‌های آبیاری تأمین می‌کنند که متأسفانه پس از برداشت محصول اصلی به دلیل تعطیلی شبکه، فاقد آب یا کمبود آب می‌باشد؛ بنابراین استفاده از آبیاری تناوبی و یا آبیاری در زمان وقوع درز و ترک در خاک برای کشت راتون بدیهی است. کلاستربوئر و همکاران با بررسی توانایی راتون برنج در تگزاس پیشنهاد دادند؛ زمان غرقاب مجدد و میزان مصرف کود نیتروژن بر اساس بافت خاک تعیین شود (Klasterboer et al., 1999). نتایج بررسی کوال و جونز نیز نشان داد برای خاک‌های رسی سنگین کاربرد کود نیتروژن و غرقاب سازی مجدد پس از برداشت محصول اصلی و برای خاک‌های لومی شنی سبک تر دوره خشک ۱۵ تا ۲۰ روز همراه با مصرف کود نیتروژن سرک بهترین کاربرد را دارد (Caol and Jones, 1994). پیر دشتی و همکاران (۱۳۷۸) نشان دادند که اگر راتون برنج قبل از شروع مرحله زایشی غرقاب نشود، عملکرد دانه کاهش خواهد یافت. رضایی و نحوی (۱۳۸۶) گزارش نمودند اثر متقابل آبیاری (غرقاب دائم، ۵، ۸ و ۱۱ روز آبیاری) بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد معنی‌دار نیست و این صفات بیشتر از آنکه تحت تأثیر تیمارهای آبیاری باشد، تحت تأثیر شرایط جوی و تغییر عوامل هواشناسی می‌باشند.

اسلام و همکاران با اجرای تیمارهای آبیاری شامل غرقاب دائم، آبیاری متناوب بدون مدیریت خاک و آبیاری متناوب با مدیریت خاک دریافتند که آبیاری متناوب موجب ترک خوردن خاک شالیزار می‌گردد ولی در صورت مدیریت درست خاک می‌توان میزان مصرف آب را به مقدار قابل ملاحظه ای (یک چهارم غرقاب دائم) کاهش داد. ایشان حد بحرانی ترک را ۳ میلی‌متر مشخص کردند چراکه ترک‌های بیشتر از ۳ میلی‌متر موجب نفوذ عمقی بیش از اندازه آب آبیاری می‌گردند (Islam et al., 2003). اسلام و همکاران در پژوهش دیگری پیشنهاد کردند که برنامه ریزی آبیاری برنج بر اساس عرض یا عمق ترک خاک صورت گیرد چراکه به نظر می‌رسد برنامه ریزی آبیاری بر این اساس موجب صرفه‌جویی بیشتر مصرف آب نسبت به برنامه ریزی آبیاری بر اساس تبخیر و تعرق خود گیاه می‌باشد (Islam et al., 2004). مصطفی‌زاده فرد و همکاران نیز با بررسی مدیریت آب آبیاری تناوبی برنج بر اساس عرض ترک (۳ تا ۴ میلی‌متر، ۱/۵ سانتی‌متر و ۲/۵ سانتی‌متر) ملاحظه کردند که آبیاری در زمان ظهور ترک تا ۴ میلی‌متر موجب افزایش معنی‌دار عملکرد و بهره‌وری مصرف آب به ترتیب (۳/۱۳ تن در هکتار و ۲۹۳/۸ گرم بر متر مکعب) در مقایسه با آبیاری بر اساس عرض ترک ۲/۵ سانتی‌متر به ترتیب (۲/۳ تن در هکتار و ۱۸۹/۹ گرم بر متر مکعب) گردید (Mostafa zadeh fard et al., 2010).

حداکثر عملکرد دانه در برنج بسته به رقم و شرایط محیطی

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	کربن آلی	نیترژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	بافت خاک
درصد	دسی زیمنس بر سانتی متر	درصد	درصد	قسمت در میلیون	قسمت در میلیون	قسمت در میلیون	
۷۸	۱/۴	۶/۲	۲/۱	۰/۱۴	۱۴/۴	۲۴۶	سیلتی رسی

تصادفی انتخاب و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته تعداد ۵ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و ارتفاع بوته از طوقه تا نوک بلندترین خوشه در مرحله رسیدن کامل گیاه اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها وارد محاسبات آماری گردید. برای تعیین طول خوشه ۵ خوشه از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و با استفاده از خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد. چهار کپه از هر کرت در مرحله رسیدگی کف برشده و با خشک‌کردن یکنواخت در حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون، شاخص برداشت هر یک از تیمارها محاسبه گردید (رابطه ۳).

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{عملکرد بیولوژیکی}} \times 100 \quad (3)$$

شرایط اقلیمی در سال‌های موردبررسی

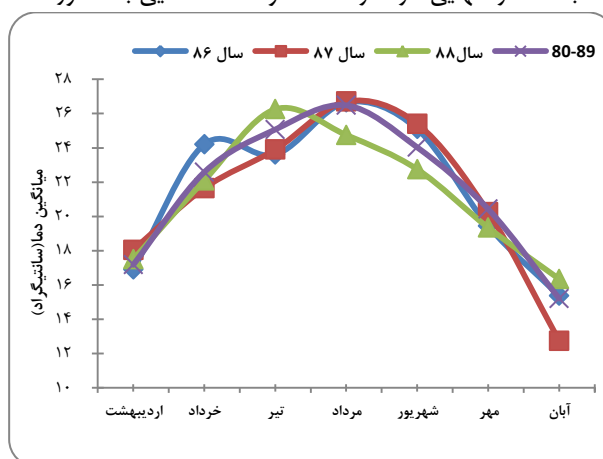
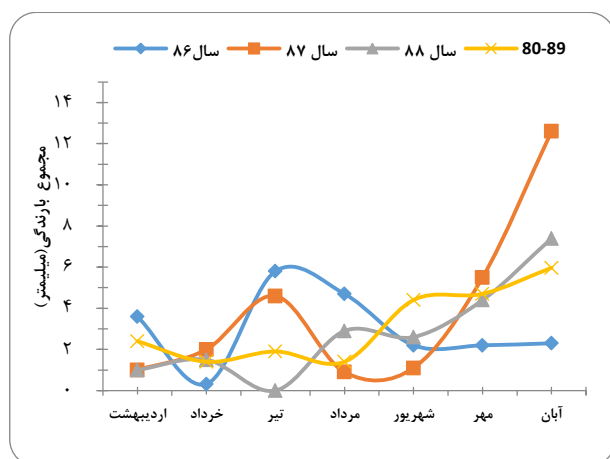
شرایط اقلیمی در سال‌های موردبررسی نشان داد به‌طور کلی میانگین درجه حرارت در سال اول و دوم در طی فصل رشد راتون (مرداد تا مهر) بیشتر از سال سوم آزمایش بود (شکل ۱). مجموع بارندگی در طی فصل رشد راتون به ترتیب ۴/۴، ۱۸/۱ و ۱۱/۸ میلی-متر گزارش شد (شکل ۱). مجموع ساعات آفتابی به ترتیب ۶۰۵/۳، ۵۲۸/۷ و ۴۲۶/۶ ساعت بود (شکل ۳). میانگین رطوبت به ترتیب ۷۸/۶، ۸۰/۳ و ۸۱/۲ درصد گزارش شد (شکل ۲).

برای کنترل علف‌های هرز علاوه بر استفاده از علف‌کش بوتاکلر ۶۰ درصد به مقدار ۳ لیتر در هکتار، دو بار وچین دستی نیز صورت گرفت. وچین اول و دوم به ترتیب ۲۰ و ۴۰ روز پس از نشاء انجام شد. برداشت کشت اصلی از ارتفاع ۲۵ سانتی‌متری زمین صورت گرفت (Shamiul Islam et al., 2008). بلافاصله پس از برداشت کشت اصلی، تمام کرت‌ها آبیاری سنگین شدند و پس از آن تیمارهای آبیاری موردنظر اعمال شدند. پس از رسیدن عرض ترک‌ها به مقدار موردنظر (بر اساس تیمارهای در نظر گرفته شده)، اقدام به آبیاری شد و عمق آب در کرت‌ها در هر آبیاری حدود ۵ سانتی‌متر بود (Mostafazadeh fard et al., 2010). برای اندازه‌گیری آب ورودی مزرعه از کنتورهای حجمی استفاده شد. در طول فصل رویش ضمن انجام عملیات داشت، یادداشت‌برداری از خصوصیات گیاه نظیر ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول خوشه، درصد دانه‌های پر و خالی و وزن هزار دانه صورت گرفت. جهت تعیین درصد پوکی دانه‌ها در هر کرت ۱۰ خوشه به‌طور تصادفی جدا شده و تعداد دانه‌های پر و خالی آن شمارش گردید و درصد دانه‌های پر و خالی آن با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شد (علی عباسی، ۱۳۸۳).

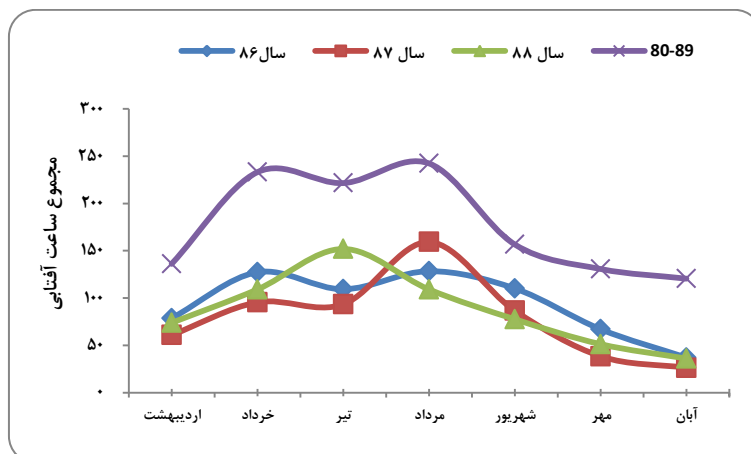
$$\text{درصد دانه‌های پر} = \frac{\text{تعداد دانه‌های پر}}{\text{تعداد دانه‌های پر و خالی}} \times 100$$

$$\text{درصد دانه‌های پر} = 100 - \text{درصد دانه‌های خالی}$$

برای تعیین وزن هزار دانه در هر کرت آزمایشی از درون نمونه مربوط به عملکرد نهایی هر کرت ۱۰ نمونه ۱۰۰ تایی به‌صورت



شکل ۱- مقایسه مجموع بارندگی و میانگین دمای ماهانه فصل رشد برنج اصلی و کشت دوم



شکل ۲- مقایسه مجموع ساعت آفتابی ماهانه فصل رشد برنج اصلی و کشت دوم

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بین سال‌های مختلف از نظر ارتفاع بوته وجود دارد (جدول ۲). همان‌گونه که در جدول (۳) ملاحظه می‌شود در سال اول و دوم میزان اختلاف ارتفاع بوته بسیار جزئی است ولی در سال سوم ارتفاع بوته به میزان ۷ درصد کاهش یافت. به نظر می‌رسد شرایط مساعد آب‌وهوایی در سال اول و دوم از نظر دمای بالا و ساعات آفتابی دریافتی مخصوصاً در مرحله ساقه روی موجب این اختلاف گردیده است (شکل ۱ و ۲). مطالعه ایچی نیز نشان داد که در مراحل اولیه رشد، ارتفاع بوته راتون تحت تأثیر دمای محیط می‌باشد و افزایش دما موجب افزایش ارتفاع بوته می‌شود (Ichii, 1982). به نظر اود و همکاران نیز در شرایط نور کافی و آفتاب مناسب میزان ارتفاع راتون برنج افزایش می‌یابد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد (Oad et al., 2002).

بررسی نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری از نظر ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۲)؛ به‌طوری‌که از آبیاری غرقابی بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۱۰۴/۸ سانتی‌متر حاصل شد که با آبیاری ترک موئن در یک سطح آماری قرار گرفت. آبیاری ترک درشت موجب کاهش ارتفاع بوته به میزان ۹۸/۹ سانتی‌متر گردید (جدول ۳). به نظر می‌رسد که کاهش میزان آب در محیط ریشه مانعی برای طویل شدن ساقه بوده است. نیومان نیز معتقد است که کاهش آب سبب کاهش انعطاف‌پذیری دیواره‌ی سلول‌های ساقه و متوقف گشتن تقسیم سلول‌ها می‌شود (Neumann, 1993). مطالعه منگل و ویلسون نیز مؤید این مسئله بود که میزان فراهمی بیشتر آب در کشت راتون موجب افزایش ارتفاع بوته شده است (Mengel and Wilson, 1981). در این آزمایش اثر

سال در آبیاری بر صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال معنی‌دار نبود (جدول ۲). با این وجود آبیاری غرقابی در سال اول با میانگین ۱۰۸/۷ سانتی‌متر بیشترین و آبیاری در حالت ترک درشت در سال سوم با میانگین ۹۵/۶ سانتی‌متر کم‌ترین ارتفاع بوته را داشتند (جدول ۳). همچنین اثرات متقابل سال در آبیاری بر صفت ارتفاع بوته تأثیر معنی‌دار نگذاشتند ($p \geq 0.05$) (جدول ۲).

تعداد پنجه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بین سال‌های موردبررسی از نظر تعداد پنجه وجود دارد (جدول ۲). در سال دوم تعداد پنجه نسبت به سال اول و سوم به میزان ۲۷ درصد افزایش یافت. همان‌گونه که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود؛ فراهم شدن شرایط مناسب دمایی محیط در سال دوم و در ماه شهریور موجب افزایش پنجه‌زنی در این سال شده است. گزارش‌های متعددی نیز مؤید تأثیر نقش درجه حرارت محیط بر نمایان شدن و رشد پنجه می‌باشد (Yoshida, 1978; Yoshida, 1981; Murata, 1976; Ishizuka and Tanala, 1963 و گیلانی و همکاران، ۱۳۸۱). نتایج ایچی نیز نشان داد دمای زیاد موجب افزایش تولید پنجه خواهد شد؛ به‌طوری‌که تعداد پنجه در دمای ۳۰ درجه بیشتر از ۲۰ درجه گزارش شد (Ichii, 1982). همان‌گونه که در جدول (۲) مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری و اثر متقابل سال در آبیاری از نظر تعداد پنجه در سطح ۵ درصد وجود ندارد. گرچه آبیاری غرقاب دائم در سال دوم موجب افزایش تعداد پنجه به میزان ۱۱/۸ (عدد) در مقایسه با آبیاری ترک درشت به میزان ۷/۹ عدد در سال سوم گردید (جدول ۳). ایچی نیز گزارش کرد که مدیریت آبیاری بر تعداد پنجه راتون تأثیری ندارد (Ichii, 1983) ولی نتایج مصطفی‌زاده فرد و همکاران نشان داد که آبیاری بر اساس عرض ترک ۱/۵ تا ۲/۵ سانتی‌متر در مقایسه با غرقاب دائم موجب

کاهش تعداد پنجه در کشت اصلی برنج گردید (Mostafazadeh fard, 2010).

طول خوشه

نتایج نشان داد که طول خوشه در طی سه سال مورد مطالعه به طور معنی داری روند کاهشی داشت ($P \leq 0.01$) (جدول ۲). به نظر می رسد در سال اول آزمایش شرایط مطلوبی از نظر آب و هوا برای افزایش طول خوشه وجود داشته است. بررسی نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین تیمارهای آبیاری و اثر متقابل آبیاری در سال از نظر طول خوشه در سطح ۵ درصد وجود ندارد (جدول ۱)؛ با این وجود آبیاری غرقابی در سال اول با میانگین ۲۴/۸ سانتی متر بیشترین و آبیاری غرقابی در سال سوم کمترین طول خوشه را با میانگین ۱۶/۸ سانتی متر دارا بودند (جدول ۳). همان گونه که ملاحظه می شود به نظر می رسد شرایط آب و هوایی بر این صفت بیش از تیمار آبیاری مؤثر بوده است. اثر متقابل سال در کود نیتروژن بر ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲). اثرات متقابل تیمارها در سال بر روی صفت طول خوشه برنج در سطح ۵ درصد معنی دار نبود (جدول ۲).

وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب در جدول ۲ نشان داد که تأثیر سال بر وزن هزار دانه معنی دار است ($P \leq 0.01$). به طوری که در سال اول و دوم وزن هزار دانه نسبت به سال سوم در حدود ۲ گرم معادل ۹/۵ درصد افزایش یافت (جدول ۳). به نظر می رسد دمای پایین و کمبود نور در سال سوم آزمایش (شکل ۱ و ۲) موجب به تأخیر افتادن زمان مورد نیاز برای به حداکثر رسیدن وزن هزار دانه و کاهش انتقال مواد به دانه گیاه شده است (نوربخشیان و رضایی، ۱۳۷۸؛ Garona, 1981). این نتایج با گزارش پژوهشگران دیگر مبنی بر تأثیرپذیری وزن دانه از درجه حرارت محیط همخوانی دارد (Zelifeh, 1979; Yoshida and Hara, 1977; IRRI, 1973). رضایی و نحوی (۱۳۸۶) نیز گزارش نمودند تفاوت معنی داری در وزن هزار دانه دو رقم بینام و حسنی در تیمارهای آبیاری مورد بررسی مشاهده نشد. از نتایج این گونه استنباط می شود که تأثیرپذیری تغییرات وزن هزار دانه تحت شرایط آب متفاوت زیاد نمی باشد. همچنین مدیریت آبیاری و اثر متقابل سال در مدیریت آب بر این صفت مؤثر نبود.

درصد دانه های پر شده در خوشه

درصد باروری و شمار دانه های پر در خوشه برنج، تحت تأثیر

فاکتورهای اقلیمی، خاک و ویژگی های وارپته ای و نیز کود نیتروژن است (Yoshida and Parao, 1976). نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اختلاف معنی داری بین سال های مختلف از نظر درصد دانه های پر شده در سطح ۰/۰۱ درصد وجود دارد (جدول ۲). در سال دوم درصد دانه های پر شده به میزان ۵ درصد و ۲۰ درصد به ترتیب نسبت به سال اول و سوم افزایش یافت. از آنجایی که شرایط نامساعد آب و هوایی در هنگام تقسیم میوز، گل دهی و در طی دوره رسیدن، می تواند باعث کاهش در درجه باروری یا شمار دانه های پر در هر خوشه گردد، به نظر می رسد که در سال سوم دمای محیط برای باروری و تلقیح خوشچه ها مناسب نبود و به این دلیل باروری کاهش یافته است (Yoshida and Parao, 1976). بررسی نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین تیمارهای آبیاری در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۲). به طوری که از آبیاری غرقابی و آبیاری ترک موئن بیشترین درصد دانه های پر شده به میزان (۸۲/۸ درصد) و از آبیاری در شرایط ترک درشت کمترین درصد دانه های پر شده به میزان (۷۸/۵ درصد) حاصل شد (جدول ۳). همچنین اثر متقابل سال در آبیاری بر درصد دانه های پر شده در سطح ۵ درصد معنی دار نبود (جدول ۲).

درصد دانه های خالی در خوشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی داری بین سال های مختلف از نظر درصد دانه های خالی وجود دارد ($p \leq 0.01$) (جدول ۲). در سال سوم درصد دانه های خالی نسبت به سال اول و دوم به میزان ۴۶ درصد افزایش یافت (جدول ۳). کاهش درجه حرارت در سال سوم مخصوصاً در زمان پر شدن دانه ها، موجب عقیمی دانه ها گردید. عدم باروری و عدم پر شدن دانه ها در اثر درجه حرارت خنک تر هوا در گزارش نوربخشیان و رضایی (۱۳۷۸) و زارعی قاضیانی (۱۳۸۰) نیز تأکید شده است.

همچنین آبیاری تأثیر معنی داری بر روی درصد دانه خالی در هر خوشه داشت ($p \leq 0.01$) (جدول ۲) آبیاری در حالت ترک درشت خاک با ۲۱/۵ درصد بیشترین و ترک موئن و غرقابی دائم با ۱۷/۲ درصد کمترین درصد دانه های خالی را داشتند. همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود با کاهش آبیاری درصد دانه خالی روند افزایشی را نشان می دهد. به نظر می رسد که تنش خشکی با عقیم کردن دانه های گرده، کاهش درصد دانه های پر شده را سبب می شود (Jones, 1981)؛ که با نتایج نحوی و همکاران (۱۳۸۳)، یاماو و اینگرام و لی جی اف و همکاران مطابقت دارد (Yamao and Lee-JF, 1993; Ingram, 1988).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب سه ساله صفات موردبررسی

منابع	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد پنجه	طول خوشه	وزن هزار دانه	درصد دانه پر	درصد دانه خالی
سال	۲	۵۹۴/۷۴۴**	۲۹/۱۶۲**	۱۱۶/۳۸۰**	۳/۳۵۰**	۸۱۶۲/۱۳۸**	۸۱۶۲/۲۲۶**
خطا	۶	۳/۳۳۱	۴/۲۹۷	۲/۵۲۲	۴/۹۱۱	۸/۱۸۳	۸/۱۶۱
آبیاری	۲	۱۷۲/۲۸۹*	۳/۷۴۱ ^{ns}	۰/۲۹۸ ^{ns}	۰/۴۲۸ ^{ns}	۱۶/۴۴۳**	۱۶/۳۶۳**
اثر متقابل سال در آبیاری	۴	۳/۴۹۲ ^{ns}	۰/۴۶۴ ^{ns}	۲/۰۷۹ ^{ns}	۶/۷۴۰ ^{ns}	۲/۷۸۸ ^{ns}	۲/۷۹۳ ^{ns}
خطا	۲۶	۳۲/۰۲۴	۲/۸۷۵	۲/۸۴۹	۰/۷۰۹	۱۱/۵۵۷	۱۱/۵۵۷
درصد ضریب تغییرات		۵/۵۴	۱۶/۳۴	۶/۷۴	۳/۷۶	۴/۱۷	۱۱/۰۸

ns، *، **: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و در سطح ۱٪.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سال، آبیاری و اثرات متقابل آن‌ها بر صفات موردبررسی

تیمار	ارتفاع بوته سانتی متر	تعداد پنجه سانتی متر	طول خوشه سانتی متر	وزن هزار دانه گرم	دانه پر در خوشه درصد	دانه خالی در خوشه درصد
Y ₁	۱۰۵/۲A	۹/۵B	۲۴/۵A	۲۱/۶A	۸۴/۱B	۱۵/۹B
Y ₂	۱۰۳/۵A	۱۱/۱A	۱۸/۹B	۲۲/۰A	۸۸/۳A	۱۱/۷C
Y ₃	۹۷/۹B	۸/۱C	۱۷/۱C	۱۹/۶B	۷۰/۶C	۲۹/۴A
I ₁	۱۰۴/۸A	۹/۹A	۲۰/۳A	۲۱/۱A	۸۲/۸A	۱۷/۲B
I ₂	۱۰۲/۸A	۹/۶A	۱۹/۹A	۲۰/۹A	۸۱/۸A	۱۸/۲B
I ₃	۹۸/۹B	۹/۲A	۲۰/۴A	۲۱/۱A	۷۸/۵B	۲۱/۵A
Y ₁ I ₁	۱۰۸/۷A	۹/۶BC	۲۴/۸A	۲۱/۷AB	۸۵/۹BC	۱۴/۱DE
Y ₁ I ₂	۱۰۴/۱ABC	۹/۷BC	۲۴/۶A	۲۱/۸AB	۸۴/۹C	۱۵/۰D
Y ₁ I ₃	۱۰۳BCD	۹/۱CD	۲۴/۲A	۲۱/۲B	۸۱/۴D	۱۸/۵C
Y ₂ I ₁	۱۰۷/۱AB	۱۱/۸A	۱۹/۳B	۲۲/۰AB	۹۰/۲A	۹/۸F
Y ₂ I ₂	۱۰۵/۱AB	۱۰/۸AB	۱۸/۲C	۲۱/۶B	۸۹/۲AB	۱۰/۸EF
Y ₂ I ₃	۹۸/۳DE	۱۰/۶B	۱۹/۳B	۲۲/۵A	۸۵/۵C	۱۴/۵D
Y ₃ I ₁	۹۸/۶DE	۸/۲DE	۱۶/۸D	۱۹/۷C	۷۲/۲E	۲۷/۸B
Y ₃ I ₂	۹۹/۴CDE	۸/۲DE	۱۶/۹D	۱۹/۵C	۷۱/۴EF	۲۸/۶AB
Y ₃ I ₃	۹۵/۶E	۷/۹E	۱۷/۶CD	۱۹/۷C	۶۸/۴F	۳۱/۶A

حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشند.

I آبیاری (I₁: غرقاب دائم، I₂: ترک موئین و I₃: ترک درشت)؛ Y سال (Y₁: سال اول، Y₂: سال دوم و Y₃: سال سوم).

2002).

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که عملکرد دانه در سال اول آزمایش به طور معنی داری نسبت به سال های دیگر افزایش داشت ($p \leq 0.01$) (جدول ۴). در سال اول مجموع ساعات آفتابی دریافتی و دمای هوا بیش از دو سال دیگر بود (اشکال ۱ و ۲) که با تأثیر مثبت بر ارتفاع بوته، طول خوشه و وزن هزار دانه بیشتر موجب افزایش عملکرد دانه شدند. نتایج بر نقش تعیین کننده دمای زیاد محیط بر بهبود عملکرد راتون برنج تأکید می کند که با نتایج سامسون مطابقت دارد (Somson, 1980). به گزارش ایشان عملکرد راتون در دمای پایین (۲۰ درجه سانتی گراد) بسیار کمتر از عملکرد در دمای (۲۹-۳۵ درجه سانتی گراد) می باشد. به نظر اود و همکاران نیز در شرایط نور کافی و آفتاب مناسب میزان عملکرد راتون برنج افزایش می یابد (Oad et al.,

بررسی نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین تیمارهای آبیاری از نظر عملکرد دانه در سطح ۵ درصد وجود دارد (جدول ۴)؛ آبیاری ترک درشت موجب افزایش عملکرد به میزان ۴۶۳/۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها گردید. در حالی که آبیاری غرقاب دائم و ترک موئین در رتبه پایین و در یک سطح آماری قرار گرفتند (جدول ۵). اثر متقابل سال در آبیاری بر صفت عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی دار نبود (جدول ۴). نتایج یوشیدا نیز نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب عملکرد گیاه برنج با افزایش مصرف نیتروژن عکس العمل خوبی نشان می دهد (Yoshida, 1975). اثر متقابل سال در فاکتورهای مورد بررسی بر این صفت معنی دار نبود ($p \geq 0.05$) (جدول ۴).

عملکرد کاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد کاه تحت تأثیر سال‌های مورد مطالعه قرار گرفت ($p \leq 0.01$) (جدول ۴). همان‌گونه که در جدول (۵) ملاحظه می‌شود عملکرد کاه در سال اول بیشترین (۲۲۶۹/۹ کیلوگرم در هکتار) و در سال سوم کم‌ترین (۳۹۱/۷ کیلوگرم در هکتار) مقدار بود. نتایج مطالعه ایچی نیز نشان داد که عملکرد کاه در شرایط گرما و نور مناسب افزایش می‌یابد که با شرایط آزمایش در سال اول مطابقت دارد (Ichii, 1982) (شکل ۱ و ۳). بررسی نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری و اثر متقابل سال در آبیاری از نظر عملکرد کاه در سطح ۵ درصد وجود ندارد (جدول ۴).

شاخص برداشت

نتایج نشان داد که شاخص برداشت در طی سال‌های مورد مطالعه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین شاخص برداشت از سال اول آزمایش به میزان ۳۳/۲ درصد حاصل شد (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس نشان داد شاخص برداشت تحت تأثیر مدیریت آبیاری و اثر متقابل آبیاری در سال قرار نگرفته است ($p \geq 0.05$) (جدول ۴).

حجم آب مصرفی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که حجم آب مصرفی تحت تأثیر سال‌های مورد مطالعه قرار گرفت ($p \leq 0.01$) (جدول ۴). همان‌گونه که در جدول (۵) ملاحظه می‌شود حجم آب مصرفی در سال دوم بیشترین (۲۲۱۳ متر مکعب در هکتار) و در سال سوم کم‌ترین (۸۵۰ متر مکعب در هکتار) بود. همچنین بررسی نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری و اثر متقابل آبیاری و سال از این نظر در سطح ۵ درصد وجود دارد (جدول ۴)؛ آبیاری ترک درشت در سال سوم کمترین مصرف آب را نسبت به سایر تیمارها داشت (جدول ۵).

بهره‌وری مصرف آب

نتایج نشان داد که بهره‌وری مصرف آب در سال‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد دارد (جدول ۴). بیشترین بهره‌وری مصرف آب در سال اول به میزان ۰/۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار و کم‌ترین در سال سوم به میزان ۰/۴۱ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار حاصل شد (جدول ۵). شرایط جوی مناسب در سال اول موجب افزایش عملکرد گردید و این افزایش به‌طور معنی‌داری بر بهره‌وری مصرف آب مؤثر بود. بررسی تأثیر مدیریت آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب نشان داد که تیمار آبیاری ترک درشت در مقایسه با تیمار آبیاری غرقابی دائم موجب افزایش ۶۵ درصدی بهره‌وری مصرف آب شد. پیرمادیان و همکاران (۱۳۸۲) نیز به این نتیجه رسیدند که نه تنها عملکرد محصول در غرقاب دائم افزایش معنی‌دار با غرقاب متناوب نشان نمی‌دهد، بلکه بازده مصرف آب نیز در این تیمار کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی بر نقش تعیین‌کننده عوامل اکولوژیک درجه حرارت بر فرآیندهای فیزیولوژیک تشکیل خوشه چه و رشد و نمو دانه و رسیدن و در نهایت حداکثر عملکرد دانه در برنج کاملاً هم‌خوانی دارد. به‌طور کلی در میان عوامل محیطی مؤثر بر رشد اهمیت نسبی درجه حرارت به مراتب بیشتر از دیگر عوامل رشد می‌باشد. همچنین آبیاری ترک درشت موجب افزایش بهره‌وری مصرف آب ۶۵ درصدی در مقایسه با آبیاری غرقابی دائم شد؛ بنابراین به نظر می‌رسد با اعمال آبیاری متناوب برنج می‌توان بدون کاهش معنی‌دار عملکرد، در مصرف آب و کود نیتروژن صرفه‌جویی به عمل آورد. از طرف دیگر این تحقیق گویای برتری کیفیت بذر راتون نسبت به کشت اصلی است. از این رو با مدیریت‌های زراعی مناسب که در عملکرد و کیفیت برنج راتون مؤثر است می‌توان تولید قابل‌توجهی از برنج با کیفیت برتر راتون را انتظار داشت. با توجه به نتایج گزارش به نظر می‌رسد می‌توان با اعمال مدیریت صحیح تولید راتون پنجره ای نوین را جهت افزایش تولید برنج بدون افزایش سطح زیر کشت باز کرد.

جدول ۴- تجزیه واریانس سه‌ساله صفات مورد بررسی

منابع	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد کاه	شاخص برداشت	حجم آب مصرفی	بهره‌وری مصرف آب
سال	۲	۱۱۴۳۴۰/۷۱۷**	۱/۲۶۲**	۰/۰۳۶ *	۴۸۴۶۹۶/۷۷۸**	۰/۴۷۷**
خطا	۶	۳۲۶۸۶/۲۳۰	۰/۰۲۸	۰/۰۸۵	۱۱۵۴۲۰/۶۳۰	۰/۰۳۲
آبیاری	۲	۳۷۱۰۲/۰۳۶*	۰/۰۲۲ NS	۰/۰۰۶ NS	۷۱۹۱۴۰۶/۷۷۸**	۰/۴۰۸**
اثر متقابل سال در آبیاری	۴	۶۶۵۶۱/۰۵۵**	۰/۰۲۲*	۰/۰۱۳ NS	۹۳۴۳۰۸/۷۲۲**	۰/۰۲۶ NS
خطا	۲۶	۱۴۸۸۳/۹۵۹	۰/۰۲۹	۰/۰۰۹	۱۹۶۲۶/۷۴۱	۰/۰۱۲
درصد ضریب تغییرات		۱۱/۶۲	۵/۴۵	۶/۷۱	۸/۷۰	۱۵/۶۲

NS، *، ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵٪ و در سطح ۱٪.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سال، آبیاری و اثرات متقابل آن‌ها بر صفات موردبررسی

تیمار	عملکرد دانه کیلوگرم در هکتار	عملکرد کاه کیلوگرم در هکتار	شاخص برداشت درصد	حجم آب مصرفی مترمکعب در هکتار	بهره‌وری مصرف آب کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار
Y ₁	۱۱۲۲/۰A	۲۲۶۹/۹A	۳۳/۲A	۱۶۶۸ B	۰/۶۹ A
Y ₂	۳۸۲/۸B	۱۰۵۱/۹B	۲۶/۶۸B	۳۳۱۴ A	۰/۲۳ B
Y ₃	۱۸۰/۷C	۳۹۱/۷C	۳۱/۷AB	۸۴۹ C	۰/۴۱ C
I ₁	۴۰۶/۴B	۱۰۳۹/۹A	۲۹/۴A	۲۵۸۵ A	۰/۲۳ C
I ₂	۴۱۱/۱ B	۹۲۶/۸B	۳۰/۷A	۱۴۱۵ B	۰/۴۳ B
I ₃	۴۶۳/۴A	۹۷۲/۷AB	۳۰/۹A	۸۳۰ C	۰/۶۶ A
Y ₁ I ₁	۱۰۹۹/۰A	۲۳۰۱/۴A	۳۲/۳AB	۲۵۹۱ B	۰/۳۵ A
Y ₁ I ₂	۱۲۳۵/۹A	۲۲۵۹/۴A	۳۵/۴A	۱۵۸۸ C	۰/۷۶ A
Y ₁ I ₃	۱۰۴۲/۳A	۲۲۵۴/۲A	۳۱/۷AB	۸۲۶ E	۰/۹۵ A
Y ₂ I ₁	۳۳۱/۱B	۱۱۵۰/۸B	۲۵/۷B	۳۹۴۸ A	۰/۰۸ A
Y ₂ I ₂	۳۴۱/۲C	۱۰۵۹/۲B	۲۴/۴AB	۱۸۱۱ C	۰/۱۸ A
Y ₂ I ₃	۴۹۵/۱B	۹۵۹/۴B	۳۰/۱B	۱۱۸۳ D	۰/۴۲ A
Y ₃ I ₁	۱۸۴/۹D	۴۱۶/۹C	۳۰/۷AB	۱۲۱۹ D	۰/۲۶ A
Y ₃ I ₂	۱۶۴/۸D	۳۳۲/۷D	۳۳/۲AB	۸۴۶ E	۰/۳۶ A
Y ₃ I ₃	۱۹۳/۶D	۴۳۳/۵C	۳۰/۹AB	۴۸۲ F	۰/۶۰ A

حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

I آبیاری (I1: غرقاب دائم، I2: ترک موئین و I3: ترک درشت)؛ Y سال (Y1: سال اول، Y2: سال دوم و Y3: سال سوم)

پیشنهادهات

باز بودن زمین‌های زراعی و چرای دام‌ها از دیگر علل عدم تولید راتون برنج در کشور است که با فراگیر شدن این نوع زراعت می‌توان تا حد زیادی از این مشکل جلوگیری کرد.

با توجه به تأثیر بسیار زیاد شرایط آب‌وهوایی بر تولید جوانه‌های راتون و در نهایت عملکرد آن بهتر است تاریخ کاشت و برداشت‌های مختلف موردبررسی قرار گیرد.

منابع

- نیتروژن بر روی عملکرد کمی و کیفی لاین‌های امیدبخش برنج، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی / واحد ارسنجان.
- علی عباسی، ح.ر. ۱۳۸۳. تعیین نیازمندی به کود نیتروژن با استفاده از کلروفیل متر در مراحل مختلف رشد برنج رقم خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان / دانشکده کشاورزی. ۱۳۰ صفحه.
- گیلانی، ع.، فتحی، ق.، و سیادت، ع. ۱۳۸۱. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه هفت رقم برنج در خوزستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰۶: ۱۶۳-۱۷۵.
- نحوی، م.، یزدانی، م.ر.، اله قلی پور، م.، و حسینی، م. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر نوبت‌های مختلف آبیاری بر کار آبی مصرف آب و عملکرد برنج رقم خزر. مجله کشاورزی. ۶: ۵۳-۶۰.
- نوربخشیان، س.ج.، و رضایی، ع.م. ۱۳۷۸. مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد دانه در ارقام برنج. مجله علوم زراعی ایران، ۴: ۳۲-۲۵.
- Caol, F.J. and Jones, D.B. 1994. Reflood timing for ratoon rice grown on Everglades' histisols. Agronomy Journal. 86: 478-482.
- Garona, R.N. 1981. The effects of growth duration and different levels of light intensity on the ratooning ability of rice. B.S. Thesis University of the Phillipines at los Banos Phillipines. 49P.

- پیر دشتی، ه. ۱۳۷۸. بررسی انتقال ماده خشک، نیتروژن و تعیین شاخص‌های رشد ارقام برنج در تاریخ‌های مختلف کاشت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس.
- پیرمادیان، ن.، سپاسخواه، ع.ر.، و مفتون، م. ۱۳۸۲. تأثیر کم آبیاری و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و بازده مصرف آب در برنج. یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. دی ماه ۲۶۱-۲۷۱.

- رضایی، م. و نحوی، م. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر دور آبیاری در خاک‌های رسی بر کار آبی مصرف آب و برخی از صفات دو رقم برنج محلی در استان گیلان. پژوهشنامه علوم کشاورزی. ۱۶: ۹-۲۴.
- زارعی قاضیانی، ر. ۱۳۸۰. ارزیابی عکس العمل تراکم بوته و کود

- of extension capacity of cell walls in elongating maize leaf tissues responding to root addition and removal of NaCl. *Plant cell and Environment*. 16:1107-14.
- Oad, F.C. P.S. Cruz, N. Memon, N.L. Oad and Hassan, Zia-UI. 2002. Rice ratooning management. *Pakistan journal of applied Sciences*. 2(1):29-35
- Santos, A.B., N.K. Fageria and Prabhu, A.S. 2003. Rice ratooning management practices for higher yield. *Journal of Plant Nutrition*. 34(5-6):881-918.
- Shamiul Islam, M.M. Hasanuzzaman and Rokonzaman, M. 2008. Ratoon rice response to different fertilizer doses in irrigated condition. *Agriculture conspectus Scientific*. 73(4):197-202.
- Somson, B.T. 1980. Rice ratooning effects of rational type and some cultural management practices. MSc Thesis, university of the Philippines at los Bones. Philippines. 116p.
- Yamao, E.B. and Ingram, K.T. 1988. Drought stress index for rice. *Philippine journal of crop Science* 13(2):105-111.
- Yoshida, S. 1975. Factors that limit the growth and yields of upland rice in Major Research in upland Rice (P.46-71). IRRI. Los Banos. Philippines.
- Yoshida, S. 1978. Tropical climate and its influence on rice. IRRI Res. Pap. Ser. 20
- Yoshida, S. 1981. Fundamental of rice crop science. IRRI, Manila, Philippines.
- Yoshida, S. and Hara, T. 1977. Effect of air temperature and light on grain filling of Indica and Japonica rice under controlled environmental conditions. *Soil Sci. Plant Nutr*. 23:93-107.
- Yoshida, S. and Parao, F.T. 1976. Climate influence on yield and yield components of low land rice in the tropics. In: *Climate and Rice* (P.471-479). IRRI, Los Banos, Philippines.
- Zelifeh, I. 1979. Photosynthesis and plant productivity. *Chem. Eng. News* February, 1979:29-18.
- Ichii, M. 1982. The Effect of light and temperature on rice plant ratoon. *Japan. Journal Jour. Crop Scisicence*. 51(3): 281-286.
- Ichii, M. 1983. The effect of water management on ratoon ability of rice plants. *Tech. Bull. Fac. Agr. Kagawa Univ*. 34 (2): 123-128.
- IRRI. 1973. Annual report 1972. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
- Ishizuka, Y. and Tanala A. 1963. Studies on the Nutria-Physiology of the Rice Plant. Yokendo, Tokyo.
- Islam, M.J., Mowla, G., Islam, M.S. and Leeds-Harrison, P.B. 2003. Model for Efficient Use of Limited Water for Rice Production. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6(18):1600-1607.
- Islam. M.J., Parul, S.S., Parhan, A.B.B.U., Quasem, M.A. and Islam M.S. 2004. Influence of Cracking on Rice Seasons and Irrigation in Bangladesh. *Journal of biological Science*, (1):11-14.
- Jones, C.A. 1981. Effect of drought stress on percentage filled grains in upland rice. *Tropical Agriculture* 58(3):201-203.
- Klasterboer, O.A.D., Mccauley, G.N. and Turner, F.T. 1999. Ratoon (second) crop production. *Rice Production Guidelines*. 48.
- Lee-JF, S.S. Chen., Hsu, A.N. and Song, S. 1993. Effect of Management for soil moisture regime on growth and quality of rice during grain filling stage. *Bultin of Taichung District Agricultural Improvement station*. 39:41-50.
- Mengel, D.B. and Wilson, E.F. 1981. Water management and nitrogen fertilization of ratoon crop rice. *Agronomy Journal*. 73:1008-1010.
- Mostafa zadeh fard T.B., Jafari, F., Musavi, S.F. and Yazdani, M.R. 2010. Effects of irrigation water management on yield and water use of rice in cracked paddy soils. *Australian Journal of crop Science*. 4(3):136-141.
- Murata, Y. 1976. Crop productivity of rice in different climatic regions of Japan. In *Climate and Rice* (P.149-470). IRRI, Los Banos, Philippines.
- Neumann, PM. 1993. Rapid and reversible modification

The Effect of Optimal Irrigation Management on Yield and Yield Components of Second Rice Cultivation (Rice Ratooning) Hashemi Cultivar

P. Shahinrokhsar^{1*}, H. Shokri vahed², N. Sharafi³

Recived: Apr.21, 2020

Accepted: May.13, 2020

Abstract

Irrigation management plays an important role in the performance and productivity of rice water consumption. This experiment was conducted to investigate the effect of irrigation time on yield and of Ratoon Hashemi cultivar in the form of a factorial design with three replications and in three crop years at the Rice Research Institute (Rasht). Irrigation treatment was at three levels of permanent flooding (I_1), capillary cracking (2 mm) (I_2) and coarse cracking (5 mm) (I_3). The results of compound analysis of variance showed that all quantitative and qualitative traits of rice ratooning were significantly affected by the test years. In general, due to the right temperature and hours of sunshine, ratoon growth conditions in the first year of the experiment were better than in the other two years, which positively affected plant height, cluster length and 1000 grain weight, increasing grain yield by 1122 kg/ha. The effect of irrigation management on ratoon yield and yield components also showed that coarse crack irrigation increased yield by 463.4 kg/ha compared to other treatments. Also, the highest plant height of 104.8 cm was obtained from flood irrigation. Irrigation management was not effective on other traits such as 1000-grain weight, straw yield, and cluster length and harvest index. The highest water productivity in the first year was 0.69 kg/m³/ha and the lowest in the third year was 0.41 kg/m³/ha. Also coarse crack irrigation treatment compared to permanent flood irrigation treatment increased water productivity by 65%.

Keywords: Water Productivity, Capillary Cracking, Coarse Cracking, Drought Stress, Yield

1- Agricultural Engineering Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran

2- Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

3- Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

(*- Corresponding Author Email: pshahinrokhsar@yahoo.com)