تحقیقات آب و خاک ایران | دوره ۵۲ | شماره ۱۲ | اسفند ۱۴۰۰ (ص ۳۰۴۶-۳۰۳۳)

https://dx.doi.org/10.22059/ijswr.2021.334752.669147

(مقاله علمی - پژوهشی)

Investigation of Transplanting and Direct Cultivation of Rice in terms of Yield and Yield Parameters under Different Irrigation Systems

SEYEDE TAYYEBEH HOSSEINI[1], HOSSEIN SHARIFAN[1*], ALIREZA KIANI[2], MOHAMMAD TAGHI FEYZBAKHSH[3], NOORMOHAMMAD ABYAR[4]

1. Department of Water and Soil, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. Research Institute of Agricultural Engineering, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.
3. Department of Agronomy and Plant Breeding, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.
4. Socio-Economic Research Ggroup, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.

(Received: Dec. 1, 2021- Revised: Dec. 18, 2021- Accepted: Dec. 21, 2021)

ABSTRACT

Rice is one of the most important crops in the world and after wheat has the second place in terms of annual production. Considering the importance of yield per unit area in agriculture, this study aimed to investigate the effect of direct cultivation and transplanting on yield and yield components of rice under different irrigation systems as split plot based on randomized complete block design at the Agricultural Research Station of Golestan province in 2019 and 2020. According to the results, there was a significant difference in terms of irrigation and planting method for all studied traits. The results of mean comparison of cultivation method showed that the highest and lowest amount of grain yield were obtained for the treatments of puddled transplanted and direct seeding, which were equal to 7506 and 4284 kg/ha, respectively. Also, according to the results of mean comparison of irrigation method, the highest grain yield was 6899 kg/ha, which was obtained for the permanent flood irrigation system, and there was a significant difference with other treatments in the level of 5% probability of LSD test. Grain yield had a positive and significant correlation with harvest index, plant height, number of fertile tillers, panicle length and number of full grains per panicle equal to 0.89, 0.87, 0.75, 0.53 and 0.73, respectively and had a negative and significant correlation with the number of empty grains per panicle equal to 0.81. According to the results, sprinkler irrigation system had the lowest values in terms of number of full grains per panicle, number of fertile tillers, panicle length and consequently grain yield compared to other irrigation treatments. Also, transplanting cultivation methods performed better than direct seeding cultivation method in terms of yield and yield components.

Keywords: Irrigation, Fertile Tillers, Harvest Index, Unpuddled Transplanted Cultivation.

*Corresponding Author's Email: h_sharifan@gau.ac.ir

بررسی کشت نشایی و خشکه‌کاری برنج از نظر عملکرد و پارامترهای عملکرد تحت سیستم‌های مختلف آبیاری

سیده طیبه حسینی[۱]، حسین شریفان[۱*]، علیرضا کیانی[۲]، محمدتقی فیض بخش[۳]، نورمحمد آبیار[۴]

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲. بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

۳. بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

۴. گروه تحقیقات اقتصادی و اجتماعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۱۰- تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۹/۲۷- تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۹/۳۰)

چکیده

برنج یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی در سراسر جهان است و بعد از گندم جایگاه دوم را از نظر تولید سالانه به خود اختصاص داده است. باتوجه‌به اهمیت مقدار عملکرد در واحد سطح در بخش کشاورزی، این پژوهش با هدف تاثیر کشت مستقیم و نشایی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج تحت سیستم‌های مختلف آبیاری بر پایه طرح اسپلیت پلات طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی استان گلستان، طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ انجام شد. باتوجه‌به نتایج، از نظر آبیاری و روش کاشت برای تمام صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین روش کشت نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه برای تیمارهای کشت نشاگل‌خراب و خشکه‌بذری به‌دست آمد که به‌ترتیب برابر ۷۵۰۶ و ۴۲۸۴ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین باتوجه‌به نتایج مقایسه میانگین روش آبیاری، بیشترین عملکرد دانه برابر ۶۸۹۹ کیلوگرم در هکتار بود که برای سیستم آبیاری غرقاب دائم به‌دست آمد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD داشت. عملکرد دانه با صفات شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، طول خوشه و تعداد دانه پر در خوشه همبستگی مثبت و معنی‌داری به‌ترتیب برابر ۰/۸۹، ۰/۸۷، ۰/۷۵، ۰/۵۳ و ۰/۷۳ داشت و با صفت تعداد دانه پوک در خوشه همبستگی منفی و معنی‌داری برابر ۰/۸۱ داشت. باتوجه‌به نتایج، سیستم آبیاری بارانی کمترین مقادیر را از نظر تعداد دانه پر در خوشه، تعداد پنجه بارور، طول خوشه و در نتیجه مقدار عملکرد دانه نسبت به تیمارهای آبیاری دیگر داشت. همچنین روش‌های کشت نشایی از نظر عملکرد و پارامترهای عملکرد بهتر از روش کشت خشکه‌بذری عمل کردند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، پنجه بارور، شاخص برداشت، کشت نشا غیر گل‌خراب.

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی در سراسر جهان است و بعد از گندم جایگاه دوم را از نظر تولید سالانه به خود اختصاص داده است. برنج با تولید جهانی بیش از ۷۰۰ میلیون تن در سال و سطح برداشت نزدیک به ۱۶۵ میلیون هکتار، غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد و در بخش عظیمی از قاره آسیا بیش از ۸۰ درصد کالری و ۷۵ درصد پروتئین مصرفی مردم را تأمین می‌کند (Ben Hassen et al., 2017). با افزایش روند جمعیت جهان، افزایش مواد غذایی به منظور تأمین نیازهای غذائی مردم اجتناب‌ناپذیر است، رفع چنین ناهماهنگی مستلزم افزایش عملکرد محصولات زراعی در واحد سطح می‌باشد که به‌عنوان مهم‌ترین راه چاره برای نجات بشر از فقر و گرسنگی است (FAO, 2015). عملکرد هر محصول زراعی حاصل رقابت برون و درون بوته‌ای برای عوامل محیطی رشد می‌باشد. حداکثر عملکرد زمانی حاصل می‌شود که این رقابت‌ها به حداقل خود رسیده و گیاه بتواند از عوامل محیطی رشد موجود، بیشترین استفاده را بنماید. اجزا اثر گذار بر عملکرد از یکدیگر مستقل نبوده و ممکن است افزایش یک جزء با مقدار معین، موجب کاهش در اجزا دیگر شود (Limouchi et al., 2018). Iftekharddaula et al. (2002) در تحقیقات خود همبستگی مثبتی بین ارتفاع گیاه، طول خوشه و شاخص برداشت

* نویسنده مسئول: h_sharifan@gau.ac.ir

با عملکرد را گزارش کردند. Prasad et al. (2001) در بررسی همبستگی صفات در واریته‌های برنج همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی مثبتی بین عملکرد دانه و ارتفاع گیاه را بیان کردند. نتایج بررسی‌های Rahim-soroush (2005) نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد دانۀپر در خوشه، همبستگی منفی و معنی‌داری با روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و همبستگی منفی با روزهای تا رسیدگی کامل دارد. در بررسی Babar et al. (2007) مشخص شد که صفات تعداد پنجه‌ها و ارتفاع بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دارد.

برنج از نظر میزان مصرف آب، بین تمام محصولات کشاورزی بیشترین نیاز را دارد؛ به‌طوری‌که برای تولید یک کیلوگرم برنج، کشاورزان مجبورند ۲ تا ۳ برابر بیشتر از دیگر غلات آب مصرف کنند (Zhang et al., 2006). ایران دارای ۰/۵۷ میلیون هکتار شالیزار می‌باشد که تقریباً آبیاری در کل مناطق شالیزار، با استفاده از رژیم آبیاری غرقابی و با نگه‌داشتن ۵-۳ سانتی‌متر آب روی خاک برای فصل رشد انجام می‌شود (Ebrahimi Rad et al., 2018). با این حال، مقدار زیادی از کل آب مورد استفاده در سطح مزرعه توسط تبخیر و تعرق، نشت و نفوذ آب از بین می‌رود. علاوه بر این، کشت برنج با تغییرات آب و هوایی تهدید می‌شود و مهم‌ترین چالشی است که کشاورزی آبی در سراسر جهان با آن روبرو خواهد شد. تأثیر تغییرات اقلیمی، بهینه‌سازی مصرف آب در مناطق با آبیاری برنج را ضروری می‌سازد. برای برطرف کردن این مشکلات، شیوه‌های جدید کشت برنج در سراسر جهان آزمایش می‌شود. این رویکردها با نام فن‌آوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب، می‌توانند به‌ویژه با کاهش تلفات آب در سطح مزرعه و بهینه‌سازی مصرف آب موجود، به کاهش میزان آب آبیاری مرتبط با کشاورزی سنتی برنج کمک کنند (Ben Hassen et al., 2017). نتایج بررسی Singh et al. (2000) بر روی کشت نشایی و مستقیم بذر برنج در زمین گل‌خراب و غیرگل‌خراب نشان داد که کشت گل‌خراب باعث افزایش عملکرد دانه برنج بین ۰/۷ تا ۱ تن در هکتار و عملکرد کاه برنج بین ۱/۷-۰/۸ تن در هکتار شد. طبق نتایج، کشت نشایی برنج عملکرد دانه و کاه بیشتری نسبت به کشت مستقیم بذر برنج در هر دو بستر گل‌خراب و غیرگل-خراب کاشته شده داشته است. یافته‌های (Kumar and Ladha 2011) بیانگر مزیت‌های گوناگون کشت مستقیم از جمله عملکرد مشابه با روش مرسوم، صرفه‌جویی در مصرف و هزینه‌های آبیاری، نیروی کار و تولید و کاهش میزان انتشار گاز متان بود.

نتایج مطالعات Chauhan and Johnson (2010) نشان داد که در کشت مستقیم برنج شدت علف هرز بیشتر از کشت نشایی است زیرا در این سیستم علف‌های هرز هم‌زمان با برنج سبز می‌شوند و ارتفاع آب لازم برای سرکوبی علف هرز همانند روش نشایی وجود ندارد و خطر کاهش عملکرد برنج در اثر رقابت علف هرز بسیار جدی است. نتایج تحقیقات (Patel et al. 2010) نشان داد که عملکرد دانه برنج در شرایط هوازی ۲۷/۵ درصد کمتر از شرایط غرقاب بود و بیان کردند که می‌توان شکاف عملکرد را با برخی از ارقام که تناسب بیشتری با شرایط هوازی دارند برطرف کرد. Naresh et al. (2013) در آزمایشی تفاوت شیوه‌های کشت مستقیم و مرسوم برنج را مقایسه نمودند. باتوجه‌به نتایج، تفاوت عملکرد ارقام در روش‌های مختلف کشت معنی‌دار و بیشترین و کمترین عملکرد در روش مرسوم و مستقیم بذر مشاهده شد. نتایج مطالعات Sidhu et al. (2014) نیز نشان داد، عملکرد دانه در کشت مرسوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از عملکرد دانه در روش مستقیم بود. Rajwade et al. (2014) به ارزیابی آبیاری قطره‌ای بر روی برنج در هند پرداختند. باتوجه‌به نتایج، عملکرد دانه در روش آبیاری قطره‌ای برنج به‌ترتیب ۸/۴۸ درصد بالاتر از کشت مستقیم بذر برنج و ۱۱ درصد پایین‌تر از آبیاری غرقابی نشاگل‌خراب برنج تحت سطح نیتروژن مشابه بود. نتایج این آزمایش نشان داد، از طریق آبیاری قطره‌ای در مقایسه با آبیاری غرقابی برنج با اندکی کاهش عملکرد، ۷۸ درصد آب می‌تواند ذخیره شود. نتایج مطالعات Liu et al. (2015) نشان داد، عملکرد دانه کشت مستقیم برنج، با عملکرد دانه کشت مرسوم برنج یکسان بود، اما کشت مستقیم برنج ۱۵/۳ درصد کمتر از کشت مرسوم، آب مصرف کرد. به باور Kaur and Singh (2017) کشت مستقیم بذر برنج به‌دلیل تقاضای پایین نهاده مزیت‌های خاصی ارائه می‌دهد که موجب صرفه‌جویی در آب و نیروی کار، زودرسی محصول، هزینه تولید پایین، شرایط مناسب فیزیکی خاک برای محصولات کشت بعدی و انتشار کمتر گاز متان می شود و از این‌رو گزینه‌ای مناسب در سیستم‌های مختلف کشت برنج است.

نتایج تحقیق Rao et al. (2017) بر روی روش‌های آبیاری قطره‌ای، تناوبی و غرقابی برنج در هند نشان داد که از لحاظ بهره-وری آب و عملکرد دانه، بیشترین میزان مربوط به تیمار آبیاری قطره‌ای بود که به ترتیب برابر ۰/۹ کیلوگرم بر متر مکعب و ۷/۰۷ تن بر هکتار بود و کمترین میزان برای تیمار غرقابی به‌دست آمد که به‌ترتیب برابر ۰/۱۶ کیلوگرم بر متر مکعب و ۳/۱۴ تن بر هکتار بود. Kruzhilin et al. (2017) به بررسی روش آبیاری قطره‌ای بر روی برنج پرداختند. باتوجه‌به نتایج، با استفاده از آبیاری قطره‌ای برنج بازده ۵ ، ۶ و ۷ تن در هکتار دانه مشاهده شد. نتایج، امکان کشت برنج تحت سیستم آبیاری قطره‌ای با کاهش قابل توجه مقدار آب آبیاری و سودآوری بالا را نشان داد. نتایج مطالعه

Bansal et al. (2018) برای ارزیابی عملکرد برنج تحت سه روش آبیاری قطره‌ای، بارانی و غرقابی در هند نشان داد که عملکرد دانه برنج در روش آبیاری قطره‌ای برابر ۶۹۵۰ کیلوگرم بر هکتار بود و در مقایسه با آبیاری غرقابی با عملکرد ۶۲۲۵ کیلوگرم در هکتار افزایش داشت و کمترین عملکرد برای روش آبیاری بارانی با مقدار ۴۸۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد.

در استان گلستان همه‌ساله سطح قابل توجهی از اراضی آبی به کشت و تولید برنج به روش غرقاب یا مرسوم اختصاص داده می‌شود که باتوجه‌به نیاز آبی قابل توجه آن نقش مهمی در کاهش و هدر رفت منابع آب سطحی و زیرزمینی استان ایفا می‌کند. با این حال گسترش روز افزون کشت برنج به شیوه مرسوم به‌دلیل سودآوری نسبی آن، یکی از مشکلات اساسی بخش کشاورزی استان در سال‌های اخیر است. بنابراین ضروریست کاربست سیستم‌های بهینه‌ساز مصرف آب و نیز شیوه‌های مناسب جایگزین روش کشت مرسوم برای تولید برنج مورد ارزیابی قرار گیرند تا با گزینش شیوه مناسب کشت و سیستم بهینه‌ساز آبیاری، محدودیت به‌وجود آمده بخصوص در مناطقی که سالیان سال به کشت برنج مشغول بوده‌اند برطرف گردد. بنابراین باتوجه‌به اهمیت کشت برنج در استان، هدف از این تحقیق مقایسه روش‌های کشت نشایی و خشکه‌کاری برنج و تاثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد تحت سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار و غرقابی جهت بررسی میزان تولید در واحد سطح برنج و انتخاب یک سیستم بهینه کشت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در اراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان (عراقی‌محله) واقع در شهرستان گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۵/۵ متر از سطح دریا طی دو سال زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ اجرا شد. میزان بارندگی سالانه استان بین ۳۵۵/۸ تا ۵۹۴/۳ میلی‌متر، متوسط رطوبت نسبی سالانه در ایستگاه سینوپتیک گرگان ۷۱ درصد و میزان تبخیر و تعرق سالانه و متوسط دمای هوا به ترتیب ۱۳۱۲/۹ میلی‌متر و ۱۷/۷ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (National Statistics Portal, 2013). این آزمایش در زمینی به ابعاد ۳۶۰۰ متر مربع که مساحت کرت‌ها در آن ۴۸ مترمربع (۸×۶ متر) بود، اجرا شد. رقم انتخابی، رقم اصلاح‌شده و پرمحصول فجر بود. تیمارها شامل چهار تیمار سیستم آبیاری بارانی (I_1) با به کارگیری چهار آبپاش برای هر کرت (با دبی ۰/۱۵ لیتر بر ثانیه در هر آبپاش)، غرقابی دائم (I_2)، غرقابی تناوبی (I_3) و قطره‌ای (I_4) با فاصله نوار تیپ ۵۰ سانتی‌متر (با فاصله روزنه ۲۰ سانتی‌متر و دبی یک لیتر بر ساعت) به‌عنوان عامل اصلی و سه تیمار کشت شامل کشت مستقیم بذر برنج (C_1)، کشت نشایی در زمین غیرگل‌خراب (C_2) و کشت نشایی در زمین گل‌خراب شده (C_3)، به‌عنوان عامل فرعی و بر پایه طرح اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و مجموعا برای ۳۶ تیمار، اجرا شد.

آماده‌سازی زمین شامل مراحل شخم اولیه، شخم ثانویه، تسطیح و ایجاد کرت‌بندی قبل از کشت انجام گرفت. برای تیمارهای نشاگل‌خراب، عملیات گل خرابی به‌وسیله تراکتور صورت گرفت و به‌وسیله ماله پشت تراکتوری زمین تسطیح شد. برای تیمارهای نشاغیرگل‌خراب عملیات گل‌خرابی صورت نگرفت و نشا به‌صورت مستقیم پس از یک مرحله آبیاری کرت، در خاک قرار گرفت. برای دو سال کشت، عملیات نشاکاری در زمین اصلی ۲۵ روز پس از کشت بذر در خزانه و در اواسط خردادماه صورت گرفت که نشاکاری توسط کارگر با فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و با ۴-۵ نشا در هر کپه انجام شد. در تیمار خشکه‌بذری نیز بذر برنج به‌صورت مستقیم به‌وسیله تراکتور و با فاصله ۲۵ سانتی‌متر، همزمان با نشاکاری در سطح خاک کشت شد. میزان بذر مصرفی در روش نشایی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و در روش خشکه‌بذری ۶۰ کیلوگرم در هکتار بود. تصویر سیستم‌های مختلف آبیاری برنج در شکل (۱) آورده شده است.

آب مورد نیاز تمامی تیمارهای آزمایشی طرح از یک حلقه چاه آب برقی با سیستم پمپاژ آب در ایستگاه تحقیقاتی عراقی‌محله تأمین شد. جهت آبیاری و اعمال تیمارهای آبیاری میزان تبخیر از تشتک کلاس A به‌صورت روزانه راس ساعت ۹ صبح طی دوره رشد برنج اندازه‌گیری شد و سپس تبخیر از تشت با استفاده از ضریب تجربی تشت تبخیر A به‌صورت رابطه زیر به تبخیر ـ تعرق مرجع مرتبط شد (FAO 56, 1998):

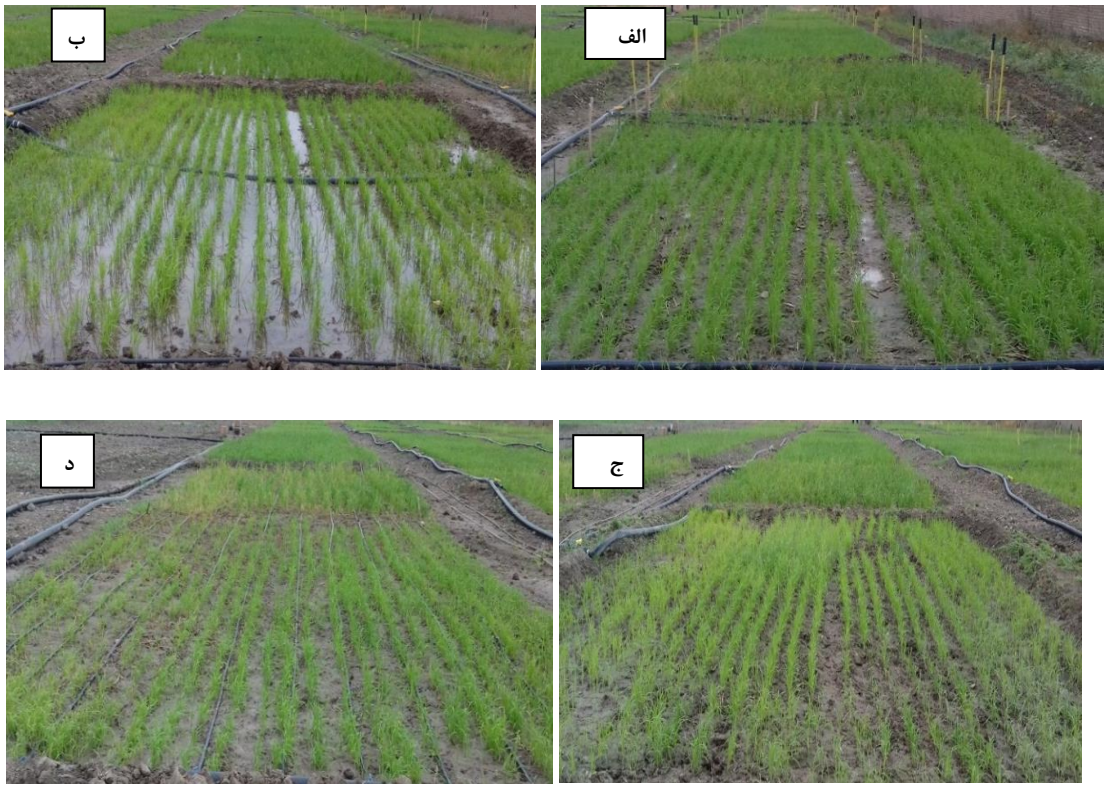
$$ET_o = K_p . E_{pan}$$ (رابطه ۱)

که در آن، ET_o تبخیر - تعرق مرجع (میلی‌متر بر روز)، K_p ضریب تشت (برابر ۰/۷۵ در نظر گرفته شد) و E_{pan} تبخیر تشت (میلی‌متر بر روز) می‌باشد. سپس، تبخیرـ تعرق گیاه برنج (ET_c)، تحت شرایط استاندارد با ضرب کردن ضریب گیاهی برنج ($K_{c\ ini}$: ۱/۰۵، $K_{c\ mid}$: ۱/۲ و $K_{c\ end}$: ۰/۹) در تبخیرـ تعرق مرجع (ET_o) محاسبه و تعیین شد. در نهایت مقدار آب آبیاری در هر تیمار بر اساس سطح کرت و درصد تبخیر- تعرق گیاه برنج در نظر گرفته شد.

$$ET_c = ET_o \times K_c$$ (رابطه ۲)

برای روش غرقاب دائم، آب به طور دائم با عمق تقریبی پنج سانتی‌متر در سطح خاک کرت‌ها بود و در روش غرقاب تناوبی،

کرت ابتدا با عمق تقریبی پنج سانتی‌متر غرقاب شد و در زمان خشک شدن آب و رؤیت ترک بر روی زمین، آبیاری دوباره انجام شد. اطلاعات مربوط به مقدار آب مصرفی کرت‌ها از روی کنتوری که برای هر سیستم آبیاری نصب شده بود به‌دست آمد. آزمایش خاک نیز ابتدای دوره کشت انجام گرفت. خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه در جدول (۱) آورده شده است. همچنین اطلاعات هواشناسی محل انجام طرح در جدول (۲) آورده شده است.



شکل ۱- تصویر سیستم‌های آبیاری برنج (آ. آبیاری بارانی ب. آبیاری غرقاب دائم ج. آبیاری غرقاب متناوب د. آبیاری قطره‌ای (تیپ))

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک در مزرعه (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر)

رس %	سیلت %	ماسه %	بافت	پتاسیم قابل جذب ppm	فسفر قابل جذب ppm	آهک %	کربن آلی %	نیتروژن کل %	هدایت الکتریکی $Ec*10^3$	pH
۲۸	۵۲	۲۰	Si-C-L	۳۶۰	۷/۸	۲۶/۵	۱/۳۳	۰/۱	۰/۸	۷/۷

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در طول دوره رشد برنج

ماه	مجموع بارش (mm)			میانگین دمای حداکثر (^0C)			میانگین دمای حداقل (^0C)		
	۱۳۹۸	۱۳۹۹	بلندمدت	۱۳۹۸	۱۳۹۹	بلندمدت	۱۳۹۸	۱۳۹۹	بلندمدت
خرداد	۳	۲/۰۴	۳۵	۳۴/۲	۳۳/۷	۲۹/۹	۱۹/۸	۱۹/۴	۱۸/۵
تیر	۲۴/۷	۱۸/۴	۵۲/۱	۳۴/۱	۳۴/۵	۳۴/۳	۲۳/۹	۲۱/۹	۲۳/۶
مرداد	۲/۳	۴/۰۹	۴۳/۳	۳۴	۳۳/۱	۳۵/۸	۲۲/۱	۲۳/۴	۲۴/۶
شهریور	۲۲/۳	۱۳/۵	۴۹/۳	۳۱/۲	۳۱/۲	۳۰/۴	۱۹/۳	۱۸/۷	۲۰
مهر	۵۸/۴	۳۰/۳	۵۰/۲	۲۷/۵	۲۷/۱	۲۷/۴	۱۳/۷	۱۳/۱	۱۵/۲

بعد از آماده‌سازی زمین، کودهای مصرفی بر اساس آزمایش خاک، بسته به وضعیت عناصر غذایی موجود در خاک مزرعه و توصیه‌های فنی به‌صورت پایه و سرک استفاده شد. کودهای پایه شامل کود اوره (۵۰ کیلوگرم در هکتار)، سوپر فسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود که به‌صورت یکسان برای تمام تیمارها اعمال شد. توزیع کود سرک در کرت‌ها نیز باتوجه‌به نیاز برنج (بر اساس توصیه‌های

LCC[1]) انجام شد. مقدار کودهای مصرفی سرک در طول دوره رشد، برای کشت نشایی و خشکه‌بذری به‌ترتیب برای سال اول کشت، ۲۶۰/۴ و ۲۷۰/۸ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، ۱۵۶/۲۵ و ۲۰۸/۳ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و ۲۰۸/۳ و ۱۹۷/۹ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم و برای سال دوم کشت، ۲۲۹/۱۷ و ۲۶۰/۴ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، ۱۵۶/۲۵ و ۱۵۶/۲۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و ۱۶۶/۶۷ و ۱۶۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم بود. نتایج مطالعات Mahajan et al. (2012) نیز نشان داد که نیاز به کود نیتروژن برای کشت مستقیم بذر برنج بیشتر از کشت نشایی برنج است. برای مبارزه با علف‌های هرز برنج (Singh et al., 2006) (عمدتا علف هرز سوروف و اویارسلام)، علف‌کش نوینو در یک نوبت (دو هفته پس از کشت) برای تمام تیمارها در سال اول و دوم کشت و علف‌کش بنتازون (بازاگران) طی یک نوبت (سه هفته پس از کشت) در سال اول و علف‌کش پیش‌رویشی پندی متالین در سال دوم برای تیمارهای خشکه-بذری در سطح کرت‌ها پخش گردید. در تیمارهای مختلف در کنار استفاده از علف‌کش‌های مذکور از وجین دستی نیز استفاده گردید. در کرت‌های آزمایشی برای مبارزه با بیماری بلاست برنج میزان ۰/۵ کیلوگرم در هکتار قارچ‌کش بیم (Dastan et al., 2016) به محض مشاهده بلاست برگی در سطح تمام کرت‌ها پخش گردید. همچنین، جهت مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج در سال اول از سم دیازینون گرانولی ۱۰٪ و در سال دوم از سم کرم ساقه‌خوار ماترین استفاده شد. پس از رسیدن محصول، برداشت توسط کارگر و پس از حذف حاشیه انجام شد، سپس به وسیله دستگاه خرمنکوب، عملیات خرمنکوبی صورت گرفت.

پس از برداشت محصول با محاسبه عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) و میزان عملکرد بیولوژیکی (عملکرد دانه و کاه و کلش) در سطح یک هکتار، شاخص برداشت از رابطه زیر محاسبه شد:

$$HI = \frac{GY}{BY} * 100 \quad \text{(رابطه ۳)}$$

که در آن، HI شاخص برداشت (درصد)، GY عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و BY عملکرد بیولوژیکی (مجموع دانه و کاه و کلش) بر حسب کیلوگرم در هکتار می‌باشد. همچنین، طول خوشه، ارتفاع بوته، تعداد دانه پر و پوک، تعداد پنجه بارور و غیر بارور، عملکرد زیست‌توده و شلتوک بر اساس استانداردهای زراعی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری‌های مورد نظر، پنج کپه از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب شد. تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نیز با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت و میانگین تیمارها از طریق آزمون حداقل تفاوت معناداری (LSD) در سطح پنج درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین دوساله اثر تیمارهای مختلف آبیاری و کشت بر صفات مورد بررسی در جداول (۳) و (۴) نشان داده شده است.

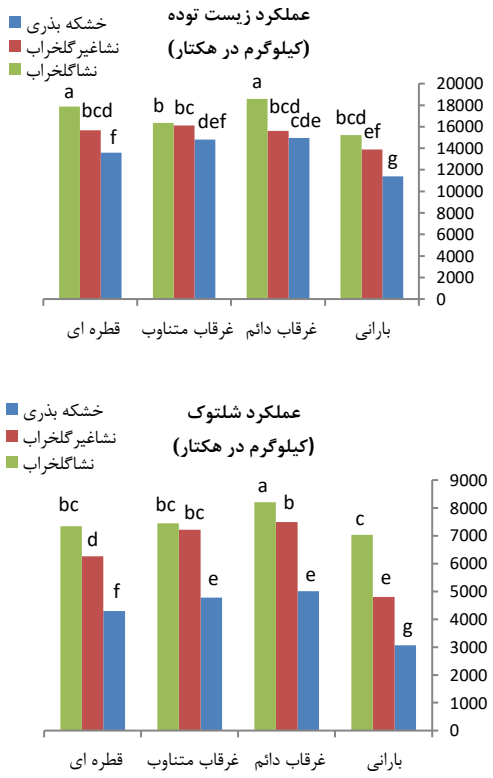
عملکرد شلتوک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، آبیاری، روش کاشت و اثر متقابل روش کاشت× آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار شد و آبیاری× سال، روش کاشت× سال و اثر متقابل روش کاشت× آبیاری× سال معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین اثر روش آبیاری روی عملکرد برنج نشان داد (جدول ۴)، بیشترین عملکرد برای سیستم غرقاب دائم با مقدار ۶۸۹۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد برای سیستم بارانی با مقدار ۴۹۶۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD داشتند. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر روش کشت نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار عملکرد ۷۵۰۶ و ۴۲۸۴ کیلوگرم در هکتار بود که به‌ترتیب در تیمار کشت نشاگل‌خراب و تیمار کشت خشکه‌بذری مشاهده شد و اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD معنی‌دار بود. بررسی Karimi Fard et al, (2020) بر روی کشت نشایی و مستقیم برنج نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار عملکرد برابر ۸۱۷۷ و ۴۱۸۸ کیلوگرم در هکتار بود که به‌ترتیب برای روش آبیاری غرقابی با کشت نشایی و روش آبیاری بارانی با کشت نشایی به‌دست آمد. نتایج مطالعه Sidhu et al. (2014) بر روی کشت مرسوم و مستقیم برنج نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه خالی در بوته در دو سیستم کشت به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار نگرفت ولی تعداد پنجه‌های بارور که عامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد دانه هستند، در روش مرسوم به طور معنی‌داری از روش مستقیم بیشتر بود. به‌همین ترتیب عملکرد دانه در کشت مرسوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از عملکرد دانه در روش مستقیم بود. مطالعه Jehangir et al. (2004) نشان داد که آبیاری غرقابی متناوب می‌تواند موجب صرفه‌جویی آب شود در حالی که کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه نسبت به روش سنتی ایجاد نخواهد کرد. باتوجه‌به جدول (۲) در مردادماه که مصادف با زمان گرده‌افشانی می‌باشد، میانگین دمای حداکثر سال ۱۳۹۹ به ۳۳/۱ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت که این کاهش

[1] Leaf Colour Chart for N application

میانگین دمای حداکثر در سال دوم اجرای آزمایش می‌تواند یکی از دلایل افزایش عملکرد دانه در سال دوم با مقدار ۶۲۹۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با مقدار ۵۸۵۶ کیلوگرم در هکتار باشد. بررسی مطالعه Nie et al. (2012) نیز نشان داد که دمای بالای هوا در دوره رشد برنج، بر مراحل رشد رویشی به‌ویژه روی رشد فیزیولوژیک دانه برنج اثر منفی دارد و به شدت از عملکرد دانه می‌کاهد.

جدول (۵) نشان داد که بین عملکرد دانه با صفات شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور و غیر بارور، طول خوشه، تعداد دانه پر در خوشه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت و با صفت تعداد دانه پوک در خوشه، همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. Selvaraj et al. (2011) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته و تعداد دانه در خوشه و عملکرد دانه برنج گزارش کردند. نتایج تحقیق Tavoosi et al. (2015) بر روی عملکرد و برخی شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی برنج نشان داد که طول خوشه و تعداد دانه در خوشه بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد دانه داشته‌اند. Yang et al. (2002) نیز رابطه مثبتی بین تعداد خوشه و تعداد دانه و عملکرد دانه برنج پیدا کردند.



شکل ۲- اثر متقابل روش کاشت× آبیاری× سال روی عملکرد شلتوک و زیست‌توده

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت× آبیاری× سال نشان داد (شکل ۲) سیستم آبیاری غرقاب دائم با عملکرد شلتوک ۸۲۰۵/۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار کشت نشاگل‌خراب بالاترین مقدار عملکرد را داشت و سیستم آبیاری بارانی با عملکرد ۳۰۶۱/۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار کشت خشکه‌بذری کمترین مقدار عملکرد را داشت و اختلاف آن‌ها با سایر تیمارها در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD معنی‌دار شد و با نتایج Belder et al. (2005) که بیان کردند عملکرد برنج با وجود کود نیتروژن و تحت شرایط هوازی، کمتر از عملکرد تحت شرایط غرقاب است همخوانی دارد. نتایج Bouman and Tuong (2001) نیز نشان داد که بیشتر فناوری‌هایی صرفه‌جویی در مصرف آب، از جمله کشت برنج هوازی منجر به از دست دادن عملکرد می‌شود. همچنین Yun et al. (1997) گزارش کردند که حداکثر عملکرد برنج هوازی که گزارش شده ۳۰ درصد کمتر از برنج غرقابی است. نتایج بررسی‌های انجام شده توسط محققین مختلف نشان داد که عملکرد برنج در کشت مستقیم بذر برنج به‌طور قابل توجهی پایین‌تر از کشت نشاگل‌خراب برنج بوده است. با این حال، میزان کاهش عملکرد بسته به روش‌های مدیریتی، نوع خاک و شرایط آب و هوایی متغیر بوده و مدیریت علف‌های هرز و آب بیشترین تأثیر را بر عملکرد داشتند (Xu et al., 2019؛ Kumar and Ladha, 2011). Gill and Singh (2008) اثر دو برنامه آبیاری با فاصله ۲ و ۳ روزه را بر عملکرد کشت مستقیم بذر برنج بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد آبیاری در فاصله ۲ روز به‌طور معنی‌داری عملکرد بیشتری نسبت به فاصله ۳ روز داشت.

عملکرد زیست‌توده

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، آبیاری و روش کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد و آبیاری× سال، روش کاشت× سال و اثر متقابل روش کاشت× آبیاری و روش کاشت× آبیاری× سال معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین اثر روش آبیاری نشان داد (جدول ۴)، بیشترین عملکرد زیست‌توده برای سیستم غرقاب دائم به دست آمد که مقدار آن برابر ۱۶۳۸۹ کیلوگرم در هکتار بود اما اختلاف معنی‌داری با تیمارهای غرقاب متناوب با عملکرد زیست توده ۱۵۷۶۳ کیلوگرم در هکتار و قطره‌ای با عملکرد زیست توده ۱۵۷۰۱ کیلوگرم در هکتار نداشت. کمترین عملکرد زیست‌توده نیز برای سیستم بارانی به‌دست آمد و اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD با سایر تیمارها داشت. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر روش کشت نشان داد، بیشترین و کمترین مقدار عملکرد زیست‌توده ۱۷۰۰۴ و ۱۳۶۸۴ کیلوگرم در هکتار بود که به‌ترتیب در تیمار کشت

نشاگل‌خراب و تیمار کشت خشکه‌بذری مشاهده شد و اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD معنی‌دار بود. Belder et al. (2004) اظهار داشتند که زیست‌توده کل و عملکرد دانه در دو روش آبیاری غرقاب دایم و آبیاری متناوب اختلاف معنی‌داری نداشتند.

باتوجه‌به نتایج اثر متقابل روش کاشت× آبیاری× سال، برای سیستم‌های مختلف آبیاری بارانی، غرقاب دائم، غرقاب متناوب و قطره‌ای، روش کشت نشاگل‌خراب به‌ترتیب با ۱۵۲۱۷/۸، ۱۸۵۸۶/۳، ۱۶۳۶۰/۵ و ۱۷۸۵۴/۸ کیلوگرم در هکتار، عملکرد زیست‌توده بالاتری داشت. همچنین بیشترین و کمترین عملکرد زیست‌توده برای آبیاری غرقاب دائم با کشت نشاگل‌خراب و آبیاری بارانی با کشت خشکه‌بذری به‌دست آمد (شکل ۲). به نظر می‌رسد شرایط کشت هوازی تاثیر منفی بر روی تولید زیست‌توده داشته است. نتایج مطالعه Mir Abolghasemi et al. (2016) نیز نشان داد که برنج برای توسعه ریشه نیاز به شرایط اشباع دارد و کاهش رطوبت خاک از حد اشباع باعث کاهش عملکرد ماده خشک می‌شود.

طول خوشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۳) که آبیاری در سطح پنج درصد و روش کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود و آبیاری× سال، روش کاشت× سال، اثر متقابل روش کاشت× آبیاری و روش کاشت× آبیاری× سال معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین اثر روش آبیاری روی طول خوشه برنج نشان داد (جدول ۴)، بیشترین طول خوشه برای سیستم غرقاب متناوب به دست آمد که برابر ۲۸/۸ سانتی‌متر بود اما اختلاف معنی‌داری با تیمار غرقاب دائم و قطره‌ای در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD نداشت. کمترین طول خوشه نیز برای سیستم بارانی با مقدار ۲۷/۹ سانتی‌متر به‌دست آمد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD داشت. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر روش کشت نشان داد، بیشترین و کمترین طول خوشه ۲۹/۸ و ۲۷/۳ سانتی‌متر بود که به‌ترتیب در تیمار کشت نشاغیرگل‌خراب و تیمار کشت خشکه‌بذری مشاهده شد و اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD معنی‌دار بود. ضریب همبستگی برای طول خوشه با صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور و غیر بارور، تعداد دانه پر در خوشه مثبت و معنی‌دار بود و با صفت تعداد دانه پوک در خوشه همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد داشت.

تعداد دانه پر و پوک

نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه پر و پوک نشان داد (جدول ۳) که آبیاری و روش کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد و روش کاشت× سال، اثر متقابل روش کاشت× آبیاری و روش کاشت× آبیاری× سال معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین اثر روش آبیاری روی تعداد دانه پر نشان داد (جدول ۴)، بیشترین تعداد دانه پر برای سیستم غرقاب متناوب با ۱۳۴/۴ عدد دانه پر در خوشه بود اما اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD با سیستم غرقاب دائم با ۱۳۴/۲ عدد دانه پر در خوشه نداشت. کمترین تعداد دانه پر نیز برای سیستم بارانی با ۱۲۰/۱ عدد دانه پر در خوشه به دست آمد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD داشت. این امر بیانگر آن است که نوع آبیاری نقش زیادی در مرحله دانه‌بندی دارد و سیستم آبیاری بارانی نقش منفی در دانه‌بندی برنج داشته و در نهایت منجر به افزایش تعداد دانه پوک و کاهش عملکرد دانه شده است. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر روش کشت نشان داد، بیشترین و کمترین تعداد دانه پر در خوشه ۱۴۳/۸ و ۱۰۸/۵ عدد بود که به‌ترتیب در تیمار کشت نشاغیرگل‌خراب و تیمار کشت خشکه‌بذری مشاهده شد و اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود. باتوجه‌به مطالعه shi et al, (2009)، هرگونه تنش در اجرای روش‌های آبیاری می‌تواند در افزایش عقیمی خوشه و تعداد دانه پوک در خوشه موثر باشد. نتایج مطالعه Karimi Fard et al, (2020) نشان داد که بیشترین تعداد دانه پر در خوشه در تیمار آبیاری سنتی و درکشت نشایی به‌دست آمد که با مقدار به‌دست آمده در کشت مستقیم تفاوت معنی‌دار داشت و برای سیستم‌های بارانی و قطره‌ای روش کشت نشایی و مستقیم اختلاف معنی‌داری نداشتند. ضریب همبستگی برای تعداد دانه بارور با صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول خوشه و تعداد پنجه بارور و غیر بارور مثبت و معنی‌دار بود و با صفت تعداد دانه پوک در خوشه همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد داشت.

پنجه بارور و پنجه غیر بارور

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، آبیاری، روش کاشت و اثر متقابل روش کاشت× آبیاری بر تعداد پنجه بارور و غیر بارور معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر روش آبیاری روی تعداد پنجه بارور نشان داد (جدول ۴)، بیشترین تعداد پنجه بارور برابر ۲۱/۹ بود و برای سیستم غرقاب دائم به دست آمد اما اختلاف معنی‌داری با تیمار غرقاب متناوب و قطره‌ای در سطح احتمال

پنج درصد آزمون LSD نداشت. کمترین تعداد پنجه بارور نیز برابر ۱۹/۶ بود که برای سیستم بارانی به‌دست آمد اما اختلاف معنی‌داری با سیستم قطره‌ای نداشت. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر روش کشت نشان داد، بیشترین و کمترین تعداد پنجه بارور ۳۰ و ۹/۹۶ بود که به‌ترتیب در تیمار کشت نشاغیرگل‌خراب و تیمار کشت خشکه‌بذری مشاهده شد و اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD معنی‌دار بود. نتایج Rezaei and Nahvi (2007) نشان داد که کمبود دسترسی به آب ناشی از آبیاری غیر غرقابی، با جلوگیری از انتقال املاح و مواد غذایی به گیاه و کاهش فتوسنتز باعث کاهش تعداد پنجه، سطح برگ، تجمع ماده خشک، تعداد دانه پر در خوشه و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود. نتایج مطالعه Tao et al, (2006) بالاترین تعداد پنجه را برای تیمارهای تحت شرایط آبیاری غرقابی گزارش نموده است. نتایج جدول همبستگی نشان داد (جدول ۵) که تعداد پنجه بارور با صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد پنجه غیر بارور و تعداد دانه پر در خوشه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد داشت و با صفت تعداد دانه پوک در خوشه همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد داشت.

جدول ۳- آنالیز واریانس صفات مورد بررسی برنج

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد زیست توده	عملکرد شلتوک	شاخص برداشت	طول خوشه	تعداد دانه پوک	تعداد دانه پر	تعداد پنجه غیر بارور	تعداد پنجه بارور	ادوات و ماشین‌آلات	نیروی کارگری
سال	۱	۳۰۷۷۴۳۴^{ns}	۳۵۲۳۶۴۶**	۰/۰۰۶۹**	۱۱/۷۲**	۲۰۳**	۵۸۴/۵*	۱۹/۸^{ns}	۴/۳۰۲^{ns}	۱۲۹۹**	۱۶۱۶۷**
تکرار در سال	۴	۷۳۴۷۷۶۵	۱۰۸۲۷۱	۰/۰۰۲۳	۰/۵۹۴	۲/۰۹	۲۹/۱۹	۲/۸۲	۲/۰۶۲	۴/۳۸	۳۲/۴۷
آبیاری	۳	۲۸۹۳۲۰۳۲**	۱۲۵۵۹۵۴۷**	۰/۰۱۳۹**	۳/۳۴۷*	۳۵۰**	۸۲۵/۴**	۱۲/۸۳*	۱۶/۸۴۱*	۱۳۶۰۵**	۹۷۰۴**
آبیاری×سال	۳	۵۰۹۹۰۰۷^{ns}	۳۹۳۵۷۰^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۴۶۴^{ns}	۲۰/۹^{ns}	۴۳/۹۳**	۰/۶۷^{ns}	۰/۸۳۷^{ns}	۵/۳۶^{ns}	۱۵۵**
خطای اصلی	۱۲	۲۸۳۶۳۵۱	۳۲۴۹۷۸	۰/۰۰۰۹	۰/۹۵۰	۱۵/۵	۱۱۷/۱	۴/۲	۵/۰۶۲	۱/۹۳	۱۲/۴۱
روش کاشت	۲	۶۶۱۳۶۷۲۳**	۶۴۶۶۰۷۹۲**	۰/۱۲۳۱**	۳۸/۳۸**	۶۲۶**	۸۰۵۸**	۳۲۴**	۲۶۱۹**	۸۸۹۰۴**	۵۰۶۷۱۵**
روش کاشت×آبیاری	۶	۳۵۱۰۳۳۵^{ns}	۱۱۵۶۲۱۹**	۰/۰۰۷۲**	۱/۳۲۳^{ns}	۱۱/۱^{ns}	۸۱/۳۲^{ns}	۷/۷۰*	۴۹/۹۴**	۳۱۷۴**	۲۹۹۳**
روش کاشت×سال	۲	۲۷۴۹۷۶۲^{ns}	۵۶۶۹۳۰^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۸۷۳^{ns}	۹/۹۲^{ns}	۱۳۱/۸^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۲/۸۴۳^{ns}	۷۶/۳۸**	۷۶۳**
روش کاشت×آبیاری×سال	۶	۱۱۹۵۷۹۶^{ns}	۱۵۷۱۹۲^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۶۲۸^{ns}	۱۱/۹^{ns}	۸۵/۷۶^{ns}	۱/۳۷^{ns}	۶/۶۵۷^{ns}	۱/۴۴^{ns}	۱۶۳**
خطای فرعی	۳۲	۲۳۳۳۳۲۴	۳۰۵۳۱۶	۰/۰۰۰۷	۰/۸۱۲	۸/۹	۹۴/۸۹	۳/۲۴	۱۰/۹۸	۱/۷۹	۱۰/۵۴
ضریب تغییرات	-	۱۱/۹	۹/۵	۶/۹	۳/۱۵	۱۳/۰	۷/۵	۲۳/۴	۱۵/۲	۰/۷	۰/۵

ns، * و به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد**

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی برنج در تیمارهای مختلف آبیاری و کشت

	صفات	عملکرد زیست‌توده (kg/ha)	عملکرد شلتوک (kg/ha)	شاخص برداشت (٪)	طول خوشه (cm)	تعداد دانه پوک	تعداد دانه پر	تعداد پنجه غیر بارور	تعداد پنجه بارور	ادوات و ماشین-آلات (h)	نیروی کارگری (h)
سال	۹۸	۱۵۱۲۹^{a}	۵۸۵۶^{b}	۰/۳۸۱^{b}	۲۸/۱^{b}	۲۳/۱^{b}	۱۲۶^{b}	۷/۲۶^{b}	۲۱/۴^{a}	۱۹۵^{a}	۷۱۵^{a}
	۹۹	۱۵۵۴۳^{a}	۶۲۹۸^{a}	۰/۴۰۲^{a}	۲۸/۹^{a}	۲۶/۴^{a}	۱۳۱^{a}	۸/۳۱^{a}	۲۱/۹^{a}	۱۸۶^{b}	۶۸۵^{b}
روش کاشت	بذر	۱۳۶۸۴^{c}	۴۲۸۴^{c}	۰/۳۱۱^{c}	۲۷/۳^{c}	۲۹/۸^{a}	۱۰۸/۵^{c}	۴/۶۰^{c}	۹/۹۶^{c}	۱۵۷^{b}	۵۳۲^{c}
	نشاغیرگلخراب	۱۵۳۲۰^{b}	۶۴۴۱^{b}	۰/۴۱۹^{b}	۲۹/۸^{a}	۲۴/۹^{b}	۱۴۳/۸^{a}	۱۱/۸^{a}	۳۰/۰^{a}	۱۵۴^{c}	۷۸۲^{b}
	نشاگلخراب	۱۷۰۰۴^{a}	۷۵۰۶^{a}	۰/۴۴۶^{a}	۲۸/۵^{b}	۱۹/۶^{c}	۱۳۴/۷^{b}	۶/۹۵^{b}	۲۴/۹^{b}	۲۶۱^{a}	۷۸۶^{a}
روش آبیاری	بارانی	۱۳۴۹۲^{b}	۴۹۶۲^{d}	۰/۳۶^{b}	۲۷/۹^{b}	۳۰/۲^{a}	۱۲۰/۱^{c}	۹/۴۵^{a}	۱۹/۶^{b}	۱۶۷^{c}	۶۹۱^{c}
	غرقاب دایم	۱۶۳۸۹^{a}	۶۸۹۹^{a}	۰/۴۱۹^{a}	۲۸/۷^{a}	۲۰/۵^{c}	۱۳۴/۲^{a}	۷/۴۵^{b}	۲۱/۹^{a}	۲۱۵^{a}	۷۱۷^{b}
	غرقاب متناوب	۱۵۷۶۳^{a}	۶۴۸۰^{b}	۰/۴۱۱^{a}	۲۸/۸^{a}	۲۱/۷^{c}	۱۳۴/۴^{a}	۷/۵۱^{b}	۲۱/۸^{a}	۲۱۴^{b}	۷۲۱^{a}
	قطره‌ای	۱۵۷۰۱^{a}	۵۹۶۸^{c}	۰/۳۷۷^{b}	۲۸/۷^{a}	۲۶/۴^{b}	۱۲۷/۵^{b}	۷/۷۴^{b}	۲۰/۷^{ab}	۱۶۷^{c}	۶۷۱^{d}

میانگین‌های با حروف یکسان که در هر ستون نمایش داده شده‌اند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD ندارند.

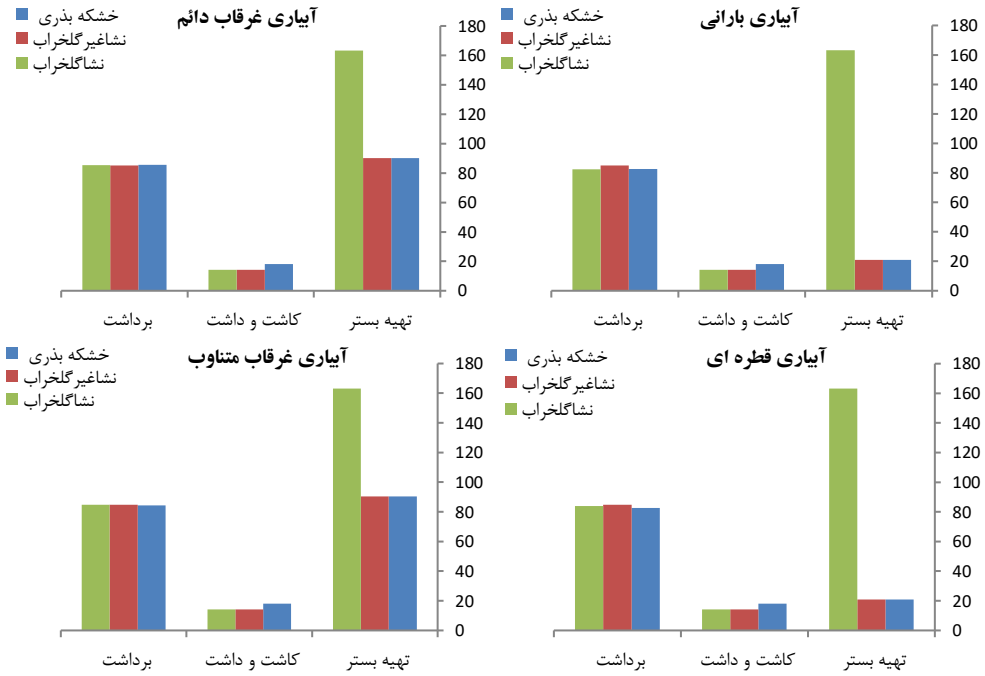
شاخص برداشت

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، آبیاری، روش کاشت و اثر متقابل روش کاشت× آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار شد و آبیاری× سال، روش کاشت× سال و اثر متقابل روش کاشت× آبیاری× سال معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین اثر روش آبیاری نشان داد (جدول ۴)، بیشترین شاخص برداشت برابر ۴۱/۹ درصد بود و برای سیستم غرقاب دائم به دست آمد اما اختلاف معنی‌داری با تیمار غرقاب متناوب با شاخص برداشت ۴۱/۱ درصد

نداشت. کمترین شاخص برداشت نیز برابر ۳۶ درصد بود و برای سیستم بارانی به‌دست آمد و اختلاف معنی‌داری با تیمار قطره‌ای با شاخص برداشت ۳۷/۷ درصد نداشت. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر روش کشت نشان داد، بیشترین و کمترین شاخص برداشت ۴۴/۶ و ۳۱ درصد بود که به‌ترتیب در تیمار کشت نشاگل‌خراب و تیمار کشت خشکه‌بذری مشاهده شد و اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود. جدول ضرایب همبستگی نشان داد (جدول ۵) که همبستگی منفی و معنی‌دار بین تعداد دانه پوک در خوشه و شاخص برداشت با r= -۰/۷۰۳ در سطح یک درصد وجود داشت.

ادوات و ماشین‌آلات

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، آبیاری، روش کاشت، اثر متقابل روش کاشت× آبیاری و روش کاشت× سال در سطح یک درصد معنی‌دار شد و آبیاری× سال و اثر متقابل روش کاشت× آبیاری× سال معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین اثر روش آبیاری نشان داد (جدول ۴)، بیشترین کاربرد ادوات و ماشین‌آلات برابر ۲۱۵ ساعت در هکتار بود که برای سیستم غرقاب دائم به دست آمد و اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD با تیمارهای دیگر داشت. کمترین کاربرد ادوات و ماشین‌آلات نیز برای سیستم بارانی و قطره‌ای به‌دست آمد. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر روش کشت نشان داد، بیشترین و کمترین کاربرد ادوات و ماشین‌آلات ۲۶۱ و ۱۵۴ ساعت در هکتار بود که به‌ترتیب در تیمار کشت نشاگل‌خراب و تیمار کشت نشاغیرگل‌خراب مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD با تیمارهای دیگر داشتند.



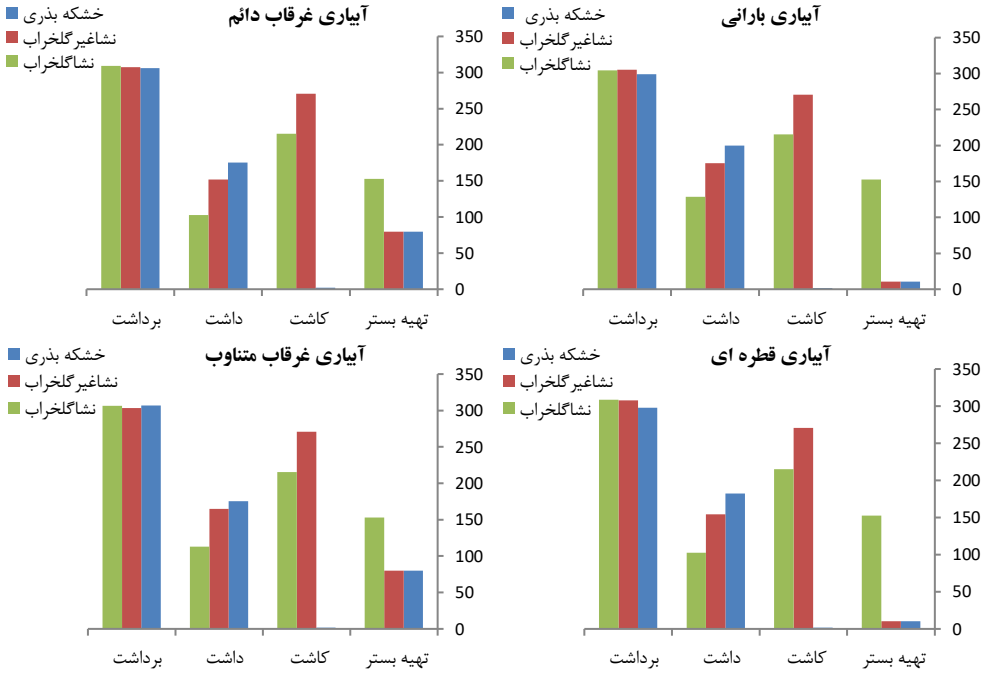
شکل ۳- میانگین ادوات و ماشین‌آلات مورداستفاده (ساعت در هکتار) در مراحل مختلف تولید برنج

میانگین استفاده از ادوات و ماشین‌آلات بر حسب ساعت در هکتار در مراحل مختلف تولید برنج برای تیمارهای مختلف آبیاری و کشت در شکل (۳) ارائه شده است. مقایسه کاربرد ماشین‌آلات در فرآیند تولید برنج نشان داد، استفاده از این ماشین‌آلات تحت‌تأثیر مراحل آماده‌سازی زمین می‌باشد، به‌طوری‌که در کشت نشاگل‌خراب استفاده از ماشین‌آلات و ادوات کشاورزی در مرحله تهیه بستر، به دلیل گل‌خرابی زمین افزایش یافت و میزان استفاده از ماشین‌آلات و ادوات برای مراحل کاشت و داشت و برداشت برای تیمارهای مختلف اختلاف چندانی نداشت.

نیروی کارگری

نتایج مقایسه میانگین اثر روش آبیاری نشان داد (جدول ۴)، بیشترین و کمترین نیروی کارگری برابر ۷۲۱ و ۶۷۱ ساعت در هکتار بود که به ترتیب برای سیستم غرقاب متناوب و قطره‌ای به‌دست آمد و اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD با تیمارهای دیگر داشتند. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر روش کشت نشان داد، بیشترین و کمترین نیروی

کارگری ۷۸۶ و ۵۳۲ ساعت در هکتار بود که به‌ترتیب برای تیمار کشت نشاگل‌خراب و تیمار کشت خشکه‌بذری به‌دست آمد.



شکل ۴- میانگین نیروی کارگری مورداستفاده (ساعت در هکتار) در مراحل مختلف تولید برنج

نیروی کارگری مورداستفاده بر حسب ساعت در هکتار در مراحل مختلف تولید برنج برای تیمارهای مختلف آبیاری و کشت در شکل (۴) آورده شده است. طبق نتایج، استفاده از نیروی کارگری تابع نوع کشت برنج قرار گرفت به نحوی که حجم استفاده از نیروی کارگری در روش کشت نشایی به‌دلیل نیاز به نیروی کارگری جهت نشا بیشتر از کشت خشکه‌بذری بود که مدرنیزه کردن روش نشاکاری می‌تواند موجب کاهش نیروی کارگری در این مرحله از کشت شود. باتوجه‌به نتایج، حجم استفاده از نیروی کارگری برای تمام سیستم‌های آبیاری در کشت نشایی بیشتر از کشت خشکه‌بذری بود. حجم استفاده از نیروی کارگری در مرحله تهیه بستر (شخم، مرزبندی، ماله‌کشی، پخش کودهای پایه) برای کشت نشاگل‌خراب بیشتر از نشاغیرگل‌خراب و خشکه‌بذری بود که برای کشت نشاگل‌خراب، نشاغیرگل‌خراب و خشکه‌بذری به ترتیب در سیستم بارانی ۱۹، ۱/۳ و ۲ درصد، در سیستم غرقاب دائم ۱۹/۶، ۹/۹ و ۱۴/۱ درصد، در سیستم غرقاب متناوب ۱۹/۴، ۹/۷ و ۱۴/۲ درصد و در سیستم قطره‌ای ۱۹/۶، ۱/۴ و ۲/۱ درصد کل نیروی کارگری بود. بیشتر بودن استفاده از نیروی کارگری در مرحله تهیه بستر در کشت نشاگل‌خراب به‌دلیل نیاز به گل‌خرابی بود. استفاده از نیروی کارگری در مرحله کاشت در تمام سیستم‌های آبیاری برای کشت نشایی به‌دلیل نیاز به نیروی کارگری جهت نشا بیشتر از خشکه‌بذری بود. در مرحله داشت (کودپاشی سرک، سمپاشی، محلول پاشی، وجین، آبیاری) حجم استفاده از نیروی کارگری برای کشت خشکه‌بذری و کشت نشاغیرگل‌خراب به‌دلیل نیاز به وجین، بیشتر از کشت نشاگل‌خراب بود. مطالعه Ivani et al, (2014) نشان داد که کارگر و زمان مورد نیاز برای کاشت یک هکتار برنج، با استفاده از خطی‌کار در مقایسه با روش نشاکاری به‌ترتیب به یک هفتم و یک بیستم کاهش یافت. از طرفی کارگر و زمان مورد نیاز برای وجین دستی در روش نشاکاری، نسبت به کشت مستقیم کمتر می باشد. نتایج بررسی‌های Sharma et al. (2002) نشان داد که کشت مستقیم برنج، نیاز به گل‌خرابی را برطرف می‌کند، بنابراین تقاضای آب به‌طور کلی کاهش می‌یابد و باعث صرفه‌جویی در مصرف آب و کارگر می‌شود. همچنین طبق گزارش Razavi and Mirlohi (1996) نشاکاری هر هکتار برنج به روش سنتی به ۳۰۶ نفر در ساعت نیروی کارگری نیاز دارد. در بیشتر اراضی شالیزاری تحت سیستم کشت مستقیم برنج در آسیا و آفریقا، ۳-۲ بار در طول فصل علف‌های هرز وجین می‌شوند و برای این منظور بیش از ۱۰۰ نفر روز در هکتار نیروی کارگری به کار گرفته می‌شود (Rodenburg & Johnson, 2009).

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات موردمطالعه

	عملکرد زیست‌توده	عملکرد دانه	شاخص برداشت	ارتفاع بوته	تعداد پنجه بارور	طول خوشه	تعداد دانه پوک	تعداد دانه پر	تعداد پنجه غیر بارور
عملکرد زیست‌توده	۱	۰/۱۵۴^{ns}	-۰/۲۸۰^{ns}	۰/۱۷۵^{ns}	-۰/۱۸۱^{ns}	۰/۰۱۹^{ns}	-۰/۲۳۵^{ns}	۰/۰۴۹^{ns}	-۰/۲۶۹^{ns}
عملکرد دانه		۱	۰/۸۹۶**	۰/۸۷۶**	۰/۷۵۴**	۰/۵۳۷**	-۰/۸۱۹**	۰/۷۳۳**	۰/۲۸۲**
شاخص برداشت			۱	۰/۷۴۴**	۰/۸۱۵**	۰/۵۲۳**	-۰/۷۰۳**	۰/۶۹۴**	۰/۳۹۵*
ارتفاع بوته				۱	۰/۶۲۳**	۰/۴۲۸**	-۰/۷۲۷**	۰/۶۰۷**	۰/۱۸۱^{ns}
تعداد پنجه بارور					۱	۰/۶۹۵**	-۰/۵۰۶**	۰/۷۸۱**	۰/۷۳۲**
طول خوشه						۱	^{ns}-۰/۲۳۵	۰/۹۱۳**	۰/۶۶۹**
تعداد دانه پوک							۱	-۰/۴۹۳**	۰/۰۴۴^{ns}
تعداد دانه بارور								۱	۰/۵۷۴**
تعداد پنجه غیر بارور									۱

ns، * و** به ترتیب نشانگر عدم همبستگی و ضریب همبستگی در سطح پنج و یک درصد

نتیجه‌گیری

این تحقیق به مقایسه روش‌های کشت نشایی و خشکه‌کاری برنج و تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد تحت سیستم‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی، غرقاب دائم و غرقاب متناوب طی دو سال زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ پرداخته است. نتایج مقایسه میانگین روش آبیاری تیمارها نشان داد که آبیاری غرقاب دائم با اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمارهای آبیاری دیگر عملکرد بهتری نشان داد و کمترین عملکرد دانه برای تیمار آبیاری بارانی به‌دلیل عدم یکنواختی پاشش و هدر روی آب از طریق باد، به‌دست آمد. همچنین نتایج مقایسه میانگین روش کشت نشان داد که بیشترین محصول برای تیمار کشت نشاگل‌خراب به‌دست آمد و اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD با تیمارهای دیگر داشت و تیمار کشت خشکه‌بذری بیشترین کاهش محصول را نشان داد. باتوجه‌به نتایج، عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور و غیر بارور، طول خوشه و تعداد دانه پر در خوشه داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که سیستم‌های آبیاری غرقاب دائم، غرقاب متناوب و قطره‌ای از نظر تعداد پنجه بارور و طول خوشه اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند و برای پارامترهای شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد پنجه غیر بارور و تعداد دانه پر در خوشه بهتر از سیستم آبیاری بارانی عمل کردند و در نهایت عملکرد دانه بیشتری نسبت به سیستم آبیاری بارانی داشتند. همچنین روش‌های کشت نشاگل‌خراب و نشاغیرگل‌خراب از نظر عملکرد و پارامترهای عملکرد بهتر از روش کشت خشکه‌بذری عمل کردند.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

REFERENCES

Babar, M., Khan, A.A., Arif, A., Zafar, Y. and Arif, M. (2007). Path analysis of some leaf and panicle traits affecting grain yield in doubled haploid lines of rice (*Oryza sativa* L.). J. Agric. Res., 45(4):245-252.

Bansal, R., Sharma N., Soman, P., 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 Sciences*, 7(2): 506-512.

Belder, P., Bouman, B.A.M., Cabangon, R., Guoan, L., Quilang, E.J.P., Yuanhua, L., Spiertz, J.H.J. and Tuong, T.P. (2004). Effect of water-saving irrigation on rice yield and water use in typical lowland conditions in Asia. *Agricultural Water Management*, 65 (3): 193-210.

Belder, P., Bouman, B.A.M., Spiertz, J.H.J., Peng, S., Castaneda, A.R. and Visperas, R.M. (2005). Crop performance, nitrogen and water use in flooded and aerobic rice. Plant Soil, 273:167–182.

Ben Hassen, M., Monaco, F., Facchi, A., Romani, M., Valè, G. and Sali, G. (2017). Economic Performance of Traditional and Modern Rice Varieties under Different Water Management Systems. Sustainability, p.p:10.

Bouman, B.A.M., and Tuong, T.P. (2001). Field Water Management to Save Water and Increase its Productivity in Irrigated Lowland Rice. *Agricultural Water Management*, 49, 11-30.

Chauhan, B. S. and Johnson, D. E. (2010). Implications of narrow crop row spacing and delayed *Echinochloacolona* and *Echinochloa crus-galli* emergence for weed growth and crop yield loss in aerobic rice. Field Crops Research. 117: 177-182.F.A.O. 2015. Statistical Pocketbook. World Food and Agriculture. Rome, Italy.

Dastan, S., Noormohamadi, Gh., Madani, H., Ebrahimi, M. and Yasari, E. (2016). Investigation of Growth and Phenology of Main Crop and Ratoon of Rice Cultivars in Differents Cropping Systems. *Plant Production Technology*, 16(1): 81-101. (In Farsi)

Ebrahimi Rad, H., Babazadeh, H., Amiri, A. and Sedqi, H. (2018). Effect of planting density and irrigation

management on yield and yield components of rice in Kushal Lahijan region, Guilan province. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 49 (2): 377-383. (In Farsi)

F.A.O. 2015. Statistical Pocketbook. World Food and Agriculture. Rome, Italy.

Gill, M.S., and Singh, M. P. (2008). Grain yield and water productivity of direct seeded basmati rice (Oryza sativa) under various seed rates, weed control and irrigation schedules. *Environ. and Eco.* 26: 594-97.

Iftekharddaula, K.M., K. Akter, M.S.H.K. Fatema and Badshah, A. Badshah. (2002). Genetic divergence, characterassociation and selection criteria in irrigated rice. Biological Science, 2(4): 243-246.

Ivani, A., Safari, M. and Hedayatipour, A. (2014). Comparison of direct planting methods of germinated rice (machine and manual) with transplanting. *Journal of Agricultural Machinery*, 4(1): 108-115. (In Farsi)

Jehangir, W.A, Turral, H. and Masih, I. (2004). Water productivity of rice crop in irrigated areas. *Journal of Crop Production*, 4: 1-22.

Karimi Fard, M., Zakerinia, M., Kiani, A.R. and Feyz Bakhsh, M.T. (2020). The Effect of Trickle and Sprinkler Irrigation Systems on Yield and Water Productivity of Rice in Transplanting and Direct Cultivation Methods. *Journal of Water and Soil*, 34 (5): 1019-1032. (In Farsi)

Kaur, J. and Singh, A. (2017). Direct Seeded Rice :Prospects, Problems Constraints and Researchable Issues in India. *Current Agriculture Research Journal*, Vol. 5(1), 13-32.

Kruzhilin, I.P., Dubenok, N.N., Ganiev, M.A., Ovchinnikov, A.S., Melikhov, V.V., Abdou, N.M., Rodin, K.A. and Fomin, S.D. (2017). MODE OF RICE DRIP IRRIGATION. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(24): 7118-7123.

Kumar, V. and Ladha, J.K. (2011). Direct-seeding of rice: Recent developments and future research needs. *International Rice Research Institute*, India office, Pusa, New Delhi, India. Advances in Agronomy, 111: 297-413.

Limouchi, K., Yarnia, M., Siyadat, A., Rashidi, V., and Guilani, A. (2018). Study of Regression Analysis of Rice Physiological Indices in Different Growth Stages under Khuzestan Condition. Journal of Crop Breeding, 10(26):95-103. (In Farsi)

Liu, H., Saddam Hussain, H., Zheng, M., Peng, S., Huang, J., Cui, K. and Lixiao Nie, L. (2015). Dry direct-seeded rice as an alternative to transplanted-flooded rice in Central China. Agron. Sustain. Dev. 35:285–294

Mahajan, G., Chauhan, B.S., Timsina, J., Singh, P.P. and Singh, K. (2012). Crop performance and water- and nitrogen-use efficiencies in dry-seeded rice in response to irrigation and fertilizer amounts in northwest India. *Field Crops Research*, 134: 59–70.

Mir Abolghasemi, S.A.M., Ghobadi Nia, M., Ghasemi, A.R. and Annoryemamzadehe, M.R. (2016). Influence of underground irrigation and irrigation management on growth characteristics and yield components of rice in arid and semiarid region. *Water and Soil*, 31(2): 411-421. (In Farsi)

Naresh, R.K., Misra, A.K. and Singh, S.P. (2013). Assessment of Direct Seeded and Transplanting Methods of Rice Cultivars in the Western Part of Uttar Pradesh. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Business Management*, Vol.1 Issue, pg. 1-8

National Statistics Portal. 2013. Economic, social and cultural report of Golestan province. Available at .http: //www.amar.org.ir. (In Farsi)

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.

Patel, D.P., Das, A., Munda, G.C., Ghosh, P.K., Bordoloi, S.J. and Kumar, M. (2010). Evaluation of yield and physiological attributes of high yielding rice varieties under aerobic and flood-irrigated management practices in mid-hills ecosystem. *Agric Water Manage*, 97: 1269-1276.

Prasad, B., Patwary, A.K. Patwary and Biswas, P.S. Biswas. (2001). Genetic variability and selection criteria in fine rice (*Oryza sativa* L.). *Pakistan Journal*. 4(10):1188-1190.

Rahim-soroush, H. (2005). Study the relationship between yield and yield components in rice. Iranian Journal of agricultural sciences, 35(4): 983-993.

Rajwade, Y.A., Swain, D.K. and Tiwari, K.N. (2014). Subsurface Drip Irrigation for Wet Season Rice Production under Climate Variability in India. *Agricultural and Food Engineering Department*, Indian Institute of Technology Kharagpur, Kharagpur, Medinipore (W), West Bengal, INDIA. p.p:293-300.

Rao, K.V.R., Gangwar, S., Keshri, R., Chourasia, L., Bajpai, A. and Soni, K. (2017). Effects of drip irrigation system for enhancing rice (Oryza sativa L.) yield under system of rice intensification management. *APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH*, 15(4):487-495.

Razavi, S.J. and Mirlohi, A.F. (1996). Study of current conditions of rice production in Isfahan province. Final report of the research project, *Isfahan University of Technology*, 57 pages. (In Farsi)

Rezaei, M. and Nahvi, M. (2007). Effect of irrigation interval on rice yield. Proceedings of the 11th Conference on Irrigation and Drainage. Tehran. 233–240. (In Farsi)

Rodenburg, J. and Johnson, D. E. (2009). Weed management in rice-based cropping systems in Africa. *Advance Agronomy*, 103: 149–218.

Selvaraj, C.I., Nagarajan, P., Thiyagarajan, K., Bharathi, M. and Rabindran, R. (2011). Genetic Parameters of Variability, Correlation and Path coefficient studies for grain yield and other yield Attributes among rice blast disease resistant genotypes of rice (*Oryza sativa* L.). African Journal of Biotechnology Vol. 10(17), pp.3322-3334.

Sharma, P.K., Bhushan, L., Ladha, J.K., Naresh, R.K., Gupta, R.K., Balasubramanian, B.V. and Bouman, B.A.M. (2002). Crop-water relations in rice-wheat cropping under different tillage systems and watermanagement practices in a marginally sodic, medium-textured soil. Water-wise rice production. *International Rice Research Institute, Los Baños*, p.p 223–235.

Shi, H.R., Zhang, W.Z., Xie, W.X., Yang, Q., Zhang, Z.Y., et al. (2009). Analysis of matter production characteristics under different nitrogen application patterns of japonica super rice in north China. *Acta Agronomica Sinica*, 34: 1985–1993. (In Chinese with English abstract)

Sidhu, A.S., Kooner, R. and Verma, D.A. (2014). On-farm assessment of direct-seeded rice production system under central Punjab conditions. *Journal of Crop and Weed*, 10(1):56-60.

Singh, S., Bhushan, L., Ladha, J. K., Gupta, R. K., Rao, A. N. and Sivaprasad, B. (2006). Weed management in dry seeded rice (*Oryza sativa*) cultivated on furrow irrigated raised bed planting system. Crop Protection, 25: 487–495.

Singh, S., Sharma, S.N. and Prasad, R. (2000). The effect of seeding and tillage methods on productivity of rice–wheat cropping system. *Soil & Tillage Research*, 61 (2001): 125–131.

Tao, H., Brueck, H., Dittert, K., Kreye, C., Lin, S. and Sattelmacher, B. (2006). Growth and yield formation of rice (*Oryza sativa* L.) in the water–saving ground cover rice production system (GCRPS). Field Crops Research 95: 1-12. Available at url: http//www.sciencedirect. com.

Tavoosi, M., Naderi, A. and Ltfly-Ynh, G.H.A. (2015). Evaluation of wheat genotypes reaction to cold stress at heading stage using physiological indices, yield and yield components. *Field Crop Science Iran*, 46(1):105-113.

Xu, L., Li, X., Wang, X., Xiong, D. and Wang, F. (2019). Comparing the Grain Yields of Direct-Seeded and Transplanted Rice: A Meta-Analysis. *agronomy*, 14 pp.

Yang, J., Peng, S., Zhang, Z., Wang, Z., Visperas, R. M. and Zhu, Q. (2002). Grain and dry matter yields and partitioning of assimilates in Japonica/Indica hybrid rice. Crop Science, 42:766 -772.

Yun, S.I., Wada, Y., Maeda, T., Miura, K. and Watanable, K. (1997). Growth and yield of Japonica X Indica hybrid cultivars under direct seeding and upland conditions. *Japanese Journal of Crop Science*, 66: 386-393.

Zhang, J., Jia W., Yang, J. and Ismail, A.M. (2006). Role of ABA in integrating plantresponses to drought and salt stresses. *Field Crops Research*, 97: 111-119.