



مدیریت آب و آبیاری

دوره ۸ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۷

صفحه‌های ۲۷-۳۸

بررسی اثر تاریخ کاشت و سامانه آبیاری بر برخی ویژگی‌های زراعی برنج در گنبد کاووس

لیلا شمسعلی^۱، عباس بیابانی^۲، حجت قربانی واقعی^۳، فاخرتک طلیعی^۴

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران.
۲. دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران.
۳. استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران.
۴. استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۳/۰۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۳۰

چکیده

با هدف ارزیابی کارایی سامانه آبیاری زیرسطحی به روش کپسول‌های رسی متخلخل در تأمین نیاز آبی برنج در دو تاریخ کشت مختلف آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار و با دو تیمار آبیاری (غرقابی و زیرسطحی) در دو فاز زمانی کشت (تاریخ کشت اول: ۱- خرداد و تاریخ کاشت دوم: ۱- تیرماه) در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس اجرا شد. صفات ارتفاع بوته، طول خوشه اصلی، جرم دانه پر، جرم هزاردانه، جرم خوشه اصلی، جرم کل خوشه‌ها و عملکرد دانه، میزان مصرف آب و کارایی مصرف آب بررسی شد. نتایج نشان داد تیمار آبیاری غرقاب نسبت به آبیاری زیرسطحی در هر دو تاریخ کاشت افزایش عملکرد معنی‌داری نداشت. صرفه‌جویی آب مصرفی به روش زیرسطحی در مقایسه با روش غرقابی در تاریخ کاشت اول و دوم به ترتیب ۳۰ و ۳۹/۵ درصد بود. همچنین نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین عملکرد دانه در فاز زمانی کاشت وجود داشت. عملکرد دانه در تاریخ کاشت دوم (۳۲۱۲ کیلوگرم بر هکتار) نسبت به تاریخ کاشت اول (۴۴۶۳ کیلوگرم بر هکتار) با ۲۸ درصد کاهش همراه بود. نتیجه کلی آن که به کمک تکنیک تأمین رطوبت نزدیک به اشباع خاک می‌توان به کشت برنج بدون کاهش عملکرد مبادرت کرد.

کلیدواژه‌ها: اجزای عملکرد، تنش آبی، حجم آب مصرفی، صفات مورفولوژیکی، کپسول رسی متخلخل.

مقدمه

برنج غذای اصلی نیمی از مردم جهان به‌ویژه کشورهای در حال توسعه است و یک سوم سطح زیرکشت غلات به آن اختصاص داده شده است. تولید این محصول استراتژیک تحت تأثیر عوامل محیطی و مدیریتی دستخوش تغییر می‌شود (۱۰، ۱۱). در مناطق خشک و نیمه خشک ایران، آب مهم‌ترین عامل محیطی محدودکننده کشت برنج است که مدیریت کشت از منظر بهره‌وری منابع آبی با مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب متفاوت خواهد بود (۳، ۵). در حال حاضر تولید داخلی برنج به دلیل کمبود منابع آب در سطح کشور جوابگوی نیاز فعلی جامعه ایران نیست. این محدودیت اجازه افزایش تولید به‌ازای افزایش واحد سطح را نخواهد داد (۱۲، ۱۳، ۱۴). با عنایت به اینکه برنج بعد از گندم در تأمین کالری و امنیت غذایی مردم ایران نقش بسزایی دارد، لزوم استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های نوین برای افزایش بهره‌وری آب و نیز افزایش عملکرد در واحد سطح کشت برنج احساس می‌شود (۲۱). افزایش بهره‌وری آب با به‌کارگیری فناوری‌های نوین آبیاری همچون قطره‌ای، زیرسطحی، لوله‌های تراوا (۷، ۸، ۲۳، ۲۴) و همچنین استفاده از روش کم‌آبیاری (۴، ۶، ۱۳، ۲۲) و نیز روش‌های نوین کشت همچون کشت هوازی برنج (۱، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۹) با به‌کارگیری انواع القاکننده‌های رشد گیاهی (۱۸، ۲۰، ۲۲) محقق خواهد شد.

بررسی تأثیر مدیریت آبیاری به روش اشباع دائم خاک بر عملکرد و اجزای عملکرد در گیاه برنج رقم شیروودی نشان داد که عملکرد محصول در تیمار اشباع دائم خاک (۵۸۵۰ کیلوگرم بر هکتار) نسبت به روش غرقاب دائم (۵۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌دار با هم نداشتند، درحالی‌که از نظر آب مصرفی تفاوت معنی‌داری در مدیریت آبیاری این دو روش مشاهده شد. میزان آب

مصرفی در آبیاری غرقاب دائم ۸۱۳۳ مترمکعب و در تیمار اشباع دائم خاک ۵۴۸۳ مترمکعب گزارش شده بود (۴). در مطالعه دیگری اثر کاهش آب مصرفی در کشت دو رقم طارم محلی و فجر با تناوب خشکی و رطوبت مورد بررسی قرار گرفت (۵). نتایج این تحقیق نشان داد که تناوب خشکی و رطوبت با وجود کاهش ۴۸ درصدی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری ۶۵ درصدی توانسته بود، از نظر آماری در سطح معنی‌داری ۵ درصد بدون کاهش عملکرد همراه باشد.

تاریخ کاشت و درجه حرارت تأثیر بسزایی بر رشد محصول و عملکرد برنج دارد (۱۰، ۱۱). در تحقیقی اثر تاریخ‌های کاشت (۵ خرداد، ۲۰ خرداد و ۵ تیرماه) بر ویژگی‌های خوشه و عملکرد دو رقم برنج عنبر قرمز (کوتاه و بلند) و چمپا در خوزستان مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آن مطالعه نشان داد که اثر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد شلتوک در سطح یک درصد معنی‌دار بود و بهترین تاریخ کاشت در آن منطقه به‌علت برخورد نکردن دوره حساس ظهور خوشه با تنش گرمایی ۵ تیرماه اعلام شده است (۱۰).

در سالیان اخیر رویکرد گسترده‌ای به سمت استفاده مجدد از سفال به‌صورت منبع تغذیه نقطه‌ای و یا خطی برای طراحی روش‌های بهینه در تأمین رطوبت خاک ایجاد شده است (۷، ۸). این قطعات قادرند در فشارهای هیدروستاتیکی ۱-۰/۵ بار رطوبتی نزدیک به اشباع و در فشارهای کمتر از ۰/۵ بار رطوبتی در حد ظرفیت زراعی در خاک ایجاد کنند. در دو تحقیق مستقل، عملکرد شلتوک برنج در شرایط رطوبت اشباع خاک مورد بررسی قرار گرفت (۲، ۴). نتایج این دو تحقیق همخوانی داشتند و گزارش شد اگر رطوبت خاک در حدود مکش ۰/۱ بار (حالت اشباع خاک)، تنظیم شود، عملکرد گیاه برنج مشابه آبیاری غرقابی دائم خواهد بود با این تفاوت که در

این تحقیق، برای هر کرت ابعاد 1×3 (شکل ۱-ج) و فاصله بین کرت‌ها یک متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. برای آماده‌سازی تیمارهای آبیاری زیرسطحی، خاک هرکرت تا عمق ۵۰ سانتی‌متر گودبرداری (شکل ۱-ب) و کپسول‌های رسی متخلخل (شکل ۱-الف) در عمق ۴۰ سانتی‌متری کارگذاری شد (شکل ۱). روی قطعات با ماسه بادی به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر و در ادامه روی ماسه نیز با خاک منطقه پوشانده شد. کپسول‌های رسی متخلخل به‌کاررفته در این تحقیق از مدل GB2 ساخت شرکت اندیشاب بود که قطر خارجی آن $3/5$ سانتی‌متر و طول آن ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد. تراوایی این قطعه در فشار هیدروستاتیکی ۲۵ کیلوپاسکال $3/9$ لیتر بر ساعت و در فشار هیدروستاتیکی یک اتمسفر در حدود ۱۵ لیتر بر ساعت است. ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ویژگی‌های هیدرولیکی کپسول رسی متخلخل در جدول (۲) آمده است. در هر مترمربع ۹ قطعه از نازل GB2 در داخل زمین کار گذاشته شد. میزان مکش ماتریک خاک و فشار هیدروستاتیکی آب در تیمار آبیاری زیرسطحی به‌ترتیب در $0/15-0/1$ اتمسفر و $0/25$ اتمسفر تنظیم شد. برای اعمال فشار هیدروستاتیکی از پمپ آب و برای کنترل میزان فشار هیدروستاتیکی در کرت از فشارسنج آب استفاده شد.

براساس آنالیز خاک مزرعه (جدول ۳) برای همه تیمارها اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، پتاسیم به میزان ۸۰ کیلوگرم و کود ورمی‌کمپوست گاوی به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت یکسان انجام شد. در این تحقیق از رقم برنج اصلاح ژنتیک شده و مقاوم به خشکی به نام معصوم استفاده شد. در ابتدا خزانه‌نشاء آماده و بعد از یک ماه با حدود ۱۵ سانتی‌متر رشد طولی به زمین اصلی انتقال یافت و با آرایش 20×20 سانتی‌متر نشاء شد. تاریخ انجام عملیات زراعی در دو تاریخ کاشت در جدول (۴) و جدول (۵) آمده است.

مصرف آب ۳۰ درصد صرفه‌جویی صورت خواهد گرفت.

با توجه به محدودیت منابع آب برای کشت برنج در شمال شرق کشور و ناکافی بودن آب برای کشت در عرصه‌های وسیع زراعی، این تحقیق قصد دارد تا امکان‌سنجی کشت برنج را به روش تأمین رطوبت نزدیک به اشباع خاک به کمک سیستم آبیاری زیرسطحی سفالی مورد بررسی و حجم آب مصرفی و عملکرد گیاه را در مقایسه با روش غرقابی مورد ارزیابی قرار دهد. شایان ذکر است تاکنون تحقیقی در زمینه استفاده از سامانه آبیاری زیرسطحی در کشت برنج صورت نگرفته است.

مواد و روش‌ها

اطلاعات اقلیمی منطقه مورد مطالعه

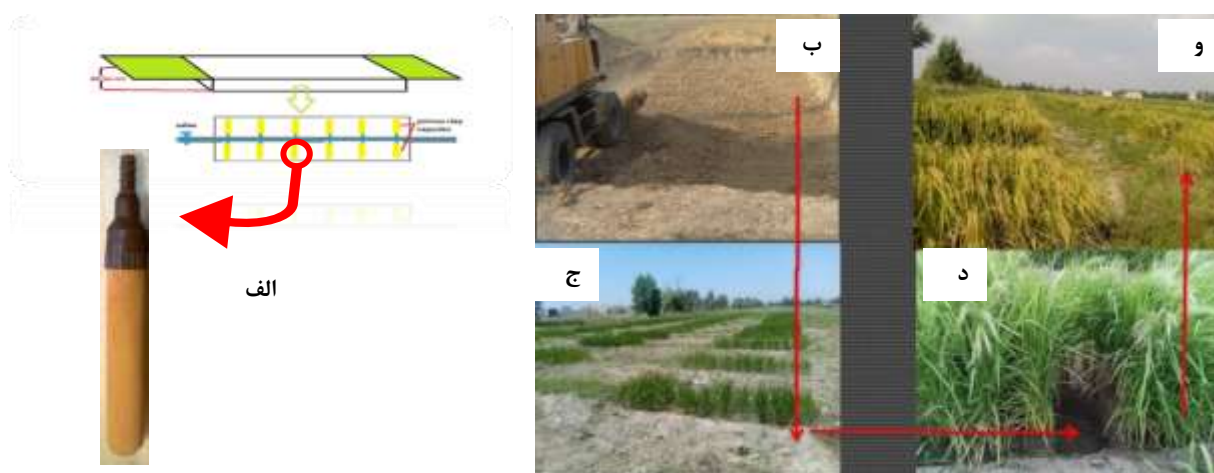
این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس در سال ۱۳۹۵ در زمینی به مساحت ۲۰۰۰ مترمربع با طول جغرافیایی $12^{\circ} 55'$ شرقی و عرض جغرافیایی $16^{\circ} 37'$ شمالی با ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی ۴۵۰ میلی‌متر در سال و تبخیر 2380 میلی‌متر در سال، انجام شد. اطلاعات هواشناسی مزرعه تحقیقاتی در چهار ماه سال ۱۳۹۵ در جدول ۱ آمده است. براساس آمار هواشناسی استان گلستان، بیشترین میزان تبخیر در شهرستان گنبد کاووس مربوط به چهار ماه خرداد، تیر، مرداد و شهریور است که در استان گلستان فصل زراعی محسوب می‌شود.

نحوه پیاده‌سازی طرح تحقیقاتی

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با دو فاکتور تاریخ کاشت و روش آبیاری در سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل آبیاری غرقابی و زیرسطحی در دو تاریخ کشت (تاریخ کشت اول: ۱- خرداد و تاریخ کاشت دوم: ۱- تیرماه) بود. در

جدول ۱. برخی ویژگی‌های هواشناسی چهار ماه گرم سال ۱۳۹۵ براساس داده‌های ایستگاه سینوپتیک گنبد کاووس

ماه	کمینه دما (درجه سانتی‌گراد)	بیشینه دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	ساعات آفتابی (Hrs)	تبخیر (میلی متر)	میزان بارندگی (میلی متر)
خرداد	۱۴/۳	۴۳/۲	۹۸	۲۸۱	۱۹۳	۴۲/۸
تیر	۲۰	۴۵/۹	۹۵	۲۸۸/۵	۲۴۰/۱	۶/۴
مرداد	۲۰/۳	۴۴/۱	۹۶	۲۹۳/۷	۲۴۶/۸	۲۲/۵
شهریور	۱۵/۴	۳۹/۹	۹۶	۲۷۵/۹	۱۹۸/۴	۱۳/۶
مجموع					۸۷۸/۳	۸۵/۳



شکل ۱. مراحل اجرای آبیاری زیرسطحی برای کشت برنج. الف) طرح شماتیک و نمایش کپسول رسی متخلخل مدل GB2، ب) گود برداری تا عمق ۵۰ سانتی‌متری، ج) کامل شدن مرحله رشد پنجه زنی و قطع عملیات آبیاری مرسوم، د) مرحله رشد زایشی و خوشه‌دهی، و) رسیدن خوشه‌ها

جدول ۲. ویژگی‌های ریخت‌شناسی و هیدرولیکی کپسول‌های رسی متخلخل

قطر خارجی (سانتی‌متر)	قطر داخلی (سانتی‌متر)	ضخامت دیواره (سانتی‌متر)	طول (سانتی‌متر)	آبدهی (لیتر بر ساعت)
۳/۵	۱/۵	۱/۰	۳۰/۰	۱۰۰ کیلو پاسگال
				۸۰ کیلو پاسگال
				۵۰ کیلو پاسگال
				۲۵ کیلو پاسگال
				۱۰ کیلو پاسگال

جدول ۳. ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک مزرعه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری

پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	ازت (درصد)	T.N.V (درصد)	ماده آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (ds.m ⁻¹)	اسیدیته	بافت خاک Si,Cl,L	عناصر میکرو (ppm)		
								Fe	Zn	Mn
۴۱۴	۱۲/۳	۰/۱۱	۱۰/۵	۱/۱۶	۱/۱	۷/۶		۹/۸	۲/۲	۲/۹

به‌دست‌آمده به‌وسیله نرم‌افزار SAS تجزیه‌شده و برای مقایسه میانگین آنها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

در این تحقیق به‌دلیل عدم اعمال تنش آبی در تیمارهای آبیاری، ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه منظور شده بود. لذا انتظار می‌رفت که در پایان آزمایش اختلاف محسوسی بین دو روش در عملکرد و اجزای عملکرد برنج مشاهده نشود. نتایج تجزیه واریانس مربوط به تأثیر روش آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج نشان داد که اثر روش آبیاری بر اغلب صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. با آن که جرم خوشه در آبیاری غرقابی در تاریخ کشت اول بیشتر از زیرسطحی بود و به تبع آن عملکرد بیشتری (۶۳۲ کیلوگرم بر هکتار) نیز نسبت به روش زیرسطحی (۴۱۲۳ کیلوگرم بر هکتار) از خود نشان داد اما این اختلاف‌ها در سطح پنج درصد معنی‌داری نبود. عدم وجود تفاوت معنی‌دار در میزان عملکرد دانه را می‌توان به تأمین آب مورد نیاز در هر دو روش آبیاری نسبت داد. این نتایج برای اثر آبیاری در تاریخ کاشت دوم نیز صادق بود یعنی آن‌که بین دو تیمار آبیاری در تاریخ کاشت دوم نیز اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد برای عملکرد دانه مشاهده نشد. به‌طورکلی نازل سفالی GB2 در آبیاری زیرسطحی قادر است در فشارهای هیدروستاتیکی پایین رطوبتی با میزان مکش خاک ۰/۱ بار ایجاد کند. این میزان مکش موجب اشباع لایه سطحی و زیرسطحی خاک می‌شود. شکل ۲ پراکنش رطوبت نزدیک به اشباع خاک از محل کارگذاری قطعه تا سطح خاک را نمایش می‌دهد.

بنا به نتایج این تحقیق عملکرد دانه در روش زیرسطحی اختلافی در سطح آماری ۵ درصد با روش

جدول ۴. تاریخ انجام عملیات زراعی کشت اول

تاریخ	عملیات
۳ خرداد	کاشت نشاء
۲۳ خرداد	تیمار آبیاری زیرسطحی
۱۸ مرداد	پایان تیمار آبیاری
۲۹ مرداد	برداشت

به دلیل سرمای هوا امکان تهیه خزانه در فروردین ماه وجود ندارد.

جدول ۵. تاریخ انجام عملیات زراعی کشت دوم

تاریخ	عملیات
۴ تیر	کاشت نشاء
۲۶ تیر	تیمار آبیاری زیرسطحی
۱۲ شهریور	پایان تیمار آبیاری
۲۰ شهریور	برداشت

به‌منظور بررسی صفات، از هرکرت ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و کف بر و به آزمایشگاه انتقال داده شد. صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، جرم هزاردانه، جرم خوشه اصلی، جرم کل خوشه‌ها و جرم دانه پر از روی آنالیز ۵ بوته اصلی اندازه‌گیری شد. اما برای محاسبه عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیکی پس از حذف گیاهان حاشیه‌ای اندازه‌گیری و به مقیاس یک هکتار برآورد شد. میزان مصرف آب و شاخص برداشت نیز برای تمامی کرت‌ها اندازه‌گیری گردید. در اندازه‌گیری آب مصرفی آن میزان آبی که برای گلخراپی زمین و آماده سازی زمین برای نشاء بوده است از حجم کل آب مصرفی در دو روش آبیاری حذف شد. لذا در بخش نتایج و بحث اگر اشاره‌ای به میزان آب مصرفی در تیمارهای آبیاری شود مربوط به اندازه‌گیری‌های بعد از انتقال نشاء به زمین اصلی است. برای اندازه‌گیری حجم آب مصرفی نیز از کنتور با دقت ۰/۰۰۱ متر مکعب بر ساعت استفاده شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی بر عملکرد بیولوژیکی به‌دست آمد. تمامی داده‌های

گنبد کاووس تحت تأثیر زمان کاشت قرار گرفت و میزان افت عملکردی در حدود یک تن برای هر دو تیمار مشاهده شد. همچنین میزان مصرف آب در واحد هکتار در دو روش آبیاری غرقاب و زیرسطحی در تاریخ کشت اول به ترتیب ۸۳۱۹ و ۵۸۲۵ مترمکعب و برای تاریخ کشت دوم به ترتیب ۹۷۲۱ و ۵۹۳۰ مترمکعب بود. به عبارت دیگر، میزان صرفه‌جویی آب به روش اشباع خاک با کپسول رسی متخلخل در مقایسه با روش غرقابی در تاریخ کشت اول و دوم به ترتیب ۳۰ و ۳۹/۵ درصد به دست آمد. صرفه‌جویی در حدود ۴۰-۳۰ درصد به روش تأمین رطوبت اشباع دایم خاک پیش از این توسط محققین دیگر (۲، ۴) گزارش شده بود. روش تأمین رطوبت اشباع دایم خاک در این تحقیق به کمک نازل‌های سفالی به نام کپسول‌های رسی متخلخل مدل GB2 انجام شده است و استفاده از آن بدین منظور برای اولین بار در کشور است.

غرقابی نداشت. این بدان معنی است که اگر شرایط رطوبت نزدیک به اشباع خاک برای کشت برنج فراهم شود کاهش عملکرد دانه رخ نخواهد داد. البته محققین دیگری هم به عدم اختلاف معنی‌داری عملکرد برنج در شرایط اشباع دایم خاک اشاره کرده‌اند و تفاوت این مقاله با سایر آن کارها در روش ایجاد رطوبت اشباع دایم خاک است (۲، ۴، ۶ و ۲۰). نازل سفالی GB2 به کاررفته در سامانه آبیاری زیرسطحی از قابلیت تراوایی هوشمند برخوردار است و رطوبتی در محدوده رطوبت نزدیک به اشباع خاک تا محدوده ظرفیت زراعی در محیط اطراف خود ایجاد می‌کند.

متوسط عملکرد دانه در تیمار آبیاری زیرسطحی با کپسول رسی (روش اشباع خاک) در تاریخ کشت اول (خرداد) و دوم (تیر) به ترتیب ۴/۱۲ و ۳/۲۱ تن بر هکتار بود. درحالی‌که این مقادیر برای تیمار آبیاری غرقابی در تاریخ کشت اول و دوم به ترتیب ۴/۶۳ و ۳/۴۸ تن بر هکتار بود. این نتیجه گواه آن است که عملکرد برنج در



شکل ۲. رطوبت نزدیک به اشباع دایم خاک از کپسول رسی متخلخل مدل GB2 در کرت‌های آزمایشی

تاریخ به‌علت عدم برخورد دوره حساس ظهور خوشه با تنش گرمایی است. در مطالعات سایر محققین آمد است که کاهش دمای تا محدوده ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد و نیز افزایش دمای محیط در محدوده ۴۰-۴۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب موجب کاهش تقریبی ۳۰ و ۴۵ درصدی در عملکرد دانه خواهد شد (۹، ۱۰). لذا در تاریخ دوم کشت برنج یکی از دلایل کاهش تقریبی ۲۸ درصدی عملکرد آن نسبت به تاریخ کاشت اول می‌تواند پدیده افزایش دمای محیط (۴۵ درجه سانتی‌گراد) باشد.

مقایسه میانگین جرم دانه پوک در دو تاریخ کشت نشان داد با آن که درصد دانه پوک در کل خوشه در تاریخ کشت دوم بیشتر (۱۲ درصد) از تاریخ کاشت اول (در حدود ۸ درصد) است اما این اختلاف از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. آبیاری نقش زیادی در مرحله دانه‌بندی دارد و هرگونه تنش آبی در این مرحله منجر به کاهش درصد پر شدن دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه خواهد شد. جرم دانه‌های پر در هر بوته از تاریخ کاشت دوم به تاریخ کاشت اول به‌طور تقریبی با ۵۱ درصد و عملکرد دانه نیز با ۲۸ درصد کاهش همراه بوده است که با نتایج محققین همخوانی داشت. آنها گزارش کردند که در بین صفت زراعی پارامتر جرم هزار دانه و شاخص برداشت تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار ندارد (۴، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۸).

اثر متقابل دو فاکتور تاریخ کاشت و روش آبیاری در هیچ یک از صفات معنی‌دار نشد. اما از نظر عددی عملکرد گیاه برنج در تاریخ کشت اول در حالت غرقالی بیشتر بود و درحالی‌که در تاریخ کشت دوم در زیرسطحی مقدار عملکرد گیاه برنج بیشتر بود. وزن کل خوشه، وزن کل بوته، ارتفاع بوته در زیرسطحی در تاریخ کاشت دوم بیشتر از غرقاب بود.

بررسی نتایج آنالیز واریانس صفات زراعی (جدول ۶) نشان داد که صفت جرم هزاردانه برای دو روش آبیاری در هر دو تاریخ کاشت اختلاف آماری معنی‌داری با هم نداشتند که با نتایج سایر محققین همخوانی داشت (۱۰، ۱۳، ۱۴، ۱۵). آنها گزارش کردند که رژیم‌های مختلف آبیاری بر میزان جرم هزاردانه برنج تأثیر معنی‌دار نداشته است. علاوه بر آن جرم خشک بوته نیز دستخوش تغییر برحسب نوع روش آبیاری قرار نگرفته بود. درحالی‌که تاریخ کاشت بر میزان جرم بوته خشک اثر معنی‌دار در سطح ۵ درصد گذاشته بود. همچنین بررسی نتیجه تجزیه واریانس صفت ارتفاع بوته در دو تاریخ کاشت نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد در ارتفاع بوته مشاهده نشد. به‌عبارت دیگر این صفت کمتر تحت تأثیر دمای نسبتاً بالای محیط گنبد قرار می‌گیرد. بررسی بیشتر سایر صفات نشان داد که صفات رویشی گیاه برنج مانند ارتفاع بوته و تعداد پنجه، کمتر از صفات زایشی مانند تعداد خوشه و تعداد دانه و جرم دانه پر در معرض تنش گرمایی ناشی از تأخیر فاز زمانی کشت قرار گرفته بودند.

مقایسه میانگین صفات ساده زراعی در دو تاریخ کاشت (جدول ۷) نشان داد که وزن خوشه اصلی، وزن پر، عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی در هر دو تاریخ کشت در سطح احتمال یک درصد اختلاف آماری معنی‌داری باهم داشتند. مقادیر این صفات همگی در تاریخ کشت اول (اوایل خرداد ماه) بیشتر از تاریخ کشت دوم (اوایل تیرماه) بود. بیشترین ماده خشک (۹۰/۰۳ گرم در هر بوته)، بیشترین ارتفاع بوته (۱۰۱/۷ سانتی‌متر)، بیشترین جرم خوشه در هر بوته (۲۴/۹۰ گرم) و بیشترین عملکرد دانه (۶۳۴ کیلوگرم بر هکتار) مربوط به تاریخ کاشت اول بود. به‌نظر می‌رسد بیشترین عملکرد دانه در این

جدول ۶. تجزیه واریانس صفات زراعی برنج، در دو تاریخ کاشت متفاوت در سال ۱۳۹۶

تیمار	درجه آزادی	جرم خوشه اصلی	جرم خوشه‌ها	جرم کل	جرم خشک بوته	جرم هزاردانه	جرم دانه‌های پر	جرم پوک	ارتفاع بوته	طول خوشه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
بلوک	۲	۰/۳۰۲ ^{ns}	۱۲۶/۱۰ ^{ns}	۲۵۰/۳۲ ^{ns}	۱۱/۴۴ ^{ns}	۰/۵۱ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۱۵۴/۴۱ ^{ns}	۰/۴۱ ^{ns}	۱۲۱۱۶/۴۶ ^{ns}	۳۵۷/۱۵ ^{ns}	
تاریخ کاشت (A)	۱	۱/۸۷۲ *	۶۲۴/۳۸ *	۶۹۸/۶۰ *	۳/۶۳۰ ^{ns}	۴۹۵/۱۱ *	۱/۳۱ ^{ns}	۱۶۷/۲۵ ^{ns}	۱۹/۹۶**	۱۲۴۹۵۶/۱۴*	۱۴۳۴/۰۱ *	
روش‌های آبیاری (B)	۱	۰/۰۱۴ ^{ns}	۱۰۲/۰۸ ^{ns}	۱۴۸/۶۱ ^{ns}	۶/۴۵ ^{ns}	۱۰۲/۶۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۷۳/۰۱ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۹۴۱۵/۲۸ ^{ns}	۲۷۲/۶۵ ^{ns}	
A*B	۱	۰/۱۳۶ ^{ns}	۱۹۴/۵۶ ^{ns}	۱۶۱/۷۰ ^{ns}	۰/۶۵ ^{ns}	۱۱۸/۱۸ ^{ns}	۱/۹۸ ^{ns}	۴۷۶/۲۵ ^{ns}	۳/۲۰ ^{ns}	۱۶۱۹۷/۱۹ ^{ns}	۱۴۹/۸۱ ^{ns}	
خطا	۶	۰/۲۴	۶۳/۲۲	۱۱۸/۲۹	۱/۴۵	۶۰/۵۲	۰/۴۴	۴۵۹/۷۸	۰/۹۰	۱۵۶۶۰/۳۴	۱۱۰/۵۳	
ضریب تغییرات (درصد)		۲۳/۲۵	۲۴/۳۲	۱۶/۵۰	۵/۷۷	۲۲/۱۰	۲۲/۶۷	۱۱/۸۸	۳/۹۰	۱۶/۶۸	۱۵/۳۰	

ns: عدم اختلاف معنی دار، * احتمال پنج درصد و ** احتمال یک درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثرات ساده صفات زراعی برنج، در دو تاریخ کشت در سال ۱۳۹۶

تاریخ کاشت	جرم خوشه اصلی (گرم)	جرم کل خوشه (گرم)	جرم خشک کل (گرم)	جرم هزار دانه (گرم)	جرم دانه‌های پر (گرم)	جرم پوک (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول خوشه (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
تاریخ کشت اول	۲/۵۱ ^a	۳۰/۳۸ ^a	۹۰/۰۳ ^a	۲۰/۳۳ ^a	۲۴/۹۰ ^a	۲/۳۶ ^a	۱۰۱/۷۰ ^a	۲۵/۶۳ ^a	۴۴۶۳ ^a	۱۲/۹۱ ^a	۳۴/۵ ^a
تاریخ کاشت دوم	۱/۷۲ ^b	۱۵/۹۵ ^b	۴۱/۷۷ ^b	۲۱/۴۳ ^a	۱۲/۰۵ ^b	۱/۷۰ ^a	۹۴/۲۳ ^a	۲۳/۰۵ ^b	۳۲۱۲ ^b	۸/۹۹ ^b	۳۴/۸ ^a

دانه می‌کاهد (۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۲). تنش‌های رطوبتی ناشی از افزایش دما گاه تا ۳۰ درصد بر رشد رویشی و تا ۶۰ درصد بر میزان عملکرد اثر تخریبی خواهد داشت (۱۶، ۱۹). از طرفی تعداد پنجه در تاریخ کشت اول در تیمار آبیاری غرقابی و زیرسطحی به ترتیب ۲۶ و ۲۴ و در تاریخ کشت دوم به ترتیب ۲۳ و ۲۲ به دست آمد. با وجود این که تعداد پنجه در آبیاری زیرسطحی کمتر از آبیاری غرقابی بود اما در دو روش آبیاری، اختلاف آماری معنی‌داری با هم نداشتند. محققین گزارش کرده‌اند که کاهش تعداد پنجه تأثیر زیادی بر عملکرد محصول ندارد. زیرا پنجه‌های باقی مانده می‌توانند تعداد دانه، جرم هزار دانه و یا طول خوشه بیشتری به‌ازای هر خوشه تولید کرده و جبران کاهش تعداد پنجه را بنمایند که نتایج حاصل از این پژوهش با چنین مطلبی مطابقت دارد (۹، ۱۵، ۱۸).

در این تحقیق میانگین تعداد پنجه گیاه برنج در زمان برداشت در دو تاریخ کشت در دو روش آبیاری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تعداد پنجه در تاریخ کاشت دوم کمتر از تاریخ کاشت اول بود. به نظر می‌رسد افزایش گرما در تیر ماه علت اصلی تعداد پنجه کمتر در تاریخ کشت دوم نسبت به اول باشد. افزایش سه درجه سانتی‌گراد در تیرماه نسبت به خرداد ماه منجر به افزایش تبخیر به میزان ۱۹/۵ درصد شده بود. متوسط بیشینه دمای خرداد، تیر، مرداد و شهریور سال ۱۳۹۵ (برگرفته از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک گنبد کاووس) به ترتیب ۴۳/۲: ۴۵/۹ ۴۱/۱ و ۳۹/۹ درجه سانتی‌گراد بود (جدول یک). بررسی مطالعه محققین نشان داده است که این میزان دما بر مراحل رشد رویشی به‌ویژه روی رشد فیزیولوژیک دانه برنج اثر منفی دارد و به شدت از عملکرد

نکته قابل تأمل در تأمین رطوبت اشباع دایم خاک به روش زیرسطحی آن است که در حال حاضر پیاده‌سازی آن برای کشاورزان در مقیاس بزرگ امکان‌پذیر نیست اما توجه به اهمیت برنج در سبد غذای ایرانی‌ها از یک سو، همچنین تمایل وافر کشاورزان به تولید این محصول در راستای تأمین آذوقه خانوار از سوی دیگر و با علم به محدودیت منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، امکان کشت برنج به این روش برای اراضی کوچک مقیاس به مساحت ۲۰۰۰-۱۰۰۰ مترمربع فراهم است. مشاهدات میدانی دو ساله نویسندگان در زمینی به متراژ ۱۵۰۰ مترمربع در اراضی تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس، نشان داد که در اثر تأمین رطوبت اشباع خاک حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم برنج پوست‌کنده مرغوب به‌دست آمد. این میزان محصول تولیدشده نیاز آذوقه خانوار ۵ نفره را به‌مدت یکسال تأمین خواهد کرد. از طرفی چون بستر کار مجهز به سیستم آبیاری زیرسطحی است امکان کشت راتون و سبزی و صیفی متناسب با نیاز کشاورز در چنین زمینی با حداقل نیاز آبی فراهم خواهد بود. از طرفی کشاورزان قادر به تأمین منابع مالی برای اجرای آبیاری زیرسطحی در تولید محصول استراتژیک همچون برنج در اراضی کوچک مقیاس و ایجاد خودکفایی برای خود خواهند بود.

نتیجه‌گیری

اعمال مدیریت صحیح آب در کشاورزی به‌ویژه در کشت برنج، محدودیت‌ها و مشکلات ناشی از کمبود منابع آب را تعدیل می‌بخشد. روش کشت برنج در حالت اشباع راهی برای کنترل غیرمتعارف مصرف آب با کاهش فشار هیدروستاتیکی می‌باشد. آبیاری زیرسطحی سفالی به‌دلیل ایجاد حالت اشباع در خاک و به‌دلیل ممانعت از مصارف غیرمفید آب به اشکال نشت، نفوذ عمقی، رواناب و تبخیر

از سطح خاک توانسته است از میزان آب مصرفی نسبت به تیمار آبیاری غرقاب بکاهد. در تیمار آبیاری غرقاب (۶۳۴ کیلوگرم بر هکتار) با وجود دریافت آب بیشتر، نسبت به آبیاری زیرسطحی سفالی (۴۱۲۳ کیلوگرم بر هکتار) افزایش عملکرد قابل‌توجهی نشان نداد. البته در روش کشت به حالت اشباع با کپسول‌های رسی متخلخل نسبت به حالت غرقاب دایم شرایط مناسب‌تری برای رشد و شیوع علف‌های هرز است، اما در کشور ما که آب مهم‌ترین عامل محدودکننده کشاورزی محسوب می‌شود، اهمیت و مدیریت مصرف آن بیش از علف‌های هرز است و نمی‌توان به دلیل یک یا دو بار وجین و کنترل علف‌های هرز از مزایای آن چشم پوشید. چرا که با تغییر روش کشت، زمان کشت و اعمال تناوب زراعی مناسب می‌توان علف‌های هرز را کنترل کرد. با توجه به نتایج این پژوهش، صرفه‌جویی در مصرف آب به روش کشت در حالت اشباع با کپسول‌های رسی متخلخل در تاریخ کشت اول ۳۰ درصد و در تاریخ کشت دوم ۳۹/۵ درصد به‌دست آمد. کاهش دوره رشد رویشی و به‌ویژه زایشی که به نوع خود با کاهش عملکرد دانه همراه است، عامل اصلی کاهش مصرف آب در تاریخ کشت دوم نسبت به تاریخ کاشت اول تلقی می‌شود. از آنجاکه اختلاف عملکرد محصول در تاریخ کشت اول نسبت به تاریخ کشت دوم در هر دو روش آبیاری در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود و مقدار عددی عملکرد محصول در تاریخ کشت اول بیشتر از دوم بود و از آنجا که منطقه مورد مطالعه (گنبد کاووس) نیمه‌خشک محسوب شده و رشد زایشی برنج به‌شدت به‌علت افزایش دما و تنش آبی در کشت‌های تابستانه در آن منطقه دستخوش کاهش عملکرد خواهند بود، بنا به نتایج این تحقیق، توصیه به کشت زود هنگام برنج در منطقه می‌شود. کشت زود هنگام برنج امکان کشت راتون را نیز در این استان فراهم می‌آورد.

البته، اطلاعات اندکی در مورد این نوع از روش کشت وجود دارد و ضروری است ارزیابی این روش کشت برنج در همین منطقه برای دو الی سه سال متمادی و در دیگر مناطق کشت شالی انجام شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از ستاد فناوری آب، خشکسالی، فرسایش و محیط زیست معاونت علم و فناوری ریاست جمهوری بابت حمایت‌های مالی و معنوی تشکر و قدردانی می‌گردد. این تحقیق بدون حمایت‌های ایشان محقق نمی‌شد. همچنین از دکتر مصطفی مقدمی‌راد و مهندس محمد محمدآبادی بابت همکاری در آماده‌سازی کپسول‌های رسی متخلخل و کارگذاری آنها در اراضی قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

- اسدی ر، علیزاده ا، انصاری ح، کاوسی م. و امیری ا (۱۳۹۵) تأثیر مقادیر آب و نیتروژن مصرفی بر عملکرد و اجزای عملکرد و بهره‌وری آب در دو روش کشت برنج. پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰(۲): ۱۴۵-۱۵۷.
- آبسالان ش، و گیلانی ع (۱۳۸۴) تغییر مدیریت آبیاری مزارع برنج خوزستان ضرورتی اجتناب ناپذیر. کمیته ملی آبیاری زهکشی. گزارش کارگاه آبیاری سطحی مکانیزه. ص ۷۸-۷۳.
- حیدری ن (۱۳۹۰) تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی تحت مدیریت کشاورزان در کشور. مدیریت آب و آبیاری. ۱(۲): ۴۳-۵۷.
- رضایی استخریویه ع، صداقت م، عربزاده ب، سیاری ن (۱۳۹۵) تأثیر روش‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای

- عملکرد گیاه برنج (رقم شیرودی). مدیریت آب و آبیاری. ۶(۲): ۱۹۳-۲۰۴.
- صداقت ن، پیردشتی ه، اسدی ر. و موسوی طغانی ی (۱۳۹۳) اثر روش‌های آبیاری بر بهره‌وری آب در برنج. پژوهش آب در کشاورزی. ۲۸(۱): ۱-۹.
- صفایی ص، سمیع‌زاده، ح، اصفهانی م. و ربیعی ب (۱۳۸۸) همبستگی صفات زراعی در شرایط آبیاری مطلوب و تنش رطوبتی در برنج. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۳ شماره ۴۸: ۱۰۵-۹۱.
- قربانی واقعی ح، بهرامی ح. و نصیری ف (۱۳۹۵) آنالیز ابعادی الگوی خیسیدگی کپسول‌های رسی متخلخل. پژوهش آب ایران. ۱۰(۱): ۷۷-۸۵.
- قربانی واقعی ح، بهرامی ح، مظهری ر. و حشمت پور ع (۱۳۹۴) تأثیر آبیاری زیرسطحی با کپسول‌های رسی متخلخل بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه انگور. آب و خاک. ۲۹(۱): ۵۸-۶۶.
- گیلانی ع، سیادت س. ع، عالمی سعید خ، بخشنده ع. م، مرادی ف. و سیدنژاد م (۱۳۸۸) اثر تنش گرما بر پایداری عملکرد، محتوی کلروفیل و ثبات غشای سلول برگ پرچم در ارقام رایج برنج در استان خوزستان. علوم زراعی ایران. ۱۱(۱): ۸۲-۱۰۰.
- لیموجی ک. و نورزاده حداد م (۱۳۹۵) بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد و برخی ویژگی‌های زراعی رقم‌های برنج در شمال خوزستان. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۷(۴): ۶۱۹-۶۱۱.
- لیموجی ک، سیادت ع. و گیلانی ع (۱۳۹۱) بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر شاخص‌های رشد و عملکرد ارقام برنج در شمال خوزستان. تولید گیاهان زراعی. ۶(۲): ۱۶۷-۱۸۴.
- مقبلی ا، دلبری م. و کوهی ن (۱۳۹۴) بررسی صفات

17. Bouman B A M, Peng S A, Castaneda R and Visperas R M (2005) Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems. *Agricultural Water Management*. 74: 87-105.
18. El Baroudy A A Ibrahim M M and Mahmoud M A (2014) Effects of deficit irrigation and transplanting methods of irrigated rice on soil physical properties and rice yield. *Soil Use and Management*, 30: 88-98.
19. Fukai, S. 1999. Phenology in rainfed low land rice. *Field Crops Research*. 64: 5-60.
20. Lal B, Priyanka G and Ekta J (2013) Different rice establishment methods for producing more rice per drop of water: A review. *International Research in BioSciences*. 2(2): 1-12.
21. Nie L, Peng S, Chen M, Shah F, Huang j, Cui K and Xiang J (2012) Aerobic rice for water saving agriculture, a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 32(2): 411-418.
22. Rezaei M, Motamed M K, Yousefi A and Amiri A (2010) Evaluation of different irrigation managements on rice yield. *Water and Soil*. 24: 565-573.
23. Singh S, Shukla U N, Khan I M, Sharma A, Pawar K, Srivastawa D, Sisodia V A N D A N A, Singh L B, Jerman L B and Singh S (2013) Technologies for water-saving irrigation in rice. *International Agriculture and Food Science Technology*. 4(6): 531-536.
24. Siyal A A and Skaggs T H (2009) Measured and Simulated Soil Wetting Patterns under Porous Clay Pipe Sub-Surface Irrigation. *Agricultural Water Management*. 96(6): 893-904.
- رویشی و زایشی گل محمدی در رژیم‌های مختلف آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی. تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۶ (۴): ۶۸۳-۶۷۳.
۱۳. میرابوالقاسمی م، قبادی‌نیا م، قاسمی ا. ر. و نوری امام زاده‌ای م ر (۱۳۹۵) تأثیر آبیاری زیرزمینی و مدیریت آبیاری بر مشخصه‌های رشد و اجزای عملکرد برنج در منطقه خشک و نیمه خشک. آب و خاک. ۳۱ (۲): ۴۲۱-۴۱۱.
۱۴. میری ح، نیکان و. و باقری ع (۱۳۹۱) تأثیر آبیاری تناوبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب در کشت مستقیم برنج در منطقه کازرون، تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. سال دوم. شماره پنجم. ص ۲۶-۱۳.
15. Belder P, Bouman B A M, Cabangon R, Guoan L, Quilang E J P, Yuan Hua L, Spiertz J H J and Tuong T P (2004) Effect of water-saving irrigation on rice yield and water use water in typical lowland conditions in Asia. *Agricultural Water Management*. 65(3): 193-210.
16. Boojang H and Fukai S (2002) Effects of soil water deficit at different growth stages on rice growth and yield under up-land conditions.1: Growth during drought. *Field Crops Research*. 1: 37-45.



Water and Irrigation Management

(Scientific Journal of Agriculture)
(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 8 ■ No. 1 ■ Spring & Summer 2018

Investigating the effects of cultivation dates and irrigation systems on some agronomic properties of rice in Gonbad Kavous

Leila ShamsAli¹, Abbas Biabani², Hojjat Ghorbani Vaghei^{3*}, Fakhtak Taliei⁴

1. Graduate M. Sc. Student, Department of Plant Production, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Golestan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Plant Production, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Golestan, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Plant Production, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Golestan, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Plant Production, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Golestan, Iran

Received: February 19, 2018

Accepted: May 22, 2018

Abstract

In order to evaluate the performance of sub-irrigation system using porous clay capsules, the experiment was conducted as factorial plot in base of randomized complete block design with three replications and two irrigation treatments on two different time, 21-MAY-2016 and 21-JUNE-2016 for rice culture. In this study some morphological traits including grain yield, number of empty seeds, number of filled seeds, number of whole seeds, weight of main panicle, main panicle length, 1000-grain weight, plant height, water consumption and water use efficiency were assessed. The results showed that flooding irrigation had no significant effect on the yield increasing compared to sub-irrigation at two sowing dates. Also, the water consumption decreased 30% and 39.5% using sub-irrigation in two sowing date (21-MAY-2016, and 21-JUNE-2016) respectively, comparison to flooding irrigation. Based on the result grain yield at two sowing date had significant effect. The grain yield decreased 28 percent in the second date of culture (4463 kg.ha⁻¹) compared the first date of culture (3212 kg.ha⁻¹) at two irrigation methods. Generally, using porous clay capsules technique, rice culture could be provided without yield loss at arid and semiarid regions.

Keywords: Morphological traits, Porous clay capsules, Water stress, Water volume consumption, Yield components.