نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۹، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۱، ص. ۱۴۸-۱۳۵

Water Management in Agriculture
Vol. 9, No. 1, Spring and Summer 2022, 135-148

مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر تلفیق روش‌های آبیاری غرقابی و قطره‌ای در سطوح مختلف کود نیتروژن و تعداد نشاء بر عملکرد و بهره‌وری آب برنج

نسترن شعاعی پرچین[۱]، محمدحسن بیگلوئی[۲]*، غلامرضا محسن‌آبادی[۳] و محمدباقر فرهنگی[۴]

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تلفیق روش‌های آبیاری و سطوح کود نیتروژن در سیستم کشت تک و چند نشا بر عملکرد و بهره‌وری آب برنج (*Oryza sativa L.*) رقم طارم روشن، آزمایشی به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای آبیاری شامل؛ روش آبیاری غرقاب دائم در طول دوره رشد شاهد (T1)، روش آبیاری قطره‌ای نواری پس از مرحله واکاری(T2)، پنجه‌زنی (T3)، خوشه‌دهی (T4)، گلدهی (T5) و خمیری (T6) با ۵۰ درصد مقدار آب آبیاری غرقاب دائم و دو تیمار ۹۰ (N1) و ۱۸۰ (N2) کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره و دو تیمار تک (S1) و چند نشا (S2) در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و بهره‌وری آب به ترتیب با ۶۷۳۰/۷ کیلوگرم بر هکتار در تیمار T5 × S1 و ۰/۸۴۴ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار T2 × S2 به دست آمد که با تیمار T3 × S1 اختلاف معنی‌داری نداشتند. همچنین بیشترین بهره‌وری آب مبتنی بر عملکرد دانه در همهٔ تیمارهای آبیاری با تیمار N2 همراه بود؛ بنابراین برای عملکرد دانه بیشتر با بهره‌وری آب بالاتر می‌توان در شرایط محدودیت آب، تیمار T3 × S1 را با سطح کودی N2 در منطقه رشت اعمال کرد.

واژه‌های کلیدی: دوره رشد، روش آبیاری غرقاب دائم، طارم روشن، مرحله پنجه‌زنی، واکاری

مقدمه

برنج دومین غله مصرف جهان است که غذای دوسوم از جمعیت را تشکیل می‌دهد. برنج بعد از گندم در رده دوم عرضه و تقاضا است و جزء گیاهان قدیمی کشت‌شده در جهان محسوب می‌شود. حدود ۷۵ درصد از کل برنج تولید شده در قاره آسیا از اراضی شالیزاری به دست می‌آید (Dawe, 2005). سطح جهانی زیر کشت برنج در سال ۲۰۱۱ از سوی فائو ۱۶۴۱۲۵ میلیون هکتار و سهم ایران ۵۸۰۱۵۲ هکتار برآورد شده است و استان گیلان با ۳۱/۹ درصد از اراضی شالیزاری کشور، در جایگاه دوم کشور بعد از استان مازندران (۳۸/۴ درصد) قرار دارد (بی‌نام، ۱۳۸۹). روش معمول آبیاری در شالیزارها ایجاد غرقاب دائم در پای بوته از ابتدا تا انتهای فصل کشت است. ولی این نحوه از مدیریت آبیاری موجب کاهش کارایی مصرف آب در مزارع برنج می‌شود. از طرفی کمبود منابع آبی و پایین بودن راندمان آبیاری در مزارع برنج، لزوم استفاده بهینه و افزایش بهره‌وری از منابع موجود را می‌طلبد (سعادتی، ۱۳۷۷). تاکنون پژوهش‌های زیادی درباره تغییر روش آبیاری در زراعت برنج برای کاهش آب مصرفی آن صورت گرفته و در بعضی از موارد نتایج امیدبخشی هم به‌دست‌آمده است، از آن جمله می‌توان به آبیاری غرقابی تناوبی، آبیاری بارانی و آبیاری

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران
[۲] دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران
(* نویسنده مسئول: Biglou@Guilan.ac.ir)
[۳] دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران
[۴] استادیار گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۶
DOR: 20.1001.1.24764531.1401.9.1.10.1

قطره‌ای نواری اشاره نمود. آبیاری قطره‌ای نواری این قابلیت را دارد که آب موردنیاز گیاه را با دور کوتاه و با راندمان بالا در اختیار گیاه قرار دهد. در این روش بدون ایجاد رواناب و کاهش نفوذ عمقی گیاه حداکثر استفاده را از آب آبیاری می‌برد. نتایج تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد این روش آبیاری می‌تواند در تولید برنج نقش مؤثری ایفا نموده و در کاهش آب مصرفی مؤثر باشد (سالاردینی، ۱۳۷۱). در تحقیقی روی ۴۵ رقم برنج در ۹ منطقه مختلف در مزارع آزمایشی مؤسسه تحقیقات برنج در کشور فیلیپین نشان دادند، استفاده از روش آبیاری قطره‌ای با سه نوبت آبیاری در کشت مستقیم بذر در بستر خشک به‌طور متوسط در مناطق مختلف و در ارقام موردبررسی عملکردی حدود ۱/۵ تن در هکتار تولید داشته است (Lafitte et al., 2002). در تحقیقی روش آبیاری غرقابی با روش آبیاری قطره‌ای نواری در چهار سطح آبیاری مورد مقایسه قرار گرفت و نتیجه گرفته شد که عملکرد دانه برنج در آبیاری قطره‌ای نواری از ۳/۳۵ تا ۶/۸۹ تن در هکتار متغیر بوده است که حدود ۱۹/۳ تا ۶۰/۳۱ درصد کمتر از آبیاری غرقابی بود (He et al., 2014). در پژوهشی ارزیابی عملکرد برنج، روش‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی و غرقابی مورد مقایسه قرار گرفت و نتیجه گرفته شد که عملکرد دانه برنج در روش آبیاری قطره‌ای ۶۹۵۰ کیلوگرم در هکتار، در روش آبیاری غرقابی ۶۲۲۵ کیلوگرم در هکتار و در روش آبیاری بارانی مابین این دو روش بود (Soman et al., 2018). مطالعه‌ای برای مقایسه عملکرد محصول برنج در شرایط کشت سنتی و روش SRI[1] (بر اساس تکنیک سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی) روی هشت گونه‌ی مختلف برنج محلی انجام گرفت، نتایج نشان دادند که میزان عملکرد در روش SRI ۴۰ درصد بیشتر از شرایط سنتی بود (Pradip and Patil, 2013).

گیاهان، مانند هر موجود زنده دیگری برای رشد و نمو خود نیاز به نیتروژن دارند. نیتروژن بخش مهمی از کلیه ترکیبات پروتئینی، کلیه آنزیم‌ها، ترکیبات حد واسط متابولیسمی، ترکیباتی که در ساخت مواد و انتقال انرژی و حتی در ساختمان DNA که انتقال صفات ارثی را به عهده دارد، تشکیل می‌دهد (سالاردینی، ۱۳۷۱). نیتروژن مهم‌ترین عنصر محدودکننده رشد برنج است (Haefele et al., 2006) و عدم جذب این عنصر در هر مرحله از رشد گیاه باعث کاهش عملکرد می‌شود (محمدیان، ۱۳۸۱). گزارش‌هایی نیز مبنی بر اثر نحوه مدیریت کود بر مقدار جذب نیتروژن توسط گیاه بوده است (Grigg et al., 2000)، تأثیر مقدار و تقسیط کود نیتروژن بر افزایش عملکرد محصول برنج و کاهش عملکرد در صورت حذف کود دهی در مراحل مختلف رشد وجود دارد (محمدیان، ۱۳۸۱). تعیین مقدار نیتروژن مورد نیاز گیاه بسیار با اهمیت است. برقراری ارتباط بین نیتروژن مورد نیاز گیاه و در اختیار قرار دادن نیتروژن برای گیاه توسط خاک و مصرف کود امکان‌پذیر است. نیتروژن موجود در برگ با سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک ارتباط مستقیم دارد و به‌عنوان شاخصی حساس برای تعیین نیتروژن در گیاه است (مدهوش، ۱۳۹۲). با مدیریت صحیح زراعی می‌توان موجبات افزایش عملکرد و افزایش کارایی مصرف نیتروژن بر اساس مدیریت مناسب آبیاری را به وجود آورد. از گذشته تاکنون مصرف کود نیتروژن به خاطر اهمیت و جایگاه نیتروژن در افزایش عملکرد و نیاز گیاه به نیتروژن همچنین به‌عنوان پرمصرف‌ترین عنصر برای گیاه استفاده می‌شود. در یک آزمایش مزرعه‌ای در کشور هند طی سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ مطالعه اثرات مقادیر مختلف نیتروژن (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) روی رقم کاستوری انجام گرفت، نتایج این آزمایش حاکی از آن بود که کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در واحد سطح، وزن خوشه، طول خوشه و وزن هزار دانه را تولید کرد (Bindra et al., 2000). کاوسی و یزدانی (۱۳۹۹) آزمایشی که برای تعیین میزان بهینه کود نیتروژن در دورهای مختلف آبیاری (غرقاب دائم و آبیاری تناوبی ۵، ۸، ۱۰ و ۱۵ روز) در برنج رقم هاشمی انجام دادند نتیجه گرفتند که بیشترین میانگین عملکرد دانه از بین تیمارهای کودی صفر، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار، در تیمار ۹۰ کیلوگرم در هکتار و همچنین حداکثر عملکرد دانه از تیمار اثر متقابل آبیاری با دور

[1] System of Rice Intensification

پنج روز در مصرف کود ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد.

تراکم گیاهی یکی از مهم‌ترین عواملی است که در عملکرد محصول بخصوص در گیاهان تیره غلات، مؤثر است. به همین منظور محسنی (۱۳۹۵) آزمایشی که با هدف بررسی تأثیر تعداد نشا در کپه و نیز اثر کودهای بیولوژیک نیتروکسین و فسفات بارور ۲ روی عملکرد و برخی خصوصیات کمّی برنج انجام داد، نتیجه گرفت که اگرچه بین تیمارهای مختلف از نظر تعداد خوشه‌های بارور و عملکرد محصول اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی تعداد پنجه بارور در تیمار یک و دو نشا در کپه بیشتر از پنج نشا در کپه بود. تحقیق دیگری که توسط شکرانی و همکاران (۱۳۹۱) به‌منظور بررسی تأثیر تعداد نشا (۲، ۳ و بیش از ۵ نشا در کپه) بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم برنج (هاشمی، گوهر و درفک) انجام گرفت، نتیجه‌گیری شد که بیشترین میانگین عملکرد دانه در ترکیب تیمار رقم برنج گوهر با ۲ نشا در کپه به دست آمد. با توجه به کاهش منابع آب آبیاری در منطقه، پائین بودن راندمان آبیاری در روش آبیاری غرقابی و اهمیت مصرف کود و نشا در اراضی شالیزاری، انجام تحقیق با هدف بررسی تأثیر تلفیق روش آبیاری غرقابی (کرتی) با روش آبیاری قطره‌ای نواری در سطوح مختلف کود نیتروژن در سیستم کشت تک و چند نشا بر عملکرد و بهره‌وری آب در برنج ضروری بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت اسپیلت اسپیلت پلات (کرت‌های دو بار خردشده) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان با موقعیت عرض جغرافیای ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی، طول جغرافیای ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۲۶ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد.

بر اساس داده‌های هواشناسی ایستگاه تحقیقاتی هواشناسی کشاورزی رشت که در یک کیلومتری محل اجرای طرح واقع‌شده مجموع بارندگی در طول دوره رشد گیاه برابر با ۱۵۲/۴ میلی‌متر بود. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام تحقیق در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. بافت خاک به روش هیدرومتری، ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با دستگاه صفحات فشاری، اسیدیته خاک از عصاره اشباع با استفاده از دستگاه pH متر، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) با دستگاه EC سنج و جرم مخصوص ظاهری با روش کلوخه- پارافین اندازه‌گیری شدند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک محل انجام آزمایش

نوع بافت	شن	سیلت	رس	ظرفیت زراعی	نقطه پژمردگی	جرم مخصوص ظاهری خاک
	درصد					گرم بر سانتی‌متر
Silty Clay	۹/۸	۴۳/۶	۴۶/۶	۴۰/۴	۲۲/۴	۱/۷

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

نیتروژن	پتاسیم	فسفر	سدیم	کلسیم	منیزیم	ECe	اسیدیته
درصد	میلی‌گرم/کیلوگرم					دسی زیمنس بر متر	
۰/۱۹	۱۲۱/۵	۲۰/۸۳	۱۳۰/۷۷	۱۱۰/۶۶	۱۹/۸۵	۱/۴	۷/۳

تیمارها شامل ۶ روش آبیاری T1، روش آبیاری غرقاب دائم در طول دوره رشد (شاهد)، T2، روش آبیاری قطره‌ای نواری با ۵۰ درصد مقدار آب آبیاری غرقاب دائم پس از واکاری تا انتهای دوره رشد، T3، روش آبیاری غرقاب دائم تا انتهای مرحله

پنجه‌زنی و سپس آبیاری قطره‌ای نواری با ۵۰ درصد مقدار آب آبیاری غرقاب دائم تا انتهای دوره رشد، T4، روش آبیاری غرقاب دائم تا انتهای مرحله گلدهی و سپس آبیاری قطره‌ای نواری با ۵۰ درصد مقدار آب آبیاری غرقاب دائم تا انتهای دوره رشد، T5، روش آبیاری غرقاب دائم تا انتهای مرحله خوشه‌دهی و سپس آبیاری قطره‌ای نواری با ۵۰ درصد مقدار آب آبیاری غرقاب دائم تا انتهای دوره رشد و T6، روش آبیاری غرقاب دائم تا انتهای مرحله خمیری سپس آبیاری با روش آبیاری قطره‌ای نواری با ۵۰ درصد مقدار آب آبیاری غرقاب دائم تا انتهای دوره رشد و دو تیمار کودی N1؛ ۹۰ کیلوگرم در هکتار و N2؛ ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و دو تیمار سیستم کشت نشا؛ S1: تک نشا و S2: چند نشا بودند.

طول هر کرت آزمایشی ۴ متر و عرض ۲ متر بود. فاصله بین کرت‌ها یک متر، بین تکرارها یک و نیم متر و بین بوته‌ها در همه کرت‌ها ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آماده کردن زمین برای کشت نشا طبق عرف منطقه صورت گرفت. کرت‌های همه تیمارهای آبیاری تا مرحله واکاری به‌طور یکسان به‌گونه‌ای که عمق آب تا سطح خاک حداقل ۲ و حداکثر ۳ سانتیمتر باشد آبیاری شدند. پس از اعمال تیمار آبیاری قطره‌ای نواری، عمق آب در سطح خاک در شرایط غرقاب دائم ۱/۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد. مقدار آب داده‌شده به تیمارهای آبیاری قطره‌ای نواری ۵۰ درصد مقدار آب آبیاری غرقاب دائم بود. سامانه آبیاری قطره‌ای نواری در همه سطوح پس از ناپدید شدن آب از سطح خاک در انتهای مرحله مورد نظر با به‌کارگیری لاترال‌هایی با روزنه‌های به فاصله ۲۰ سانتی‌متر در هر ردیف کشت اجرا شد (شکل ۱). مدت زمان آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نواری با توجه به سرعت نفوذ آب به خاک تعیین شد، به‌طوری‌که سطح خاک غرقاب نشود. مقدار آب آبیاری که در هر نوبت آبیاری در طی دور رشد گیاه به کرت‌ها داده شد به‌وسیله کنتور آب (با دقت ۰/۱ لیتر) که در سیستم انتقال آب پس از پمپ تعبیه شده بود اندازه‌گیری شد. به‌منظور جلوگیری از نشت آب از اراضی مجاور ضمن ایجاد زهکش از پوشش پلاستیکی در روی مرزها و پشته‌های کرت‌ها نیز استفاده شد. مقدار کود نیتروژن ۹۰ (N1) و ۱۸۰ (N2) کیلوگرم در هکتار از منبع اوره بر اساس عرف منطقه و در دو مرحله به‌طوری‌که مرحله اول بعد از واکاری و مرحله دوم بعد از پنجه‌زنی به‌صورت دستی اعمال شد. همچنین برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش بوتاکلر (Butachlor) استفاده شد. پس از رسیدن گیاه به مرحله برداشت با در نظر گرفتن حاشیه‌ها شش بوته به‌طور تصادفی برای تعیین صفات موردنظر انتخاب و به‌صورت دستی و به روش کف بر برداشت شدند. پس از انتقال به آزمایشگاه به‌منظور تعیین عملکرد دانه و شاخص بهره‌وری آب مبتنی بر دانه، شلتوک از کاه و کلش جداسازی و با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم توزین شدند. همچنین برای تعیین عملکرد ماده خشک و بهره‌وری آب بر پایانه ماده خشک، کاه و کلش جدا شده از دانه هر تیمار در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در گرمخانه خشکانیده و سپس توزین شدند. پس از اندازه‌گیری درصد رطوبت نمونه‌ها توسط دستگاه رطوبت‌سنج، عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد.

برای بررسی اثر تیمارهای مختلف روی شاخص‌های بهره‌وری آب مبتنی بر وزن دانه و وزن ماده خشک به ترتیب از روابط ۱ و ۲ استفاده شد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۴).

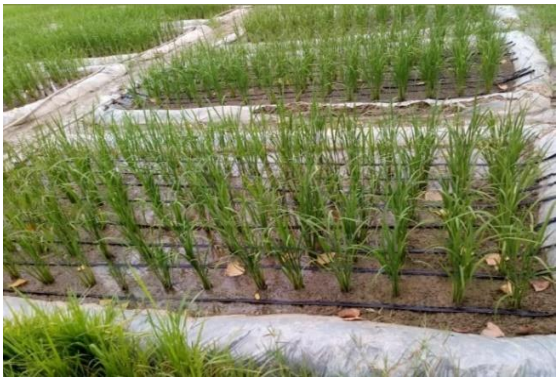
$$WP_{bg}=\frac{Yg}{I} \quad (۱)$$

$$WP_{bdm}=\frac{Ydm}{I} \quad (۲)$$

در این روابط: WPbg بهره‌وری آب مبتنی بر دانه (کیلوگرم بر مترمکعب)، Yg عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، I میزان آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)، WPbdm بهره‌وری آب مبتنی بر ماده خشک (کیلوگرم بر مترمکعب)، Ydm عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) است.

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار[1] در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

[1] - LSD



الف **ب**

شکل ۱- الف: اتصال لوله‌های تیپ به لوله فرعی و قرار گرفتن آن‌ها در امتداد ردیف بوته‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای نواری، ب: نمای کلی از زمین آزمایش در مرحله خمیری از دوره رشد گیاه

نتایج و بحث

آب مصرفی

میانگین حجم کل آب داده‌شده به هر تیمار در طول دوره رشد گیاه در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طوری که در جدول مشاهده می‌شود بیشترین مقدار آب با ۱۰۷۷۹/۶ مترمکعب بر هکتار با روش آبیاری غرقاب دائم به تیمار شاهد (T1) و کمترین آن با ۶۸۹۲/۶ مترمکعب بر هکتار با تلفیقی از روش آبیاری غرقاب دائم و آبیاری قطره‌ای نواری به‌طوری‌که تا مرحله واکاری با روش غرقاب دائم و پس از آن با ۵۰ درصد مقدار آب آبیاری غرقاب دائم با روش آبیاری قطره‌ای نواری به تیمار T2 داده شد. نحوهٔ آبیاری تیمارهای T3، T4، T5 و T6 همانند تیمار T2 به‌صورت تلفیقی بوده به‌طوری‌که در آن‌ها روش آبیاری قطره‌ای نواری به ترتیب بعد از مرحله پنجه‌زنی، خوشه‌دهی، گلدهی و خمیری اعمال شد و مقدار آب داده‌شده به آن‌ها به ترتیب ۸۰۲۷/۱، ۹۸۷۶/۰، ۱۰۱۰۵/۸ و ۱۰۲۲۰/۸ مترمکعب بر هکتار بود. مقدار آب صرفه‌جویی شده در تیمارهای آبیاری تلفیقی (T2، T3، T4، T5 و T6) در مقایسه با تیمار آبیاری غرقاب دائم (T1) به ترتیب ۳۶/۰۶، ۲۵/۵۳، ۸/۳۸، ۶/۲۵ و ۵/۱۹ درصد بود که با اعمال روش آبیاری قطره‌ای نواری در مرحله واکاری (T2) بیشترین مقدار آب آبیاری صرفه‌جویی شد. دلیل کاهش آب مصرفی در این تیمارها را می‌توان به کاهش مصارف غیرمفید مانند نشت و نفوذ عمقی و تبخیر نسبت داد.

جدول ۳- حجم آب داده شده به هر تیمار در طول دوره رشد گیاه

تیمار	حجم کل آب داده شده در طول دوره رشد گیاه مترمکعب بر هکتار
T1	۱۰۷۷۹/۶
T2	۶۸۹۲/۶
T3	۸۰۲۷/۱
T4	۹۸۷۶/۰
T5	۱۰۱۰۵/۸
T6	۱۰۲۲۰/۸

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روش آبیاری، تعداد نشا اثر متقابل روش آبیاری×کود، تعداد نشا×کود و روش آبیاری×تعداد نشا×کود بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود ولی سطوح کود نیتروژن و اثر متقابل روش آبیاری×تعداد نشا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین

داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با ۶۴۶۷ کیلوگرم بر هکتار در تیمار کودی N2 و کمترین آن با ۵۵۹۳ کیلوگرم بر هکتار در تیمار کودی N1 به دست آمد (جدول ۵). بلدر و همکاران گزارش کرده‌اند که با بکار گیری کود نیتروژن بیش از حد نیاز موجب رشد رویشی و کاهش رشد زایشی و درنتیجه کاهش عملکرد دانه برنج می‌شود (Belder et al., 2005) درحالی‌که در این تحقیق با افزایش مقدار کود نیتروژن از ۹۰ کیلوگرم به ۱۸۰ کیلوگرم بر هکتار عملکرد دانه ۱۳/۵۱ درصد افزایش یافت. نظر به اینکه کود نیتروژن یکی از فاکتورهای اساسی در تأمین شیره پرورده کافی برای گیاهان بوده که این عامل باعث پر شدن تمامی دانـه‌هـا درنتیجه تقسیط بیشتر شیره پرورده به دانه شده و بـه همـین دلیل حداکثر عملکرد در سطح مصرف بالای کود نیتـروژن به‌دست‌آمده است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق مدهوش (۱۳۹۲) و منظور و همکاران مبنی بر اینکه با افزایش کود نیتروژن عملکرد دانه افزایش می‌یابد (Manzoor et al., 2006)، مطابقت دارد.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های موردبررسی در تیمارهای مختلف روش‌های آبیاری، سطوح کود نیتروژن و تعداد نشا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد دانه	عملکرد ماده خشک	بهره‌وری آب مبتنی بر دانه	بهره‌وری مبتنی بر ماده خشک
تکرار	۲	۷۹۴۱۴۵/۳ ns	۸۹۷۴۴۹۳/۹ ns	۰/۰۱۲ ns	۰/۱۴ ns
روش آبیاری (T)	۵	۴۳۱۳۳۶/۶ns	۳۱۷۸۵۷۸/۷ ns	۰/۱۷۲ **	۱/۰۲ **
خطای a	۱۰	۳۰۷۲۱۳/۴	۲۹۸۷۹۰۴/۵	۰/۰۰۴	۰/۰۴
کود (N)	۱	۱۳۷۴۶۸۲۸/۹**	۸۱۹۳۴۹۲۳/۴ **	۰/۱۷۲ **	۱/۰۰۸ **
T×N	۵	۵۰۱۷۳۵/۱ns	۲۱۵۶۶۳۶/۲ ns	۰/۰۰۸ *	۰/۰۴ ns
خطای b	۱۲	۱۱۶۸۸۸/۱	۱۴۳۵۸۱۵/۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱
تعداد نشا (S)	۱	۱۹۶۵۹ns	۸۵۴۱۱۹/۵ ns	۰/۰۰۰۷ ns	۰/۰۰ ns
T×S	۵	۱۵۲۱۷۹۰/۳ **	۱۰۱۱۵۹۲۷/۷ **	۰/۰۱۵ **	۰/۰۹۶ **
N×S	۱	۳۴۲۸۳۳/۸ ns	۱۷۲۸۶۵۳/۵ ns	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۲۹ ns
T×N×S	۵	۳۱۵۳۱۵/۵ ns	۱۰۹۶۷۷۴/۹ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۱۶ ns
خطای c	۲۴	۲۰۲۷۸۳/۴	۱۵۸۲۵۳۰/۷	۰/۰۰۳	۰/۰۲
ضریب تغییرات	–	۷/۵	۹/۴	۷/۶۱۶	۹/۶

** و * معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و ns معنی‌دار نیست.T، تیمار روش‌های آبیاری؛ N، تیمار سطوح کود نیتروژن؛ S، تعداد نشا. a، خطای تکرار × روش آبیاری؛ b، خطای فاکتور T × N؛ c، خطای باقی‌مانده

نتایج مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل روش آبیاری× تعداد نشاء نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با ۶۷۳۰/۷۳۷ کیلوگرم بر هکتار در تیمار روش آبیاری T5 با تیمار تعداد تک نشا (S1) به دست آمد که با تیمار روش آبیاری T3 اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن با ۵۴۹۵/۶۲۷ کیلوگرم بر هکتار در تیمار روش آبیاری T1 با تعداد تک نشا به دست آمد که با تیمار روش‌های آبیاری T2، T4 و T6 و همچنین با تیمار روش-های آبیاری T2، T3، T5 و T6 چند نشا (S2) اختلاف معنی-داری نداشت (شکل ۲). نتایج حاصله حاکی از آن است که اعمال روش آبیاری قطره‌ای نواری بعد از مرحله پنجه‌زنی در شرایط کشت تک نشا در مقایسه با روش آبیاری غرقاب دائم با ۲۵/۵۳ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب ازنظر عملکرد دانه برنج کارایی بهتری دارد. نتایج طرح حاضر با نتایج طرح رائو و همکاران و سومان و همکاران مبنی بر اینکه عملکرد دانه برنج در آبیاری قطره‌ای بیشتر از آبیاری غرقابی دائم است، مطابقت دارد (Rao et al., 2017; Soman et al., 2018).

عملکرد ماده خشک

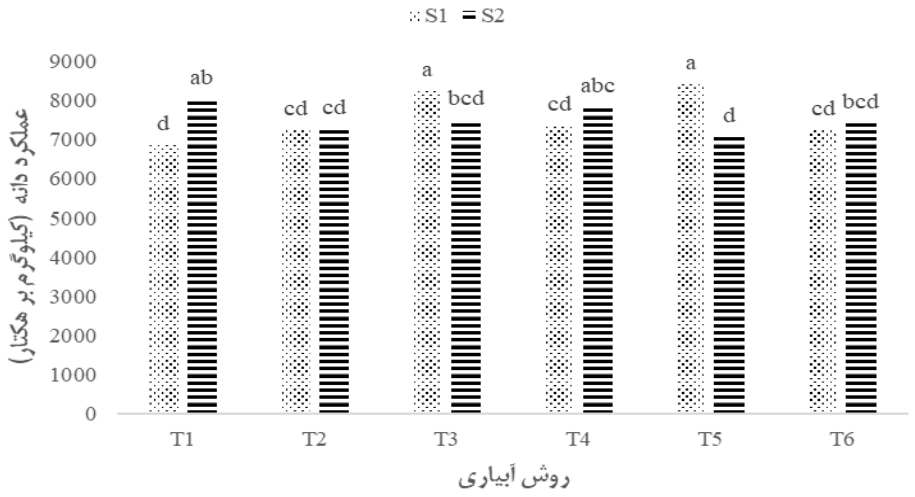
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روش آبیاری، تعداد نشا، اثر متقابل روش آبیاری×کود، تعداد نشا×کود و روش آبیاری×تعداد نشا×کود بر عملکرد ماده خشک معنی‌دار نبود. ولی سطوح کود نیتروژن و اثر متقابل روش آبیاری×تعداد نشا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد ماده خشک با ۱۴۴۸۵ کیلوگرم بر هکتار در تیمار کودی N2 و کمترین آن با ۱۲۳۵۲ کیلوگرم بر هکتار در تیمار کودی N1 به دست آمد (جدول ۵)؛ بنابراین با افزایش مقدار کود نیتروژن از ۹۰ کیلوگرم به ۱۸۰ کیلوگرم بر هکتار عملکرد ماده خشک ۱۴/۷۳ درصد افزایش یافت (جدول ۵). به نظر می‌رسد که مصرف بیشتر کود نیتروژن عمدتاً از طریق افزایش توان فتوسنتزی گیاه و تأمین مواد فتوسنتزی به دلیل افزایش شاخص و دوام سطح برگ و نیز باروری بیشتر گل‌آذین، باعث افزایش تعداد پنجه و تعداد خوشه در واحد سطح شده و درنتیجه امکان تشکیل دانه‌های بیشتر و عملکرد بالاتر در واحد سطح را فراهم کرده است. شهبازی و همکاران (۱۳۹۶) و موسوی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن عملکرد ماده خشک برنج افزایش می‌یابد، نتایج تحقیق حاضر را تأیید می‌کنند.

جدول ۵ - نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه خشک، عملکرد ماده خشک، بهره‌وری مبتنی بر ماده خشک و بهره‌وری آب مبتنی بر دانه برنج رقم طارم روشن در تیمارهای مختلف روش‌های آبیاری و سطوح کود نیتروژن

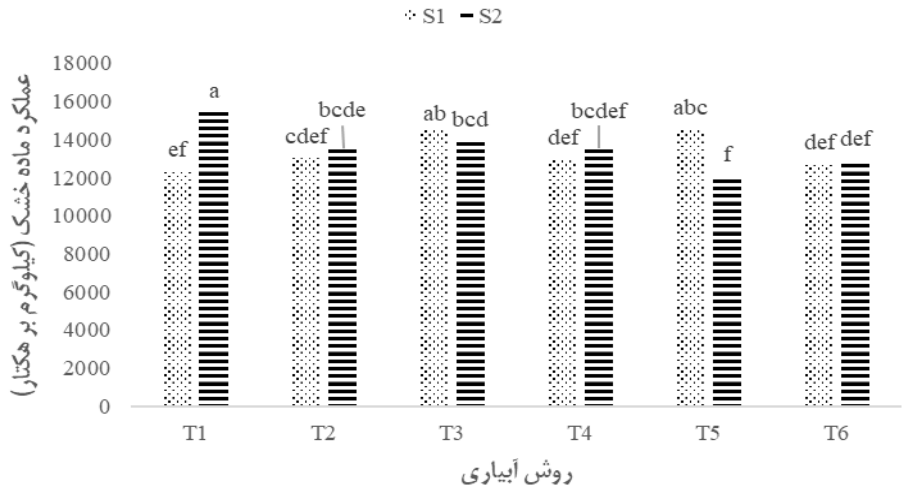
تیمار	عملکرد دانه کیلوگرم/هکتار	عملکرد ماده خشک کیلوگرم/هکتار	بهره‌وری آب مبتنی بر دانه کیلوگرم/مترمکعب	بهره‌وری آب مبتنی بر ماده خشک کیلوگرم/مترمکعب
روش‌های آبیاری				
T1	۵۹۶۰/۱^{a}	۱۳۸۲۴^{a}	۰/۵۵۳^{c}	۱/۲۸۲۵^{b}
T2	۵۸۰۳/۹^{a}	۱۳۲۷۵/۷^{a}	۰/۸۴۲^{a}	۱/۹۲۶۱^{a}
T3	۶۲۹۴/۳^{a}	۱۴۱۹۶/۰^{a}	۰/۷۸۹^{a}	۱/۷۶۸۶^{a}
T4	۶۰۶۴/۱^{a}	۱۳۲۱۷/۵^{a}	۰/۶۱۴^{b}	۱/۳۳۸۳^{b}
T5	۶۱۸۹/۹^{a}	۱۳۲۶۴/۳^{a}	۰/۶۱۲^{bc}	۱/۳۱۲۷^{b}
T6	۵۸۶۵/۲^{a}	۱۲۷۳۲/۲^{a}	۰/۵۷۴^{bc}	۱/۲۴۵۷^{b}
سطوح کود نیتروژن				
N1	۵۵۹۲/۶۲^{b}	۱۲۳۵۱/۵^{b}	۰/۶۱۴^{b}	۱/۳۶۱^{b}
N2	۶۴۶۶/۵۳^{a}	۱۴۴۸۵/۰^{a}	۰/۷۱۲^{a}	۱/۵۹۷^{a}

میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

بررسی اثر متقابل روش های آبیاری× تعداد نشا بر میانگین عملکرد ماده خشک نشان داد که بیشترین عملکرد ماده خشک با ۱۵۳۹۴/۸۵۴ کیلوگرم بر هکتار در تیمار روش آبیاری T1 با تیمار تعداد چند نشا ((S2به دست آمد که با تیمارهای روش آبیاری T3 و T5 تک نشا ((S1اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن با ۱۲۰۲۸/۶۸۲ کیلوگرم بر هکتار در تیمار روش آبیاری T5 با تعداد چند نشا به دست آمد که با تیمارهای روش آبیاری T4 و T6 و همچنین با تیمارهای روش آبیاری T1، T2، T4 و T6 تک نشا اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳). نتایج حاصله از حاکی از آن است که تیمار روش آبیاری T3 ازنظر عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه و نقش اساسی مرحله پنجه‌زنی ((T3در تعیین عملکرد دانه حائز اهمیت بوده است؛ بنابراین بهتر است برای صرفه‌جویی در مصرف آب تا مرحله پنجه‌زنی روش آبیاری غرقاب دائم پس‌ازآن روش آبیاری قطره¬ای اعمال شود که این امر می‌تواند شرایط مناسبی برای عملکرد ماده خشک و دانه باشد که نتایج تحقیق هجون و همکاران مؤید نتایج تحقیق حاضر است (Hejun et al., 2010).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش آبیاری × تعداد نشا بر عملکرد دانه

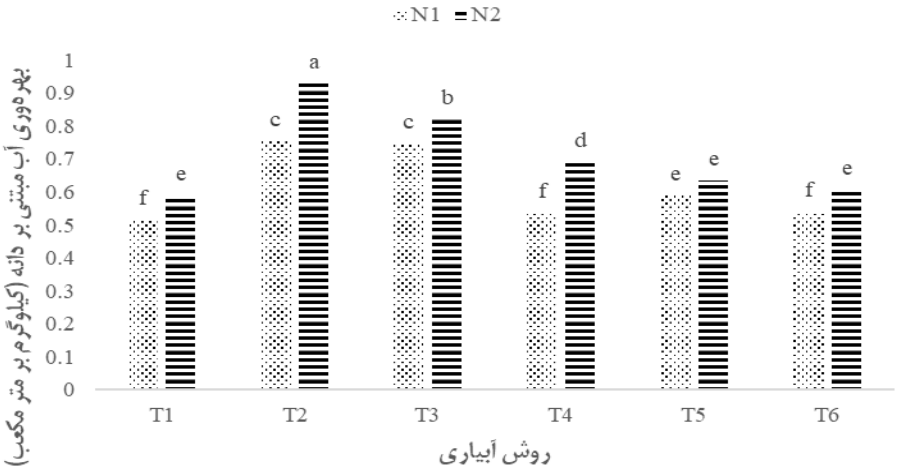


شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش آبیاری × تعداد نشا بر عملکرد ماده خشک.

بهره‌وری آب مبتنی بر دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روش آبیاری، سطح کود و اثر متقابل روش آبیاری×تعداد نشا در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل روش آبیاری× سطح کود در سطح احتمال ۵ درصد بر بهره‌وری آب مبتنی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. ولی تعداد نشا و اثر متقابل کود×تعداد نشا و روش آبیاری×کود×تعداد نشا بر بهره‌وری آب مبتنی بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب مبتنی بر دانه با ۰/۸۴۲ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار روش آبیاری T5 به دست آمد که با تیمار روش آبیاری T3 اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن در تیمار روش آبیاری غرقاب دائم (T1) به دست آمد که با تیمارهای T5 و T6 اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین بیشترین بهره‌وری آب با ۰/۷۱۲ کیلوگرم بر هکتار در تیمار کودی N2 به دست آمد (جدول ۵).

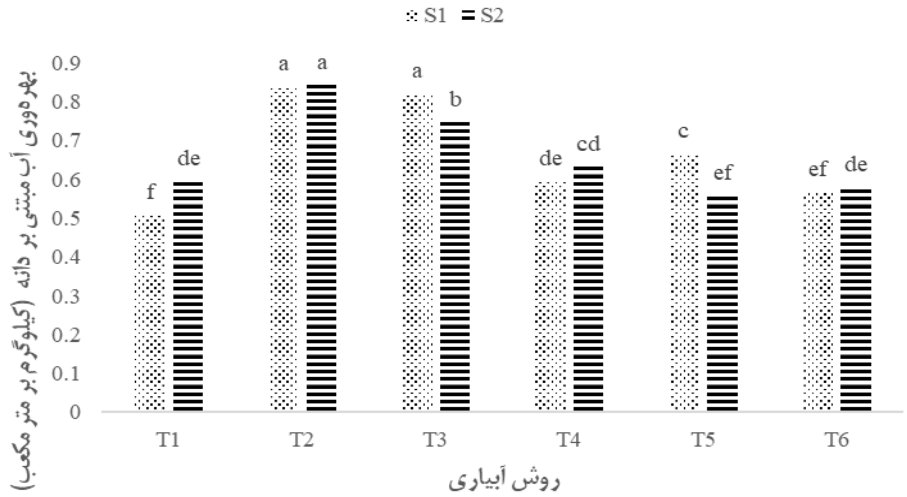
نتـایج مقایسـه میـانگین داده‌هـای اثـر متقابـل تیمـار روش آبیاری×تیمار کودی نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب مبتنی بر دانه با ۰/۹۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار روش آبیاری T2 بـا سطح کودی N2 به دست آمد و کمترین آن بـا ۰/۵۱۵ کیلـوگرم بر مترمکعب در تیمار روش آبیاری T1 با سـطح کـودی N1 بـه دست آمد که با تیمارهای روش آبیاری T4 و T6 در همان سطح کودی N1 اختلاف معنی‌داری نداشت (شـکل ۴). نتـایج حاصـله حاکی از آن است که افـزایش بهـره‌وری آب مبتنـی بـر دانـه بـا افزایش کود و با کاهش آب مصرفی همراه بود به‌طوری‌که بعد از مرحله واکاری علی‌رغم اینکه روش آبیاری غرقاب دائم در تیمـار T1 تا انتهای دوره رشد، تیمار T3 تا انتهـای مرحلـه پنجـه‌زنـی، تیمار T4 تا انتهای مرحله خوشه‌دهی، تیمار T5 تا انتهای مرحله گلدهی و تیمار T6 تا انتهای مرحله خمیری با سطح کـودی N2 ادامه داشت ولی افزایش عملکرد در برابـر افـزایش آب مصـرفی قابل‌ملاحظه نبود و موجب افزایش بهره‌وری آب بر پایه عملکـرد دانه نشد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق سومان و همکـاران مبنی بر اینکه در روش آبیاری قطره‌ای در مقایسه با روش آبیاری غرقابی برنج بهره‌وری آب بر پایـه دانـه بیشـتر اسـت. اعلایـی-بازکیایی و همکاران (۱۳۹۸) با انجام تحقیقی نتیجه گرفتنـد کـه شیوه‌های آبیـاری بـه‌غیـراز روش آبیـاری غرقـاب دائـم موجـب افزایش بهره‌وری آب مبتنی بر دانه برنج می‌شود، با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. شکری واحد و همکـاران (۱۳۹۷) بـا انجـام تحقیقی نتیجه گرفتند که افزایش کود نیتروژن حتـی در شـرایط کم‌آبیاری می‌تواند منجـر بـه افـزایش عملکـرد دانـه و درنتیجـه افزایش بهره‌وری آب مبتنی بر دانه شـود کـه بـا نتـایج تحقیـق حاضر مطابقت دارد.



شکل ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش آبیاری × سطوح کود بر بهره‌وری آب مبتنی بر دانه

نتـایج مقایسـه میـانگین داده‌هـای اثـر متقابـل تیمـار روش آبیاری×تعداد نشا بر بهره‌وری آب مبتنی بـر دانـه نشـان داد کـه بیشترین بهـره‌وری آب مبتنـی بـر دانـه بـا ۰/۸۴۴ کیلـوگرم بـر مترمکعب در تیمار روش آبیاری T2 با تعداد نشا S2 به دست آمد کـه بـا تیمارهـای روش آبیـاری T2 و T3 تـک نشـا اخـتلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن با ۰/۵۰۹۷ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار روش آبیاری T1 با تعداد نشا S1 به دسـت آمـد کـه بـا تیمار روش آبیـاری T6 در همـان تعـداد نشـا S1 و تیمـار روش آبیاری T5 با تعداد نشا S2 اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۵). از این نتایج می‌توان چنین استنباط کرد کـه هـر چنـد بهـره‌وری مبتنی بر دانه در تیمار S2×T5 بیشتر بود ولی افزایش عملکرد در آن در برابر افزایش آب مصرفی و تعداد نشا بیشتر قابـل‌ملاحظـه نبود و منجر به اختلاف معنی‌دار با تیمارهای S1×T2 و S1×T3 نشد؛ بنابراین با توجه به اهمیت آبیاری در مرحلـه پنجـه‌زنـی در

تولید برنج، تیمار S1×T3 در مقایسه با تیمار S1×T2 از اولویت بیشتری برخوردار است (Hejun et al, 2010). شکرانی و همکاران (۱۳۹۱) با انجام تحقیقی نتیجه گرفته‌اند که بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۲ نشا به دست آمد و عنوان کردند که هر چه تعداد نشا افزایش یابد (بیش از ۵ نشا) به دلیل کم شدن فضای بین بوته‌ها و همچنین کمتر شدن سهم هر کدام از گیاهچه‌ها از نور و مواد غذایی عملکرد دانه کاهش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش آبیاری × تعداد نشا بر بهره‌وری آب مبتنی بر دانه.

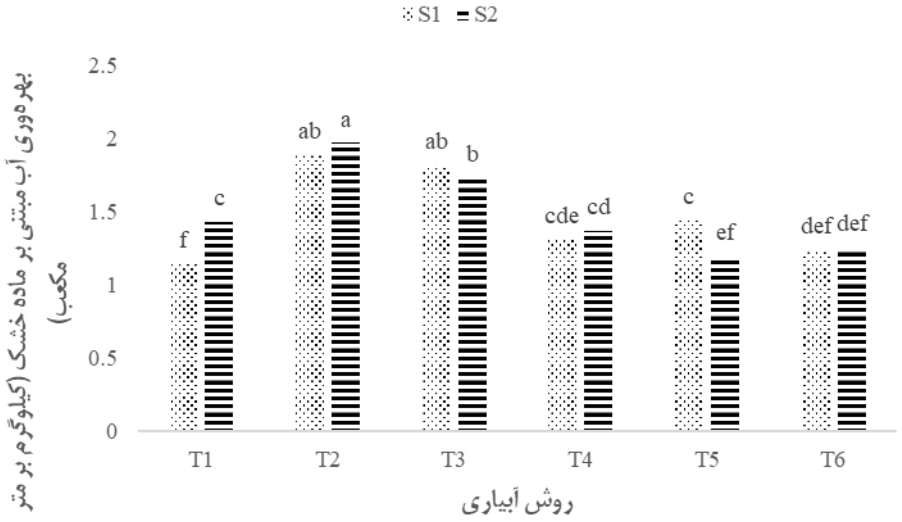
بهره‌وری آب مبتنی بر ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روش آبیاری، سطح کود و اثر متقابل روش آبیاری×تعداد نشا بر بهره‌وری ماده خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. ولی تعداد نشا و اثر متقابل روش آبیاری×سطح کود، تعداد نشا×سطح کود و روش آبیاری×سطح کود×تعداد نشا بر بهره‌وری ماده خشک اثر معنی-داری نداشت (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب مبتنی بر ماده خشک با ۱/۹۲۶ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار روش آبیاری T2 که با روش آبیاری T3 اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن با ۱/۲۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار روش آبیاری T6 که با تیمارهای روش آبیاری T1، T4 و T5 اختلاف معنی‌داری نداشت، به دست آمد (جدول ۵)؛ بنابراین با اعمال آبیاری قطره‌ای نواری بعد از مرحله واکاری (T2) بهره‌وری آب مبتنی بر ماده خشک در مقایسه با روش آبیاری غرقاب دائم در طول دوره رشد (T1) و روش آبیاری غرقاب دائم تا انتهای مرحله خمیری (T6) به ترتیب ۳۳/۳۸ و ۳۵/۳۱ درصد افزایش یافت. نتایج حاصله حاکی از آن است که اعمال مقدار آب بیشتر با روش آبیاری غرقاب دائم نتوانست به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای موجب افزایش عملکرد ماده خشک شود تا بهره‌وری آب را بر پایه آن افزایش دهد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق اعلایی‌بازکیایی و همکاران (۱۳۹۸) مبنی بر اینکه اعمال کم‌آبیاری در روش‌های آبیاری غیر از روش آبیاری غرقاب دائم موجب افزایش بهره‌وری آب مبتنی بر زیست‌توده برنج می-شود، مطابقت دارد.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب مبتنی بر ماده خشک با ۱/۵۹۷ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار کودی N2 و کمترین آن با ۱/۳۶۱ در تیمار کودی N1 به دست آمد (جدول ۵)؛ بنابراین با افزایش مقدار کود نیتروژن از ۹۰ کیلوگرم به ۱۸۰ کیلوگرم بر هکتار بهره‌وری آب مبتنی بر ماده خشک ۱۴/۷۸ درصد افزایش یافت. نتایج تحقیق حاضر با نتایج

تحقیق رضوی پور و همکاران (۱۳۹۷) مبنی بر اینکه افزایش کاربرد کود نیتروژن موجب افزایش عملکرد برنج می‌شود، مطابقت دارد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش‌های آبیاری و تعداد نشا از نظر بهره‌وری آب مبتنی بر ماده خشک نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب مبتنی بر ماده خشک با ۱/۹۶۶ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار روش آبیاری (T2) با تیمار چند نشا ((S2 که با تیمارهای روش آبیاری T2 و T3 تک نشا اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن با ۱/۱۳۷ کیلوگرم بر مترمکعب در روش آبیاری غرقاب دائم با تک نشا (S1) به دست آمد که با تیمارهای روش آبیاری T6 تک نشا و T5 و T6 چند نشا اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۶). نتایج حاصله حاکی از آن است که آبیاری با روش غرقاب دائم تا انتهای مرحله پنجه‌زنی و سپس آبیاری قطره‌ای نواری با ۵۰ درصد مقدار آب مصرفی غرقاب دائم تا انتهای دورهٔ رشد در رشد قسمت آسمانهٔ گیاه برنج مؤثر بوده است.



شکل ٦- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش آبیاری × تعداد نشا بر بهره‌وری آب مبتنی بر ماده خشک

نتیجه‌گیری

اعمال روش‌های نوین آبیاری با مدیریت صحیح آب در کشاورزی، به‌خصوص در کشت برنج، محدودیت و مشکلات ناشی از کمبود منابع آب را تعدیل می‌کند. بر اساس نتایج این تحقیق بیشترین عملکرد دانه در تیمار روش آبیاری T5 در سیستم کشت S1 به دست آمد و با تیمار روش آبیاری T3 در همان سیستم کشت تک نشا اختلاف معنی‌داری نداشت؛ یعنی علیرغم اینکه در تیمار روش آبیاری T5 در مقایسه با تیمار روش آبیاری T3، ۲۰/۵۷ درصد آب بیشتری مصرف‌شده ولی عملکرد آن در مقایسه با تیمار روش آبیاری T3 قابل‌ملاحظه نبوده و موجب اختلاف معنی‌داری نشده است. همچنین نتایج این تحقیق حاکی از این است که بیشترین بهره‌وری آب مبتنی بر دانه در تیمار روش آبیاری T2 در سیستم کشت S2 به دست آمد و با تیمار روش آبیاری T3 در سیستم کشت S1 اختلاف معنی‌داری نداشت؛ یعنی هر چند تیمار روش آبیاری T2 در مقایسه با تیمار آبیاری T3، ۱۴/۱۳ درصد آب کمتری مصرف کرده ولی عملکرد دانه در آن قابل‌ملاحظه نبوده تا با تیمار T3 از نظر بهره‌وری آب اختلاف معنی‌داری داشته باشد. همچنین بیشترین بهره‌وری آب مبتنی بر دانه در تیمار روش آبیاری T2 در سطح کودی N2 به دست آمد. ازآنجایی‌که پنجه‌زنی یکی از مهم‌ترین صفات گیاه برنج است و نقش عمده‌ای در تعیین عملکرد دانه دارد، برای عملکرد دانه بیشتر با بهره‌وری آب بالاتر می‌توان سطح کودی ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و در شرایط محدودیت آب تیمار روش آبیاری غرقاب دائم تا انتهای مرحله پنجه‌زنی و سپس آبیاری

قطره‌ای نواری با ۵۰ درصد مقدار آب آبیاری غرقاب دائم تا انتهای دوره رشد (T3) با سیستم کشت تک نشا (S1) را در منطقه رشت به‌عنوان گزینه مناسب معرفی کرد.

منابع

اعلایی‌بازکیایی، پ.، امیری، ا.، کامکار ب.، رضایی، م. و کاظمی، ح. ۱۳۹۸. اثر مدیریت آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد و بهره‌وری آب در برنج (Oryza sativa L.). نشریه تولید گیاهان زراعی. ۱۲(۴): ۱۷۰-۱۵۷.

بی‌نام. ۱۳۸۹. آمارنامه کشاورزی (جلد اول محصولات زراعی ۸۸-۱۳۸۷). وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات. تهران. ایران. ۱۱۴.

رضوی پور، ت.، خالدیان، م.ر.، رضایی، م. ۱۳۹۷. تاثیر میزان و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و درصد جذب عناصر در برنج رقم هاشمی. فصلنامه انسان و محیط زیست. ۵۴.

سالاردینی، ع. ۱۳۷۱. حاصلخیزی خاک. چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۳۴.

سپاسخواه، ع.، توکلی، ع. و موسوی، ع. ۱۳۸۴. اصول و کاربرد کم آبیاری. چاپ اول. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۸۸.

سعادتی، ن. ۱۳۷۷. بررسی اثر تنش آب در مراحل مختلف رشد برنج بر روی عملکرد و تعیین میزان آب مصرفی رقم‌های طارم-نعمت. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور-معاونت آمل. ۱۷.

شکرانی، م. شریفی، پ.، عبادی، ع.، صفرزاده، م.، صادقی، م. و رودپیما، م. ۱۳۹۱. بررسی اثر تعداد نشاء بر عملکرد و اجزای عملکرد تعدادی از ارقام برنج. پانزدهمین همایش ملی برنج کشور. ۵. اسفند. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

شکری واحد، ح.، شاهین رخسار، پ. و دواتگر، ن. ۱۳۹۷. اثر محدودیت آب بر مصرف نیتروژن در شالیزار و تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج (Oryza sativa L.) رقم هاشمی. نشریه مدیریت آب در کشاورزی. ۵(۱): ۳۲-۲۵.

شهبازی، م.، زینلی، ا.، گالشی، س.، احتشامی، م. ر. و درستی، ح. ۱۳۹۶. واکنش عملکرد دانه و سایر ویژگی‌های زراعی دو رقم برنج (Oryza sativa L.) بومی هاشمی و پرمحصول سپیدرود به مقدار نیتروژن کودی در رشت. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. ۷(۱): ۳۸-۲۱.

کاوسی، م. و یزدانی، م. ر. ۱۳۹۹. اثر دور آبیاری و میزان کود نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد برنج (Oryza sativa L.) رقم هاشمی. نشریه علوم زراعی ایران. ۲۲(۲): ۱۸۲-۱۶۸.

محسنی، س. ح. ۱۳۹۵. بررسی تعداد نشاء در کپه و مصرف کودهای بیولوژیک بر عملکرد و بعضی از خواص کمی برنج رقم طارم محلی. هفدهمین همایش ملی برنج کشور. ۴. بهمن. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

محمدیان، م. ۱۳۸۱. گزارش نهایی طرح بررسی تقسیط نیتروژن در خاک‌هایی با ظرفیت تأمین نیتروژن مختلف برای رقم نعمت. مؤسسه تحقیقات برنج کشور. ۱۵.

مدهوش، ا. ۱۳۹۲. بررسی عملکرد و صفات مورفولوژیک برنج رقم هاشمی براساس سطوح مختلف شوری آب و کود نیتروژن با استفاده از مدل SWAP و WOFOST در منطقه رشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. علوم مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. ۹۶.

موسوی، س. غ.، برادران، ر.، محمدی، ا. ل.، ثقه الاسلامی، م. ر. و امیری، ا. ۱۳۹۴. تأثیر مقادیر کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم برنج. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۳(۱): ۱۵۲-۱۴۶.

Belder, P., Spiertz, J.H.J., Bouman, B.A.M., Lu, G. and Tuong, T.P. 2005. Nitrogen economy and water productivity of lowland rice under water-saving irrigation. Field Crops Research. 93: 169–185.

Bindra, A.D., Kalia, B.D. and Kumar, S. 2000. Effect of N-levels and dates of transplanting on growth, yield aand yield attributes of acented rice. Advances in Agricultural Research in India. 10: 45-48.

Dawe, D. 2005. Increasing water productivity in

rice-based systems in Asia-past trends, current problems, and future prospects. Plant Production Science. 8: 221-230.

Grigg, B.C., Beyrouty, C.A., Norman, R.J., Gbur, E.E., Hanson, M.G. and Wells, B. R. 2000. Rice responses to changes in floodwater and N timing in southern USA. Field Crops Research. 66: 73-79.

Haefele, S.M., Naklang, K., Harnpichitvitaya, D., Jearakongman, S., Skulkhu, E., Romyen, P., Phasopa, S., Tabtim, S., Suriya-arunroj, D. Khunthasuvon, S., Kraisorakul, D., Youngsuk, P., Amarante, S.T. and Wade, L.J. 2006. Factors affecting rice yield and fertilizer response in rainfed lowlands of northeast Thailand. Field Crops Research. 98: 39–51.

He, H.B., Yang, R., Chen, L., Fan, H., Wang, X., Wang, S.Y., Cheng, H. W. and Ma, F.Y. 2014. Rice root system spatial distribution characteristics at flowering stage and grain yield under plastic mulching drip irrigation (PMDI). Journal of Animal and Plant Science. 24: 290-301.

Hejun, A., Shaobing, P., Yingbin, Z., Qiyuan, T. and Romeo, M. V. 2010. Reduction of unproductive tillers did not increase the grain yield of irrigated rice. Journal of Field Crops Research. 116: 108–115.

Lafitte, H.R. and Courtois, B. 2002. Interpreting cultivar environment interactions for yield in upland rice, assigning value to drought-adaptive traits. Crop Science. 42: 1409-1420.

Manzoor, Z., Awan, T. H., Safdar, E., Ali, R. I., Ashraf, M. M. and Ahmad. M. 2006. Effect of nitrogen levels on yield and yield components of Basmati 2000. Journal of Agricultural Research. 44(2):115-122.

Pradip, T.S. and Patil, S.N. 2013. Effect of SRI method for rice cultivation and drip irrigation – a low cost treatment for cultivation of strawberry. Advanced Research Journal of Crop Improvement. 4(2): 93-97.

Rao, K.V.R., Gangwar, S.K., Chourasia, L.B.R. and Soni, K.A. 2017. Effects of drip irrigation system for enhancing rice. Yield under system of rice intensification management. Applied Ecology and Environmental Research. 15: 487-495.

Soman, P., Bansal, R., Sharma, N., Singh, S., Bhardwaj, A. K., Pandiaraj, T. and Bhardwaj, R.K. 2018. On-farm drip irrigation in rice for higher productivity and profitability in Haryana, India. International Journal of Current Microbiology and Applied Science. 7: 506-51.

Water Management in Agriculture
Vol. 9, No. 1, Spring and Summer 2022, 135-148

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۹، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۱، ص. ۱۴۸-۱۳۵

The Effect of Combining Flood and Drip Irrigation Methods in Different Levels of Nitrogen Fertilizer and Number of Seedlings on Yield and Water Productivity of Rice

N. Shoaei Parchin[1], M.H. Biglouei [*2], G.R. Mohseabadi[3] and M.B. Farhangi[4]

Abstract

In order to investigate the effect of combining irrigation methods and nitrogen fertilizer levels in single and multiple seedling cultivation system on yield and water productivity of Tarom Roshan rice (*Oryza sativa* L.) cultivar, an experiment was conducted as split split plots based on randomized complete blocks with six irrigation treatments. The irrigation treatments include permanent flood irrigation method during the growing season (T1, control), strip drip irrigation method after the refilling of missing hills stage (T2), tillering (T3), clustering (T4), flowering (T5) and pasting (T6) with 50% of the amount of permanent flood irrigation water for each irrigation treatments. Two treatments of 90 (N1) and 180 (N2) kg/ha nitrogen fertilizer from urea source and two treatments of single (S1) and multiple (S2) seedlings was applied in three replications in 2019 in the rice research farm of Guilan University. The results showed that the highest grain yield with 6730.7 kg/ha was obtained in the treatment of T5 irrigation method with single seedling system and there was no significant difference with the treatments of T3 irrigation method with single planting and T1 with multi-seedlings systems. Additionally, the highest water productivity based on grain yield with 0.844 kg/m^3 was obtained in the treatment of T2 irrigation method with multi-seedling system and there was no significant difference with the treatment of T3 irrigation methods with single seedling system. Also, the highest water productivity based on grain yield in all irrigation treatments was associated with N2 treatment. Therefore, for higher grain yield with higher water productivity, T3 × S1 treatment with N2 fertilizer level can be applied in Rasht region under water limitation conditions.

Keywords: Clustering Stage, Growth Period, Permanent Flood Irrigation, Tarom Roshan, Tillering Stage

[1]Senior Student of Water Engineering Department, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan. Guilan, Iran
[2]Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Guilan, Iran (*Corresponding Author Email: Biglou@Guilan.ac.ir)
[3]Associate Professor, Department of Agriculture and plant breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran
[4]Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran
Received: 25 Mar 2022
Accepted: 27 May 2022