



شاپا چاپی: ۲۲۵۱-۷۴۸۰
شاپا الکترونیکی: ۲۲۵۰-۷۴۰۰

نشریه حفاظت منابع آب و خاک

آدرس تارنما:

<https://wsrj.srbiau.ac.ir>

پست الکترونیک:

iauwsrj@srbiau.ac.ir
iauwsrj@gmail.com

سال دوازدهم

شماره دو (۴۶)

زمستان ۱۴۰۱

تاریخ دریافت:

۱۴۰۱/۰۱/۱۹

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۱/۰۷/۲۵

صفحات: ۷۹-۹۶

اثر مدیریت آبیاری و کود فسفر بر عملکرد و برخی صفات زراعی دو رقم برنج

سید مهدی میرحسینی مقدم^۱، سید مصطفی صادقی^{۲*}، مجید عاشوری^۳، ناصر محمدیان روشن^۴ و حمیدرضا دورودیان^۵

(۱) دانشجوی دکتری رشته زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.
(۲) دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.
(۳) دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.
(۴) استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.
(۵) استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.
* ایمیل نویسنده مسئول: sadeghisafa777@yahoo.com

چکیده:

زمینه و هدف: یکی از راهکارهای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش پایداری در کشت برنج، استفاده درست از آب آبیاری و ارقام مورد کشت می‌باشد. این پژوهش با هدف اثر مدیریت آبیاری و سطوح مختلف کود فسفر بر عملکرد و برخی صفات زراعی برنج در دو رقم هاشمی و گیلانه در استان گیلان انجام شد.

روش پژوهش: این آزمایش به صورت کرت‌های دوبارخرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان واقع در روستای کنه‌شال (در محدوده عرض جغرافیایی ۳۷°۱۲' شمالی و طول جغرافیایی ۵۰°۰۱' شرقی با ارتفاع متوسط ۳۴/۲ متر از سطح دریا) اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه در این تحقیق شامل رقم (برنج هاشمی و گیلانه) به عنوان عامل اصلی، فواصل آبیاری (غرقاب پیوسته، و متناوب با فاصله ۵ و ۱۰ روز) به عنوان عامل فرعی و میزان کود شیمیایی فسفر از نوع سوپرفسفات تریپل (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل فرعی - فرعی بود.

یافته‌ها: یافته نشان داد که اثرات ساده عوامل و اثرات متقابل دو و سه عاملی آن‌ها بر عملکرد شلتوک و آب نسبی برگ در سطح ۱ درصد و بر شاخص کلروفیل در سطح ۵ درصد معنی دار بود. مطابق اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی و رقم، بیشترین عملکرد شلتوک در سال اول، در رقم گیلانه و در فواصل آبیاری ۵ روز و در سطوح کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب ۵۳۶۲ و ۵۱۰۴ کیلوگرم در هکتار بود و در سال دوم، در رقم گیلانه و در فواصل آبیاری ۵ روز در سطوح کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب ۵۳۵۵ و ۵۱۰۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بیشترین آب نسبی برگ در سال اول در رقم گیلانه و در فواصل آبیاری ۵ روز با مصرف کودی ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۶۴ و در سال دوم، در رقم گیلانه و فواصل آبیاری ۵ روز با سطوح کودی ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۶۶ بود. بر اساس اثر متقابل مدیریت آبیاری، کود مصرفی و رقم، بیشترین کلروفیل‌متر در سال ۹۶، در رقم گیلانه و در مدیریت ۵ روز و در سطوح کودی ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۴۱/۷ بود. در سال ۹۷، بیشترین کلروفیل‌متر در رقم هاشمی و مدیریت غرقاب و با مصرف ۵۰ کیلوگرم کود فسفر، با میانگین ۴۰/۷ به دست آمد. بیشترین شاخص سطح برگ در سال ۹۶ و ۹۷، در رقم گیلانه و در مدیریت آبیاری ۵ روز با مصرف کودی ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب با میانگین ۴/۲ و ۴/۴ مشاهده شده است.

نتایج: اثر متقابل آبیاری، کود و رقم در سال‌های مورد مطالعه نشان داد که در هر دو رقم گیلانه و هاشمی، بیشترین عملکرد شلتوک در سطوح کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار بود. براساس نتایج و با ملاک قرار دادن عملکرد شلتوک، استفاده از رقم گیلانه با فواصل آبیاری ۵ روز و سطوح کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به عنوان مناسب‌ترین شرایط برای منطقه مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود.

کلید واژه‌ها: آب نسبی برگ، اوره، سرعت رشد گیاه، شلتوک، کلروفیل



مقدمه

درصد قابل قبولی از آن در مصرف آب صرفه‌جویی نمود و بازده کاربرد آب را به مقدار قابل توجهی افزایش داد (Ramos Zapata et al., 2009; Pantuwan et al., 2011). میزان آب داخلی برگ یکی از عوامل مهم در جذب عنصر غذایی است (Fairhurst et al., 2010) و محدودیت آب در مرحله رویشی موجب کاهش ارتفاع گیاه، تعداد پنجه‌ها و سطح برگ در برنج می‌شود (Yang et al., 2011).

فسفر یکی از مهم‌ترین عناصر ضروری مورد نیاز گیاهان است که باعث افزایش رشد و قوی‌تر شدن ریشه-ها، ضخیم شدن ساقه‌ها، پرحجم شدن دانه‌ها، افزایش میزان عملکرد و زودرسی محصول شده و در عمل تلقیح گل‌ها دخالت دارد (Abbasian and Aminpanah, 2017; Sepehr e alt., 2009). استفاده مناسب فسفر برای تولید حداکثری عملکرد دانه در برنج بسیار مهم است و رشد گیاهان برنج نیز به میزان فسفر موجود در خاک بستگی دارد (Shokri et al., 2018). در پژوهشی گزارش شد که با افزایش مصرف فسفر از صفر به ۷۵ کیلوگرم در هکتار، عملکرد شلتوک برنج شیرودی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و از ۶۰۱۰ به ۷۷۹۱ کیلوگرم در هکتار رسید (Abbasian and Aminpanah., 2017). در تحقیقی گزارش شد که اثر کود فسفر بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد برنج هاشمی و گیلانه موثر بوده و عملکرد ارقام هاشمی و گیلانه به ترتیب با افزایش ۱۴/۹ و ۸/۴۲ درصدی نسبت به عدم مصرف کود داشتند (Daemi et al.,). در پژوهشی دیگر، اثر فواصل آبیاری و سطوح مختلف فسفر در برنج نشان داد که شاخص سطح برگ، ماده خشک در متر مربع، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه پر در خوشه، طول خوشه، وزن خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در شرایط غرقاب دائم، ۶ و ۹ روز نسبت به تیمار آبیاری ۱۲ روز اثر معنی‌داری داشتند. شاخص سطح برگ، ماده خشک، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و اجزای آن با کاربرد ۴۸ و ۷۲ کیلوگرم فسفر در هکتار نسبت به ۲۴ کیلوگرم فسفر در هکتار و بدون مصرف کود، تفاوت معنی‌داری داشت.

برنج (*Oryza sativa* L) یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که بعد از گندم، جایگاه دوم را از نظر تولید سالانه به خود اختصاص داده و غذای اصلی نیمی از مردم دنیا می‌باشد (Manzoor et al., 2006; Matsue et al., 2021). سطح زیرکشت برنج در استان مازندران و گیلان به ترتیب با ۳۸/۵ و ۳۰/۵ درصد می‌باشد (Rezaei et a., 2021). یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در سراسر جهان، تنش کم آبی است که تقریباً تولید اراضی در جهان را محدود می‌کند (Awala et al., 2009; Ahmad et al., 2016). برنج از حساس‌ترین گیاهان در برابر کمبود آب است و بیشترین نیاز آبی را در بین غلات دارد (Miri et al., 2012; Zhang et al., 2019). پژوهش‌ها نشان داد که مدیریت آبیاری بر میزان عملکرد دانه و افزایش بهره‌وری آب در برنج مؤثر است (Ahmad et al., 2011; Hameed et al., 2009; et al., 2011) و لازم است از منابع آب موجود به بهترین نحو استفاده گردد و با اعمال مدیریت صحیح آبیاری، مقدار مصرف آب را در بخش کشاورزی تا حد امکان کاهش داد (Saberi et al., 2011). ریشه‌های برنج زمانی که در معرض تنش کمبود آب قرار می‌گیرند، توانایی استخراج آب خاک را از لایه‌های عمیق-تر خاک را دارند و برای دستیابی به عملکرد بالا، حفظ دائم آب در مزارع الزامی نیست (Lampayan et al., 2019; Kumar et al., 2015). مقدار آب مورد نیاز برنج بستگی به روش کاشت، ابعاد کرت، تراکم بوته، مقدار مصرف کود، بافت خاک، شرایط اقلیمی، شرایط اکولوژیکی و نوع رقم دارد و در زمان پنجه‌دهی، تشکیل خوشه و گلدهی باید به اندازه کافی آب در اختیار گیاه قرار گیرد (Olzhabayeva et al., 2012; Douglas et al., 2016). روش آبیاری غرقابی یکی ابزار مدیریتی مناسب جهت کنترل آفات، دسترسی آسان به مواد غذایی و جلوگیری از تنش آبی می‌باشد (Wichelns, 2016; Speelman et al., 2008). با تغییر شیوه آبیاری از غرقابی به آبیاری تناوبی می‌توان بدون کاهش عملکرد و یا با

هکتار) به عنوان عامل فرعی - فرعی بود. بذرها پس از ضد عفونی با وایتکس تجاری ۱۰ درصد در خزانه کشت شده و پس از آن که ارتفاع نشاها به حدود ۳۰ سانتی متر رسید، بسته به رقم حدود ۲۵ تا ۳۵ روز پس از کاشت بذر در خزانه، نشاءها به زمین اصلی منتقل شد. اندازه واحدهای آزمایشی ۲ مترمربع (ابعاد کرت ۲×۱) و با تراکم ۲۵ بوته در هر متر مربع در نظر گرفته شد. نشاکاری به صورت تک بوته انجام شد. در هر کرت ۵ ردیف به فاصله ۲۰ سانتی - متر و در هر ردیف ۱۰ بوته به فاصله ۲۰ سانتی متر کاشته شد. جهت تامین نیاز نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (نصف در زمان کاشت و نصف در مرحله پنجه‌دهی) مصرف شد. از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاس نیز، ۳۵ روز پس از نشاکاری استفاده گردید. عملیات زراعی از قبیل وجین، مبارزه با آفات و بیماری‌ها انجام شد. آزمایش خاک مزرعه و داده‌های هواشناسی (ایستگاه هواشناسی شهرستان لاهیجان) به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. طی ۱۵ روز اول بعد از نشاکاری آبیاری تناوبی اعمال نشد تا از استقرار کامل بوته‌ها اطمینان حاصل شود. مقدار آب اختصاص داده شده به هر کرت با استفاده از سیستم لوله‌کشی مجهز به شیر فلکه‌های کنترل، تامین و توسط کنتور اندازه‌گیری شد. جهت جلوگیری از فرار آب، تا عمق یک‌متری مرزها

غرقاب دائم بیشترین میزان کل آب مصرفی را داشت و کمترین میزان مصرف آبیاری مربوط به تیمار آبیاری هر ۱۲ روز یکبار بود. آبیاری هر ۶ روز یکبار، عملکرد دانه مشابهی با غرقاب دائم داشت (Ghazy et al., 2021). شناخت بهترین مدیریت آبیاری و مناسب‌ترین سطح کود فسفر در ارقام محلی و پر محصول، از دغدغه‌های کشاورزان در منطقه مورد مطالعه می‌باشد، لذا این آزمایش با هدف اثر مدیریت فواصل آبیاری و سطوح مختلف کود فسفر بر عملکرد و برخی صفات زراعی برنج در دو رقم هاشمی و گیلانه در استان گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های دوبارخرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان واقع در روستای کته‌شال (در محدوده عرض جغرافیایی ۳۷°۱۲' شمالی و طول جغرافیایی ۵۰°۰۱' شرقی با ارتفاع متوسط ۳۴/۲ متر از سطح دریا) اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه در این تحقیق شامل رقم (برنج هاشمی و گیلانه) به عنوان عامل اصلی، فواصل آبیاری (غرقاب پیوسته، و متناوب با فاصله ۵ و ۱۰ روز) به عنوان عامل فرعی و میزان کود شیمیایی فسفر از نوع سوپرفسفات تریپل (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

سال	نوع خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	نیتروژن کل خاک (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاس قابل جذب (ppm)
۹۶	رسی سیلتی	۱/۲	۷/۴	۰/۱۸۴	۱۷/۸	۲۸۰
۹۷	رسی سیلتی	۱/۱۲	۷/۴	۰/۱۵۵	۱۷	۲۹۰

جدول ۲. خصوصیات هواشناسی منطقه مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

ماه	بارندگی (میلی‌متر)	دمای حداکثر (سانتی‌گراد)	دمای حداقل (سانتی‌گراد)	حداکثر رطوبت نسبی (%)	حداقل رطوبت نسبی (%)	تبخیر (میلی‌متر)
اردیبهشت	۲۳/۵	۱۶/۸	۱۲/۳	۹۱	۵۱/۴	۱۲۲
خرداد	۲۱	۲۱/۶	۱۶/۹	۹۰/۱	۳۵/۵	۷۵
تیر	۳	۲۷	۲۱/۷	۸۹/۳	۵۳/۲	۱۷۹
مرداد	۵۶/۵	۲۸/۸	۳۸/۸	۸۹/۷	۵۵/۱	۱۵۷/۵

نتایج و بحث

آب نسبی برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات آبیاری، کود و اثرات متقابل دو و سه عاملی آن‌ها در سطح ۱ درصد بر آب نسبی برگ معنی‌دار بودند (جدول ۳). اثر متقابل رقم و مدیریت آبیاری نشان داد که حداکثر آب نسبی برگ در سال ۹۶ در رقم گیلاانه و مدیریت آبیاری ۵ روز با ۰/۵۸ بود و در سال ۹۷، بیشترین آب نسبی برگ در رقم گیلاانه و مدیریت آبیاری ۵ روز با ۰/۵۸ و همچنین در رقم هاشمی و مدیریت آبیاری غرقاب دائم با ۰/۶۴ بود (جدول ۴). مطابق اثر متقابل ارقام و کود، در سال ۹۶، بیشترین آب نسبی برگ مربوط به رقم گیلاانه و با مصرف ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب با میانگین ۰/۵۱ بود. در سال ۹۷، بیشترین آب نسبی برگ مربوط به رقم گیلاانه و با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۶۲ بود و همچنین رقم هاشمی با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۶۲ بود (جدول ۵). مطابق اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی، بیشترین آب نسبی برگ در سال ۹۶، در شرایط غرقاب و مصرف ۷۵ کیلوگرم کود فسفر با میانگین ۰/۵۲ بود. در سال ۹۷، بیشترین آب نسبی برگ در شرایط غرقاب دائم و در مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۶۲ و در مدیریت آبیاری ۵ روز و با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۶۳ و همچنین در مدیریت آبیاری ۱۰ روز و با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۶۲ بود (جدول ۶). اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی و رقم نشان داد که بیشترین آب نسبی برگ در سال ۹۶ در رقم گیلاانه و در مدیریت آبیاری ۵ روز و با مصرف کودی ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۶۴ و در سال ۹۷، در رقم گیلاانه و مدیریت آبیاری ۵ روز با سطوح کودی ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۶۶ به دست آمد (جدول ۷). کاهش محتوای آب در بافت‌های گیاهان در شرایط تنش خشکی باعث محدود شدن رشد و برخی تغییرات فیزیولوژیک و متابولیک در

با پوشش نایلونی پوشانیده شدند. آبیاری برنج تا زمانی که ساقه‌های برنج سبز بود انجام شد. میزان آبیاری برای شرایط غرقاب دائم و غرقاب متناوب با دور ۵ و ۱۰ روز در سال اول به ترتیب ۴۷۰۱، ۴۶۹۲ و ۴۶۵۵ متر مکعب در هکتار و در سال دوم به ترتیب ۴۷۲۰، ۴۷۰۷ و ۴۶۴۱ متر مکعب در هکتار بود. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته، بلندترین پنجه از ناحیه طوقه در سطح خاک تا نوک خوشه بدون احتساب ریشک، و طول و عرض پرچم به ترتیب از نوک برگ تا قسمت انتهایی برگ و پهن‌ترین قسمت برگ پرچم بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای تعیین تعداد خوشه در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد شلتوک، از تعداد پنجه‌های خوشه‌دار و قابل برداشت، ۱۰ بوته به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و بر اساس رطوبت ۱۴ درصد به ترتیب شمارش و توزین گردیدند. محتوای آب نسبی برگ با استفاده از معادله (۱) و سرعت‌رشد گیاه با معادله (۲) تعیین شد.

$$RWC = \frac{F_w - D_w}{S_w - D_w} \times 100 \quad (1)$$

$$CGR = [b + 2c (GDD)] \cdot (\exp [a + b (GDD) + c (GDD)^2]) \quad (2)$$

F_w = وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری. D_w = وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون. S_w = وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر. D_w = وزن خشک. a, b, c = ضرایب معادله. GDD = شاخص حرارتی درجه روز رشد است. برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل، ۰/۰۵ گرم برگ در ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده شد. پس از گذراندن از صافی، حجم نهایی آن به ۲۰ میلی‌لیتر رسانده و سپس در طول موج‌های ۶۴۶ و ۶۶۳ نانومتر میزان جذب اندازه‌گیری شد. بعد از شستشو، کل نمونه برداشت شده از یک متر مربع را در آون با دمای ۶۵ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد در مدت دو روز، خشک گردید و وزن خشک اندام هوایی محاسبه شد. به منظور تعیین سطح برگ از دستگاه Leaf Area Meter اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین دادها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

متر در رقم هاشمی و مدیریت غرقاب و با مصرف ۵۰ کیلوگرم کود فسفر، با میانگین ۴۰/۷ به دست آمد (جدول ۷). کلروفیل برگ یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نشان دهنده فشارهای محیطی وارد بر برنج است. خشکی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه برنج اثر می‌گذارد و موجب کاهش رشد اندام هوایی و کاهش تولید ماده خشک می‌شود (Hoekstra et al., 2001).

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده عوامل و اثرات متقابل دو و سه عاملی آن‌ها در سطح ۱ درصد بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بودند (جدول ۳). مطابق اثر متقابل رقم و مدیریت آبیاری، حداکثر شاخص سطح برگ در سال ۹۶ در رقم هاشمی و مدیریت غرقاب دائم و مدیریت آبیاری ۵ روز با میانگین ۳/۴ بود. بیشترین شاخص سطح برگ در سال ۹۶ در رقم گیلانه و مدیریت غرقاب و آبیاری ۵ روز به ترتیب با میانگین ۳/۵ و ۳/۶ بود (جدول ۴). بر اساس متقابل ارقام و کود، در سال ۹۶ و ۹۷، بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به رقم گیلانه و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب با میانگین ۳/۷ و ۳/۸ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۵). مطابق اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی، بیشترین شاخص سطح برگ در سال ۹۶، در شرایط غرقاب دائم و مصرف ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفر به ترتیب با میانگین ۳/۴ و ۳/۳ همراه بود. در سال ۹۷، در مدیریت غرقاب دائم و مصرف ۷۵ کیلوگرم کود فسفر، بیشترین شاخص سطح برگ ۳/۴ بود (جدول ۶). بر اساس متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی و رقم، بیشترین شاخص سطح برگ در سال ۹۶ و ۹۷، در رقم گیلانه و در مدیریت آبیاری ۵ روز با مصرف کودی ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب با میانگین ۴/۲ و ۴/۴ به دست آمد (جدول ۷). با افزایش شاخص سطح برگ، درصد جذب نور نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه افزایش ظرفیت فتوسنتزی را به دنبال خواهد داشت. با کاهش کود مصرفی به دلیل افزایش رقابت و

آن‌ها می‌شود که منجر به خسارات جدی به ساختارهای سلولی و گیاه می‌گردد (Alloway, 2009). در پژوهشی مدیریت آبیاری غرقاب، آبیاری زیر سطحی با ۵۰ درصد پایینی ریشه رشد در حالت غرقاب، آبیاری زیر سطحی با ۱۰ درصد پایینی ریشه در حالت غرقاب و آبیاری تناوبی بررسی شد و نتایج نشان داد که مدیریت آبیاری بر محتوای نسبی آب برگ در مرحله اول در سطح ۵ درصد و در مرحله چهارم نمونه‌برداری در سطح ۱ درصد تأثیر معنی‌دار بود (Mirabolghasemi et al., 2015). در آزمایشی دیگر، دو شرایط آبیاری کامل و تنش طی مرحله گیاهچه‌ای بر ۵۶ ژنوتیپ برنج بررسی گردید و گزارش شد که محتوای نسبی آب برگ در دو محیط تنش و آبیاری کامل و اثر متقابل ژنوتیپ اختلاف آماری معنی‌داری داشتند و در شرایط تنش، محتوای نسبی آب برگ ۱۷/۳ درصد کاهش یافت (Nasiri et al., 2015).

شاخص کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم در سطح ۵ درصد و اثر آبیاری و اثر کود و اثرات متقابل دو و سه عاملی، در سطح ۱ درصد بر کلروفیل متر معنی‌دار بودند (جدول ۳). بر اساس اثر متقابل رقم و مدیریت آبیاری، حداکثر کلروفیل متر در سال ۹۶ و ۹۷، در رقم گیلانه و مدیریت آبیاری ۵ روز به ترتیب ۳۷ و ۳۶/۱ بود (جدول ۴). مطابق اثر متقابل ارقام و کود، در سال ۹۶ و ۹۷، بیشترین کلروفیل متر مربوط به رقم هاشمی و مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب با میانگین ۳۷/۶ و ۳۸/۵ بود (جدول ۵). اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی نشان داد که بیشترین کلروفیل متر در سال ۹۶ و ۹۷، در مدیریت آبیاری ۵ روز و مصرف ۵۰ کیلوگرم کود فسفر، به ترتیب با میانگین ۳۷/۲ و ۳۷ بود (جدول ۶). بر اساس اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی و رقم، بیشترین کلروفیل متر در سال ۹۶، در رقم گیلانه و در مدیریت ۵ روز و در سطوح کودی ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۴۱/۷ به دست آمد. در سال ۹۷، بیشترین کلروفیل-

کاهش شمار پنجه در هر بوته از سطح برگ هر بوته کاسته و در صورتی که محدودیت شدیدی از نظر آب مواد غذایی خاک و نور وجود داشته باشد، بر شاخص سطح برگ سایه اندازگیاهی افزوده می شود (Zeng et al., 2003).

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در سال های مورد مطالعه

میانگین مربعات						منابع تغییرات
ارتفاع بوته		طول برگ پرچم		عرض برگ پرچم		
سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	
۰/۵۳۹ ^{ns}	۰/۵۸۷ ^{ns}	۰/۵۳ ^{ns}	۲/۳۹ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	تکرار
۲۳۶/۸۸ ^{**}	۴۵۴/۱۴ ^{**}	۲۴۸/۳۳ ^{xx}	۴۱۸/۱۱ ^{xx}	۰/۳۴۶ ^{**}	۰/۲۸ ^{**}	ارقام
۱/۴۱۶	۲/۳۴۹	۶/۱۱	۱/۱۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	خطای a
۳۸۷/۵۳۷ ^{**}	۵۲۲/۵۴۵ ^{**}	۱۶۵/۴۹ ^{**}	۹۲/۳۲ ^{**}	۰/۰۱۶ ⁿ	۰/۰۰۸ ⁿ	آبیاری
۱۵۱۴/۵۵۱ ^{**}	۱۶۲۲/۱۶۲ ^{**}	۷۹/۲۴ ^{**}	۳۸/۲۱ ^{**}	۰/۰۲۹ [*]	۰/۰۴۴ [*]	آبیاری×رقم
۱/۶۷۱ ^{**}	۲/۰۸۹	۱/۴۶	۰/۹۵۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	خطای b
۵۳/۶۲۰ ^{**}	۱۴۱/۹۳۹ ^{**}	۷۴/۸۲ ^{**}	۱۱۹/۱۲ ^{**}	۰/۰۱۲ ^{**}	۰/۰۰۵ ^{**}	کود
۱۱۱۵/۱۵۰ ^{**}	۹۳۰/۶۰۷ ^{**}	۷۶/۹۹ ^{**}	۲۴/۱۷ ^{**}	۰/۰۲۱ ^{**}	۰/۰۱۱ ^{**}	ارقام×کود
۲۸۷/۱۴ ^{**}	۲۷/۱۰۹ ^{**}	۴/۷۱ [*]	۱۰/۶۳ ^{**}	۰/۰۲۳ ^{**}	۰/۰۰۷ ^{**}	آبیاری×کود
۳۰۴۶/۴۶۳ ^{**}	۳۰۰۲/۴۰۳ ^{**}	۶۳/۰۸ ^{**}	۲۶/۷۹ ^{**}	۰/۱۱۴ ^{**}	۰/۰۹۵ ^{**}	ارقام×آبیاری×کود
۲/۹۰۸	۲/۶۹۶	۱/۱۲	۰/۸۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	خطای c
۱/۴۹	۱/۴۳	۳/۴۶	۳/۱۱	۶/۲۷	۳/۶۹	ضریب تغییرات (%)

ns و ** و *: به ترتیب بیانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطح ۵ درصد.

ادامه جدول ۳. تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در سال های مورد مطالعه

میانگین مربعات						منابع تغییرات
عملکرد شلتوک		وزن هزار دانه		تعداد خوشه		
سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	
۴۷۲۱/۴۹۷ ^{ns}	۳۹۵۸۲/۰۵۶ ^{ns}	۰/۲۷۰ ^{ns}	۰/۰۱۶ ^{ns}	۳/۶۳۰ ^{ns}	۳۵/۱۳۰ ^{ns}	تکرار
۳۷۱۵۸۴۶/۹۶۰ ^{**}	۳۹۹۴۵۹۲/۰۱۹ ^{**}	۰/۱۹۰ ^{ns}	۱/۰۴۲ ^{ns}	۴۰۴۵۳/۴۰۷ ^{**}	۳۷۰۲۵/۹۶۳ ^{**}	ارقام
۱۴۴۶۸/۹۷۲	۲۰۶۲۵/۳۵۲	۰/۳۰۵	۱/۷۲۷	۷۳/۱۸۵	۱۹/۲۴۱	خطای a
۶۶۶۶۹۱۹/۶۳۶ ^{**}	۷۴۱۰۱۴۱/۵۵۶ ^{**}	۲/۶۲۴ [*]	۱/۸۷۱ [*]	۳۲۹۵/۱۳۰ ^{**}	۳۱۹۰/۳۵۲ ^{**}	آبیاری
۱۱۳۸۸۹۴۹۹/۱۵۵ ^{**}	۱۱۱۴۹۸۳۲/۲۹۶ ^{**}	۸/۰۹۱ ^{**}	۱۱/۹۴۱ ^{**}	۲۰۳۹/۵۷۴ ^{**}	۲۳۵۶/۷۹۶ ^{**}	آبیاری×رقم
۳۹۴۷۷/۲۸۰	۳۱۹۸۳/۴۵۴	۰/۰۶۱	۰/۲۳۲	۲/۵۱۹	۲۵/۲۶۹	خطای b
۵۶۴۰۰۶/۶۷۵ ^{**}	۵۳۴۹۲۳/۵۵۶ ^{**}	۱/۷۷۵ ^x	۱/۳۸۲ ^x	۹۱۱۳/۶۸۵ ^{**}	۷۴۲۴/۶۸۵ ^{**}	کود
۸۱۷۰۹۸/۴۸۲ ^{**}	۱۱۰۳۴۹۹/۱۸۵ ^{**}	۳/۸۸۷ ^{**}	۲/۴۸۷ ^{**}	۱۹۰/۹۰۷ ^{ns}	۵۲/۲۴۱ ^{ns}	ارقام×کود
۲۹۰۵۴۶/۶۶۵ ^{**}	۲۲۸۸۳۸/۶۱۱ ^{**}	۰/۵۸۳ ^{ns}	۰/۴۰۲ ^{ns}	۱۳۳۱/۴۹۱ ^{**}	۱۱۷۹/۹۳۵ ^{**}	آبیاری×کود
۳۸۰۹۹۱۲/۰۶۶ ^{**}	۴۵۷۳۷۰/۲۹۶ ^{**}	۹/۲۴۲ ^{**}	۱۱/۳۱۳ ^{**}	۹۹۹/۴۹۱ ^{**}	۱۴۳۳/۴۳۵ ^{**}	ارقام×آبیاری×کود
۳۲۰۴۷/۷۹۵	۳۳۷۷۸/۳۴۳	۰/۲۵۷	۰/۲۵۱	۳۵/۶۷۶	۲۷/۷۲۲	خطای c
۵/۱۵	۵/۲۰	۲/۰۸	۲/۰۵	۲/۹۱	۲/۵۵	ضریب تغییرات (%)

ns و ** و *: به ترتیب بیانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطح ۵ درصد.

ادامه جدول ۳. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در سال‌های مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		سرعت رشد گیاه		شاخص سطح برگ		آب نسبی برگ		کلروفیل متر	
		سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶
تکرار	۲	۰/۰۴۴ ^{ns}	۰/۱۴۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۱۸۴ ^{ns}	۰/۱۸۳ ^{ns}
ارقام	۱	۲۳۶/۸۸۲ ^{**}	۱۱۳/۷۰۹ ^{**}	۱۲/۴۰۸ ^{**}	۹/۰۲۸ ^{**}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۴/۹۸۱ ^x	۱۳/۹۰۳ ^x
خطای a	۲	۰/۱۴۴	۰/۴۲۳	۰/۰۱۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۶۴۵	۰/۲۲۳
آبیاری	۲	۱۵/۹۶۳ ^{**x}	۲۱/۳۷۱ ^{**x}	۲/۱۸۵ ^{**}	۲/۴۱۹ ^{**}	۰/۰۰۴ ^{**}	۰/۰۱۶ ^{**}	۴۱/۰۵۶ ^{**}	۴۳/۴۸۷ ^{**}
آبیاری × رقم	۲	۴۷/۵۶۵ ^{**x}	۵۰/۸۸۹ ^{**x}	۰/۵۱۳ ^{**}	۱/۴۳۴ ^{**}	۰/۰۹۷ ^{**}	۰/۰۵۴ ^{**}	۱۲۴/۶۹ ^{**}	۱۳۲/۵۰ ^{**}
خطای b	۸	۰/۱۹۳	۰/۴۴۶	۰/۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۱/۰۹۵	۰/۴۳۱
کود	۲	۲۰/۰۰۱ ^{**x}	۴/۵۷۶ ^{**x}	۰/۵۷۵ ^{**x}	۰/۷۳۵ ^{**x}	۰/۰۳۱ ^{**x}	۰/۰۰۸ ^{**x}	۶۷/۰۲۹ ^{**x}	۳۸/۹۰۷ ^{**x}
ارقام × کود	۲	۱/۷۹۴ ^{**x}	۳/۷۲۵ ^{**x}	۰/۶۱۴ ^{**}	۱/۶۲۲ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۳ ^{**}	۲۲۳/۷۲۷ ^{**}	۱۸۱/۴۸۱ ^{**}
آبیاری × کود	۴	۱۰/۰۳۶ ^{**x}	۱۱/۸۲۰ ^{**x}	۰/۱۴۰ ^{**}	۰/۰۶۴ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۲ ^{**}	۲۱/۶۳۹ ^{**}	۱۷/۶۱۹ ^{**x}
ارقام × آبیاری × کود	۴	۱۴/۵۵۲ ^{**x}	۲۰/۰۶ ^{**x}	۲/۸۳۷ ^{**}	۲/۸۶۶ ^{**}	۰/۰۱۳ ^{**}	۰/۰۱۲ ^{**}	۱۰۴/۷۷۸ ^{**}	۱۲۴/۲۳۹ ^{**}
خطای c	۲۴	۰/۱۳۲	۰/۱۶۸	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۱/۲۸۷	۰/۹۶۳
ضریب تغییرات (%)		۲/۲۷	۲/۵۰	۳/۵۸	۳/۱۰	۲/۲۵	۳/۹۴	۳/۴۹	۳/۰۰

ns و **: به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵ درصد.

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در اثر متقابل مدیریت های آبیاری و ارقام در سال‌های مورد مطالعه

ارقام × آبیاری	عرض برگ پرچم (سانتی‌متر) / طول برگ پرچم (سانتی‌متر) / ارتفاع بوته (سانتی‌متر) / وزن هزار دانه (گرم) / تعداد خوشه در متر مربع									
	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶
گیاه	غرقاب	۱/۰a	۱/۰a	۱/۰a	۱/۰a	۱۱۶/۶c	۱۱۸/۶c	۳۴/۷a	۳۴/۸a	۱/۰a
	۵روز	۰/۹b	۰/۹b	۲۴/۸a	۲۵/۲a	۱۲۵/۵a	۱۲۷/۸a	۳۴/۳a	۳۳/۶b	۱/۰a
	۱۰روز	۰/۹b	۰/۹b	۲۴/۳b	۲۳/۹d	۱۰۶/۹e	۱۰۶/۳e	۲۸/۸c	۲۹/۷d	۱/۰a
هائیمی	غرقاب	۰/۸c	۰/۸c	۲۵/۰a	۲۵/۰ab	۱۲۲/۲b	۱۲۲/۱b	۳۲/۹b	۳۰/۱c	۰/۸b
	۵روز	۰/۹b	۰/۹b	۲۳/۲c	۲۳/۱e	۱۰۰/۲f	۱۰۰/۲f	۲۵/۲e	۲۴/۸f	۰/۹c
	۱۰روز	۰/۸c	۰/۸c	۲۴/۹a	۲۴/۶bc	۱۱۴/۰d	۱۱۳/۰d	۲۶/۹d	۲۶/۵e	۰/۸b

ادامه جدول ۴. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در اثر متقابل مدیریت های آبیاری و ارقام در سال‌های مورد مطالعه

ارقام × آبیاری	کلروفیل متر (-) / آب نسبی برگ (درصد) / شاخص سطح برگ (-) / سرعت رشد گیاه (گرم بر متر مربع در روز)							
	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶
گیاه	۳۳/۲c	۳۳/۵bc	۰/۴۷c	۰/۵۵c	۳/۴a	۳/۵a	۱۶/۸c	۱۷/۵b
	۳۷/۰a	۳۶/۱a	۰/۵۸a	۰/۶۵a	۳/۴a	۳/۶a	۱۹/۶a	۱۹/۵a
	۲۹/۵e	۲۸/۹d	۰/۴۵d	۰/۵۲d	۳/۰b	۳/۱b	۱۷/۰bc	۱۷/۳b
هائیمی	۳۴/۴b	۳۴/۱b	۰/۵۲b	۰/۶۴a	۳/۱b	۳/۱b	۱۷/۷b	۱۶/۶c
	۲۹/۸e	۲۹/۸d	۰/۴۲e	۰/۴۹e	۲/۰c	۲/۴c	۱۳/۹d	۱۲/۲e
	۳۲/۴d	۳۲/۹c	۰/۴۵d	۰/۶۲b	۲/۱c	۲/۰c	۱۳/۳d	۱۳/۰d

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در اثر متقابل ارقام و کود فسفر در سال‌های مورد مطالعه

ارقام × کود (کیلوگرم در هکتار)	عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)		طول برگ پرچم (سانتی‌متر)		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)		تعداد خوشه در مترمربع		وزن هزاردانه (گرم)	
	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷
۵۰	۰/۹b	۱/۰b	۳۰/۳b	۳۰/۳b	۱۱۵/۳cd	۱۱۳/۳e	۲۳۲/۶b	۲۳۴/۷b	۲۴/۳b	۲۳/۹b
۷۵	۱/۰a	۱/۰b	۳۰/۹b	۳۱/۰b	۱۲۲/۷a	۱۲۳/۴a	۲۱۲/۹c	۲۱۱/۶c	۲۴/۷a	۲۴/۷a
۱۰۰	۱/۰a	۱/۱a	۳۷/۰a	۳۶/۶a	۱۱۴/۷d	۱۱۲/۲c	۲۵۲/۶a	۲۵۱/۰a	۲۴/۵ab	۲۴/۸a
۵۰	۰/۸c	۰/۸c	۲۶/۴d	۳۰/۴b	۱۱۸/۴b	۱۱۷/۷b	۱۸۴/۰e	۱۷۶/۰e	۲۴/۶ab	۲۴/۷a
۷۵	۰/۸c	۰/۸c	۲۶/۳d	۲۶/۰d	۱۰۰/۳e	۱۰۱/۱d	۱۵۷/۸f	۱۵۳/۲f	۲۳/۷c	۲۳/۷b
۱۰۰	۰/۸c	۰/۸c	۲۸/۸c	۲۸/۵c	۱۱۶/۵c	۱۱۷/۷b	۱۹۹/۱d	۲۰۳/۸d	۲۴/۵ab	۲۴/۸a

ادامه جدول ۵. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در اثر متقابل ارقام و کود فسفر در سال‌های مورد مطالعه

ارقام × کود (کیلوگرم در هکتار)	کلروفیل متر (-)		آب نسبی برگ (درصد)		شاخص سطح برگ (-)		سرعت رشد گیاه (گرم بر متر مربع در روز)	
	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷
۵۰	۳۱/۳c	۳۱/۰c	۰/۴۹b	۰/۵۲e	۳/۰c	۳/۱c	۱۸/۳a	۱۸/۳b
۷۵	۳۴/۱b	۳۳/۷b	۰/۵۱a	۰/۵۷c	۳/۱b	۳/۳b	۱۶/۷b	۱۶/۹c
۱۰۰	۳۴/۳b	۳۳/۸b	۰/۵۱a	۰/۶۲a	۳/۷a	۳/۸a	۱۸/۴a	۱۹/۰a
۵۰	۳۷/۶a	۳۸/۵a	۰/۴۳d	۰/۵۵d	۲/۲e	۲/۴e	۱۵/۱c	۱۴/۸d
۷۵	۳۰/۰d	۲۹/۶d	۰/۴۹b	۰/۵۸b	۲/۸d	۲/۶d	۱۴/۹c	۱۲/۷f
۱۰۰	۲۹/۱d	۲۸/۶d	۰/۴۶c	۰/۶۲a	۲/۲e	۲/۴e	۱۴/۸c	۱۴/۳e

جدول ۶. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود فسفر در سال‌های مورد مطالعه

آبیاری × کود (کیلوگرم در هکتار)	عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)		طول برگ پرچم (سانتی‌متر)		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)		تعداد خوشه در متر مربع		وزن هزاردانه (گرم)	
	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷
۵۰	۰/۹b	۰/۹b	۲۹/۷d	۳۴/۲b	۱۲۰/۵a	۱۱۸/۸b	۲۲۸/۵b	۲۲۴/۵b	۲۴/۶ab	۲۴/۹a
۷۵	۰/۹b	۰/۹b	۳۱/۳b	۳۱/۴c	۱۱۹/۶ab	۱۱۸/۹ab	۱۹۲/۷ef	۱۹۱/۵d	۲۴/۶ab	۲۴/۷a
۱۰۰	۰/۹b	۰/۹b	۳۶/۴a	۳۵/۸a	۱۲۰/۹a	۱۲۰/۸a	۲۴۴/۳a	۲۴۴/۳a	۲۵/۲a	۲۴/۸a
۵۰	۰/۹b	۰/۹b	۲۹/۱d	۳۰/۲d	۱۱۸/۰b	۱۱۶/۵c	۲۰۸/۳d	۲۱۱/۵c	۲۴/۲ab	۲۴/۷a
۷۵	۱/۰a	۱/۰a	۲۷/۹e	۲۸/۱e	۱۰۹/۷e	۱۱۰/۵d	۱۶۷/۰g	۱۶۵/۸f	۲۴/۲ab	۲۴/۷a
۱۰۰	۰/۹b	۰/۹b	۳۰/۷c	۳۱/۱c	۱۱۴/۲c	۱۱۱/۷d	۲۲۲/۲c	۲۲۵/۸b	۲۴/۱ab	۲۴/۸a
۵۰	۰/۹b	۰/۹b	۲۶/۲f	۲۶/۷f	۱۱۲/۱d	۱۱۱/۵d	۱۸۸/۰f	۱۸۰/۰e	۲۴/۵ab	۲۴/۷a
۷۵	۰/۹b	۰/۹b	۲۶/۶f	۲۶/۰f	۱۰۵/۲f	۱۰۷/۴e	۱۹۵/۳e	۱۸۹/۸d	۲۴/۱ab	۲۴/۷a
۱۰۰	۰/۹b	۰/۹b	۳۱/۶b	۳۰/۸d	۱۱۱/۶de	۱۱۲/۴d	۲۱۱/۰d	۲۱۲/۰c	۲۴/۳ab	۲۴/۸a

ادامه جدول ۶. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود فسفر در سال‌های مورد مطالعه

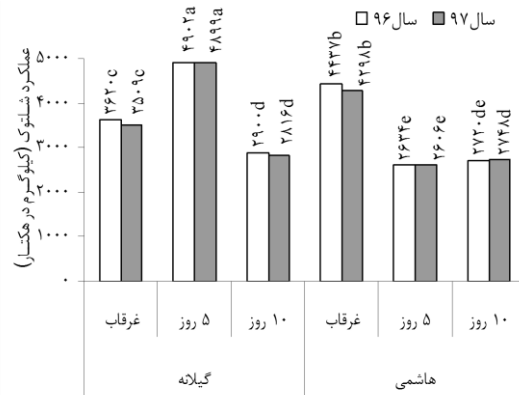
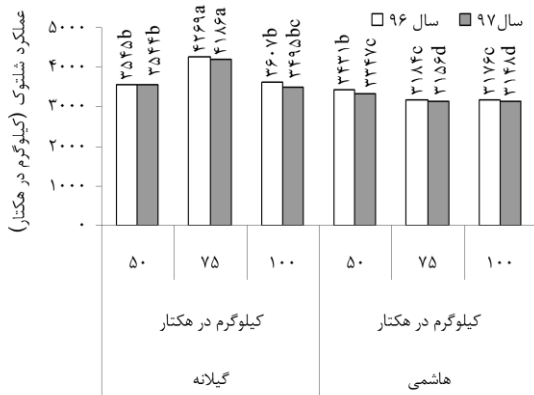
آبیاری × کود (کیلوگرم در هکتار)	کلروفیل متر (-)		آب نسبی برگ (درصد)		شاخص سطح برگ (-)		سرعت رشد گیاه (گرم بر متر مربع در روز)	
	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷
۵۰	۳۳/۷b	۳۴/۰b	۰/۴۷d	۰/۵۶c	۳/۰b	۳/۲b	۱۹/۱a	۱۸/۴a
۷۵	۳۴/۲b	۳۴/۳b	۰/۵۲a	۰/۶۱b	۳/۴a	۳/۴a	۱۵/۳cd	۱۴/۹e
۱۰۰	۳۳/۵bc	۳۳/۲b	۰/۴۹c	۰/۶۲a	۳/۳a	۳/۲b	۱۷/۳b	۱۷/۸b
۵۰	۳۷/۲a	۳۷/۰a	۰/۵۰bc	۰/۵۳d	۲/۴d	۲/۷e	۱۵/۶c	۱۵/۴d
۷۵	۳۱/۷d	۳۰/۲d	۰/۵۱b	۰/۵۶c	۲/۹c	۳/۰c	۱۷/۳b	۱۴/۵ef
۱۰۰	۳۱/۴de	۳۱/۶c	۰/۵۰bc	۰/۶۳a	۲/۸c	۳/۲b	۱۷/۳b	۱۷/۷b
۵۰	۳۲/۴cd	۳۳/۳b	۰/۴۱e	۰/۵۳d	۲/۴d	۲/۳g	۱۵/۴c	۱۶/۰c
۷۵	۳۰/۳e	۳۰/۶cd	۰/۴۷d	۰/۵۶c	۲/۵d	۲/۵f	۱۴/۸d	۱۴/۹e
۱۰۰	۳۰/۲e	۲۸/۸e	۰/۴۶d	۰/۶۲a	۲/۷cd	۲/۸d	۱۵/۳cd	۱۴/۵f

جدول ۷. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در اثر متقابل ارقام و مدیریت آبیاری و کود فسفر در سال‌های مورد مطالعه

ارقام × آبیاری × کود	عرض برگ پرچم (سانتی متر)		طول برگ پرچم (سانتی - متر)		ارتفاع بوته		تعداد خوشه متر مربع		وزن هزارانه (گرم)	
	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷
۵۰	۱/۱b	۱/۱b	۲۹/۶g	۲۹/۹e	۱۰۵/۰fg	۱۰۳/۰g	۲۳۲/۰b	۲۳۰/۷bc	۲۳/۳gh	۲۳/۳ghi
۷۵	۰/۹d	۰/۹d	۳۳/۲d	۳۳/۷d	۱۴۴/۳a	۱۴۳/۰a	۲۲۱/۷c	۲۲۳/۷cd	۲۴/۸de	۲۵/۴abc
۱۰۰	۱/۲a	۱/۱b	۴۱/۷a	۴۰/۵a	۱۰۶/۴f	۱۰۳/۳g	۲۶۲/۳a	۲۶۰/۰a	۲۵/۰cde	۲۴/۷cde
۵۰	۰/۸e	۰/۸e	۳۵/۳b	۳۶/۵c	۱۴۴/۹a	۱۴۱/۶a	۲۶۳/۰a	۲۶۶/۳a	۲۵/۲bcd	۲۶/۱a
۷۵	۱/۱b	۱/۲a	۳۰/۵ef	۳۰/۴e	۱۰۲/۶g	۱۰۲/۵gh	۱۹۰/۷e	۱۹۷/۰fg	۲۳/۶fg	۲۳/۹efg
۱۰۰	۰/۹d	۰/۸e	۳۵/۱b	۳۶/۲c	۱۳۶/۰b	۱۳۲/۵c	۲۶۱/۷a	۲۵۶/۷a	۲۵/۶a-d	۲۵/۷ab
۵۰	۰/۹d	۱/۰c	۲۶/۰k	۲۴/۵h	۹۶/۰i	۹۴/۹h	۲۰۲/۷d	۲۰۷/۰ef	۲۳/۲gh	۲۳/۴ghi
۷۵	۰/۸e	۰/۸e	۲۸/۹j	۲۸/۹f	۱۲۱/۳d	۱۲۴/۸e	۲۲۶/۳bc	۲۱۴/۰de	۲۵/۸abc	۲۵/۲bcd
۱۰۰	۱/۰c	۱/۲a	۳۴/۳c	۳۳/۱d	۱۰۱/۶h	۱۰۰/۹g	۲۳۳/۷b	۲۳۶/۳b	۲۳/۹fg	۲۳/۲ghi
۵۰	۰/۷f	۰/۷f	۲۹/۹f	۲۸/۵b	۱۳۶/۰b	۱۳۳/۵c	۲۲۵/۰bc	۲۱۸/۳d	۲۵/۵a-d	۲۵/۸ab
۷۵	۰/۹d	۰/۹d	۲۹/۳h	۲۹/۰ef	۹۴/۹h	۹۴/۹jz	۱۶۳/۷g	۱۵۹/۳hi	۲۳/۶fg	۲۳/۷fgh
۱۰۰	۰/۷f	۰/۸e	۳۱/۲e	۳۱/۲d	۱۳۵/۴b	۱۳۸/۳b	۲۲۶/۳bc	۲۲۸/۷bc	۲۶/۰ab	۲۵/۷ab
۵۰	۰/۹d	۱/۰c	۲۲/۹n	۲۳/۸h	۹۱/۱kl	۹۱/۳i	۱۵۳/۷h	۱۵۶/۷hi	۲۲/۵h	۲۲/۳j
۷۵	۰/۸e	۰/۸e	۲۵/۳l	۲۵/۸g	۱۱۶/۹e	۱۱۸/۴f	۱۴۵/۳h	۱۳۴/۷j	۲۴/۲ef	۲۴/۴def
۱۰۰	۰/۹d	۰/۹d	۲۶/۲k	۲۶/۰g	۹۲/۴jk	۹۰/۹i	۱۸۲/۷e	۱۹۵/۰g	۲۲/۸a	۲۲/۵ij
۵۰	۰/۸e	۰/۸e	۲۶/۴k	۲۹/۰ef	۱۲۸/۲c	۱۲۸/۱d	۱۷۳/۳f	۱۵۳/۰i	۲۶/۱a	۲۵/۶ab
۷۵	۰/۹d	۰/۸e	۲۴/۲m	۲۳/۲i	۸۹/۱l	۹۰/۰i	۱۶۴/۳g	۱۶۵/۷h	۲۳/۱gh	۲۲/۹hij
۱۰۰	۰/۸e	۰/۸e	۲۹/۰i	۲۸/۴f	۱۲۱/۷d	۱۲۳/۸e	۱۸۸/۳e	۱۸۷/۷g	۲۵/۵a-d	۲۵/۴abc

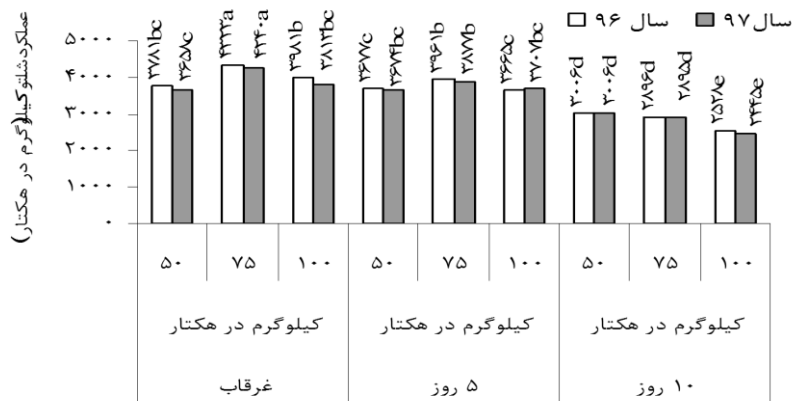
ادامه جدول ۷. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در اثر متقابل ارقام، آبیاری و کود فسفر در سال‌های مورد مطالعه

ارقام × آبیاری × کود	کلروفیل متر (-)		آب نسبی برگ (درصد)		شاخص سطح برگ (-)		سرعت رشد گیاه (گرم بر متر مربع در روز)	
	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷	سال ۹۶	سال ۹۷
غرقاب	۲۷/۲h	۲۷/۳h	۰/۴۱h	۰/۴۹i	۳/۲e	۳/۶e	۱۸/۴c	۱۷/۵d
	۳۶/۱d	۳۷/۶cd	۰/۵۲c	۰/۵۶g	۲/۸h	۳/۰g	۱۳/۱h	۱۵/۵g
	۳۶/۲cd	۳۵/۸de	۰/۴۹de	۰/۶۱de	۴/۱b	۴/۱b	۱۹/۱b	۱۹/۴bc
گیلانه	۴۱/۷a	۳۹/۸ab	۰/۶۴a	۰/۶۵ab	۲/۷j	۲/۹h	۲۰/۱a	۲۰/۱a
	۳۱/۶ef	۲۹/۹g	۰/۵۳c	۰/۶۳c	۴/۲a	۴/۴a	۲۰/۳a	۱۸/۹c
	۳۷/۸c	۳۸/۷bc	۰/۵۸b	۰/۶۶a	۳/۲e	۳/۵f	۱۸/۵bc	۱۹/۷ab
۱۰ روز	۲۴/۹i	۲۶/۰hi	۰/۴۱h	۰/۴۳j	۳/۰f	۲/۹h	۱۶/۵e	۱۷/۴d
	۳۴/۶d	۳۳/۸f	۰/۴۷fg	۰/۲۶	۲/۲m	۲/۷j	۱۶/۸e	۱۶/۶e
	۲۸/۹g	۲۶/۹h	۰/۴۷fg	۰/۶۰ef	۳/۷d	۳/۷d	۱۷/۸cd	۱۸/۰d
غرقاب	۴۰/۱ab	۴۰/۷a	۰/۵۲c	۰/۶۴bc	۲/۹i	۲/۸i	۱۹/۹a	۱۹/۲bc
	۳۲/۴ef	۳۱/۰g	۰/۵۳c	۰/۶۵ab	۴/۰c	۳/۸c	۱۷/۵d	۱۴/۳h
	۳۰/۸f	۳۰/۶g	۰/۵۰d	۰/۶۳c	۲/۵k	۲/۳m	۱۵/۵f	۱۶/۲ef
هاشمی	۳۲/۷e	۳۴/۳ef	۰/۳۶i	۰/۴۰k	۲/۰n	۲/۵k	۱۱/۲i	۱۰/۶jk
	۳۱/۸ef	۳۰/۴g	۰/۴۸def	۰/۴۹i	۱/۶q	۱/۶p	۱۴/۲g	۱۰/۲k
	۲۵/۰i	۲۴/۶i	۰/۴۲h	۰/۵۹f	۲/۴l	۳/۰g	۱۶/۲ef	۱۵/۷fg
۱۰ روز	۳۹/۸b	۴۰/۵ab	۰/۴۱h	۰/۶۲cd	۱/۷p	۱/۸o	۱۴/۳g	۱۴/۶h
	۲۵/۹hi	۲۷/۴h	۰/۴۷efg	۰/۶۰ef	۲/۹g	۲/۴l	۱۲/۸h	۱۳/۵i
	۳۱/۵ef	۳۰/۶g	۰/۴۶g	۰/۶۴bc	۱/۸o	۱/۹n	۱۲/۷h	۱۰/۹j

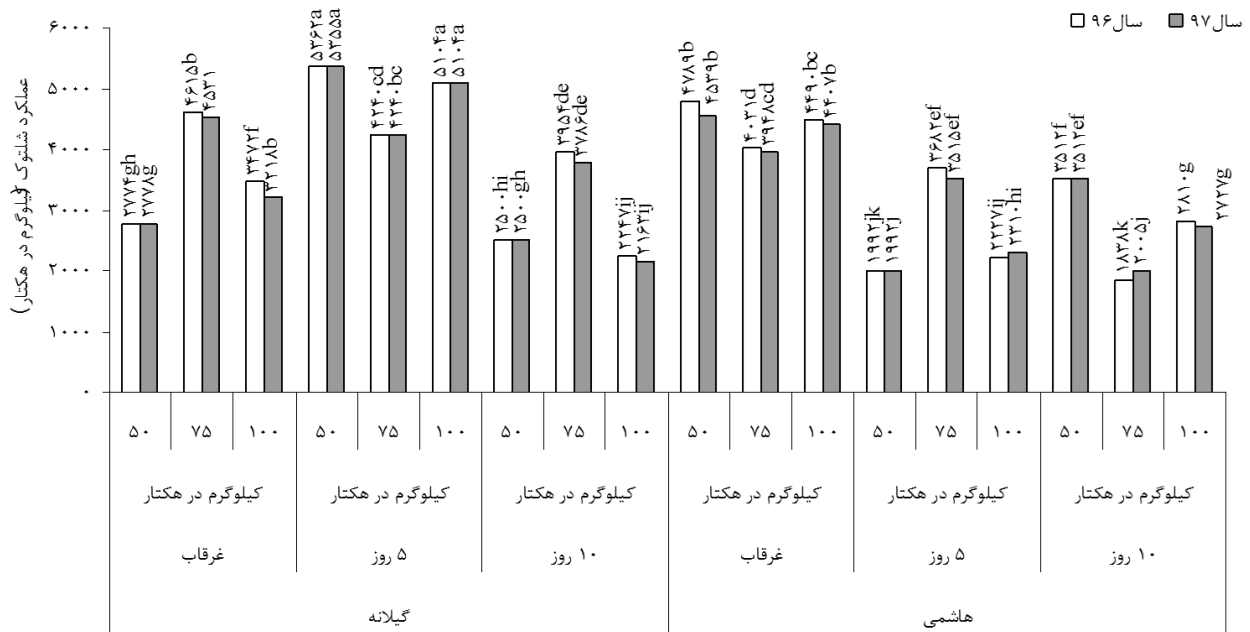


شکل ۲. اثر متقابل کود و رقم بر عملکرد شلتوک

شکل ۱. اثر متقابل آبیاری و رقم بر عملکرد شلتوک



شکل ۳. اثر متقابل آبیاری و کود بر عملکرد شلتوک



شکل ۴. اثر متقابل آبیاری، کود و رقم بر عملکرد شلتوک در سال‌های ۹۶ و ۹۷.

سرعت رشد گیاه

آبیاری غرقاب با مصرف کودی ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب با میانگین ۲۰/۳ و ۲۰/۱ گرم بر متر مربع در روز و همچنین در رقم هاشمی و مدیریت آبیاری غرقاب و مصرف کودی ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۱۹/۹ گرم بر متر مربع در روز به دست آمد و در سال دوم، بیشترین سرعت رشد گیاه در رقم گیلا نه و در مدیریت آبیاری ۵ با مصرف کودی ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۱۳/۲ گرم بر متر مربع در روز بود (جدول ۷). در ارقام برنج، سرعت رشد محصول، با مقدار آب مصرفی متفاوت می‌باشد، به طوری که در اوایل رشد، شاخص سرعت رشد نسبی حداکثر بود و با افزایش سن گیاه به علت افزایش بافت ساختمانی و کاهش کارایی تولید، روند نزولی داشت (Ramos-Zapata et al., 2009). سرعت رشد نسبی برای تمام تیمارهای مصرف کود فسفر در طول دوره رشد در شرایط آبیاری کامل نسبت به شرایط کم آبیاری بیشتر بود و در کل اختلافات در میزان سرعت رشد نسبی برای تیمارهای کود فسفر در سطوح مختلف آبیاری نسبتاً بیشتر بود، به طوری که سرعت رشد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده عوامل و اثرات متقابل دو و سه عاملی آن‌ها در سطح ۱ درصد بر سرعت رشد گیاه معنی‌دار بودند (جدول ۳). مطابق متقابل رقم و مدیریت آبیاری، حداکثر سرعت رشد گیاه در سال ۹۶ و ۹۷، در رقم گیلا نه و مدیریت آبیاری ۵ روز به ترتیب با میانگین ۱۹/۶ و ۱۹/۵ گرم بر متر مربع در روز بود (جدول ۴). بر اساس اثر متقابل ارقام و کود، در سال اول، حداکثر سرعت رشد گیاه مربوط به رقم گیلا نه و مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب با میانگین ۱۸/۳ و ۱۸/۴ گرم بر متر مربع در روز بود و در سال ۹۷، حداکثر سرعت رشد گیاه مربوط به رقم گیلا نه و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به با میانگین ۱۹ گرم بر متر مربع در روز بود (جدول ۵). مطابق متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی، حداکثر سرعت رشد گیاه در سال ۹۶ و ۹۷، در مدیریت آبیاری غرقاب و مصرف ۵۰ کیلوگرم کود فسفر در هکتار با میانگین ۱۹/۱ و ۱۸/۴ گرم بر متر مربع در روز بود (جدول ۶). بر اساس اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی و رقم، حداکثر سرعت رشد گیاه در سال اول، در رقم گیلا نه و در مدیریت

ارتفاع بوته

شده، بدون این که کاهش محسوس و معنی داری در ارتفاع بوته به وجود آید (Hussain et al., 2016). در پژوهشی، بیشترین ارتفاع بوته در زمان برداشت را متأثر از اثر متقابل فواصل آبیاری و ارقام در تیمارهای آبیاری ۵ روز پس از تشکیل جوانه اولیه خوشه برای ارقام مختلف نشان دادند که این می تواند به کاهش فشار آماس در گیاهان به علت کمبود رطوبت خاک و توقف افزایش اندازه سلول، بسته شدن روزنه ها و کاهش فتوسنتز ظاهری که در نهایت به کاهش تولید ماده خشک و در نهایت کاهش ارتفاع گیاه منتهی می گردد، مربوط دانست (Olzhabayeva et al., 2016).

تعداد خوشه در متر مربع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده عوامل و اثرات متقابل دو (به جزء اثر ارقام × کود که معنی دار نشد) و اثرات متقابل سه عاملی آن ها در سطح ۱ درصد بر تعداد خوشه در متر مربع معنی دار بودند (جدول ۳). مطابق اثر متقابل رقم و مدیریت آبیاری، حداکثر تعداد خوشه در متر مربع در سال ۹۶ و ۹۷، در رقم گیلانه و مدیریت آبیاری غرقاب و ۵ روز بود (جدول ۴). بر اساس اثر متقابل آبیاری و کود، در سال اول و دوم، بیشترین تعداد خوشه در متر مربع مربوط به مدیریت غرقاب و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب با میانگین ۲۴۴ عدد بود (جدول ۶). اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی و رقم نشان داد که بیشترین تعداد خوشه در متر مربع در سال اول و دوم در رقم گیلانه و در مدیریت غرقاب و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۲۶۳ و ۲۶۰ عدد و در رقم گیلانه و در مدیریت آبیاری ۵ روز و مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۲۶۳ و ۲۶۶ عدد، و همچنین در رقم گیلانه و در مدیریت آبیاری ۵ روز و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۲۶۱ و ۲۵۷ عدد به دست آمد (جدول ۷). با افزایش آب مصرفی، تعداد ساقه اصلی زیاد و در نتیجه تعداد خوشه در متر مربع افزایش یافت (Pal et al., 2002). افزایش تعداد خوشه در متر مربع با افزایش آب

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده عوامل و اثرات متقابل دو و سه عاملی آن ها در سطح ۱ درصد بر ارتفاع بوته معنی دار بودند (جدول ۳). بر اساس اثر متقابل رقم و مدیریت آبیاری، حداکثر ارتفاع بوته در سال اول و دوم، در رقم گیلانه و مدیریت آبیاری ۵ روز به ترتیب ۱۲۷/۸ و ۱۲۵/۵ سانتی متر بود (جدول ۴). مطابق اثر متقابل ارقام و کود، در سال اول، بیشترین ارتفاع بوته مربوط به رقم گیلانه و مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۱۲۷/۷ سانتی متر و در سال دوم، بیشترین ارتفاع بوته در رقم گیلانه با مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۱۲۳/۴ سانتی متر، و همچنین رقم هاشمی با مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۱۰۱/۱ سانتی متر بود (جدول ۵). مطابق اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی، بیشترین ارتفاع بوته در سال اول، در مدیریت غرقاب و مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفر به ترتیب با میانگین ۱۲۰/۵ و ۱۲۰/۹ سانتی متر بود (جدول ۶). در سال دوم، بیشترین ارتفاع بوته، در مدیریت غرقاب و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفر با میانگین ۱۲۰/۸ سانتی متر بود. مطابق اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی و رقم، بیشترین ارتفاع بوته در سال اول در رقم گیلانه و در مدیریت غرقاب دائم و مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۱۴۴/۳ سانتی متر و همچنین در رقم گیلانه و در مدیریت آبیاری ۵ روز و مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۱۴۴/۹ سانتی متر به دست آمد. در سال دوم، در رقم گیلانه و در شرایط غرقاب و مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۱۴۳/۰ سانتی متر و همچنین در رقم گیلانه و در مدیریت آبیاری ۵ روز و مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۱۴۱/۶ سانتی متر به دست آمد (جدول ۷). در مدیریت آبیاری غرقاب، ارتفاع بوته به طور معنی داری افزایش داشت. در پژوهشی روش آبیاری غرقابی پیوسته با روش آبیاری غرقابی ناپیوسته را بررسی گردید و نتایج نشان داد که روش غرقابی ناپیوسته باعث صرفه جویی آب

هکتار با میانگین ۲۴/۸ گرم و همچنین در رقم هاشمی با ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با میانگین ۲۴/۷ و ۲۴/۸ گرم بود (جدول ۵). مطابق اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی و رقم، بیشترین وزن هزار دانه در سال اول، در رقم گیلاسه و در مدیریت ۵ روز آبیاری و مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۲۶/۱ گرم، و در سال دوم، در رقم هاشمی و در مدیریت ۵ روز آبیاری و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۲۲/۸ گرم و همچنین در رقم هاشمی و در شرایط ۱۰ روز آبیاری و مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۲۶/۱ گرم بدست آمد (جدول ۷). کمبود دسترسی به آب ناشی از آبیاری غیرغرقابی با جلوگیری از انتقال املاح و مواد غذایی به گیاه و کاهش فتوسنتز باعث کاهش تعداد دانه پر در خوشه، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد می-شود (Chalova et al., 2012). کمبود فسفر می تواند به کاهش وزن دانه منتهی شود. از طرفی، در پژوهش‌ها گزارش شد که استفاده بیش از اندازه فسفر، روند کاهشی در وزن هزاردانه داشت. زیرا افزایش فسفر در خاک تا یک حد معین با افزایش وزن دانه همراه است و پس از آن تأثیری بر وزن دانه ندارد (Albarracín et al., 2013). گزارش شد که بالاترین وزن هزار دانه با کاربرد ۵۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار تولید می شود هرچند که اختلاف آن با به کار بردن ۱۰۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار معنی دار نبود (Nozari, 2002).

عملکرد شلتوک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده عوامل و اثرات متقابل دو و سه عاملی آن‌ها در سطح ۱ درصد بر عملکرد شلتوک معنی دار بودند (جدول ۳). در اثر متقابل رقم و مدیریت آبیاری، حداکثر عملکرد شلتوک در سال اول و دوم، در رقم گیلاسه و مدیریت آبیاری ۵ روز به ترتیب ۴۹۰۲ و ۴۸۹۹ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱). اثر متقابل ارقام و کود نشان داد که در سال ۹۶، بیشترین عملکرد شلتوک مربوط به رقم گیلاسه و مصرف ۷۵

آبیاری به طور معنی داری افزایش می یابد (Zeng et al., 2003). در پژوهشی بررسی مدیریت‌های مختلف آبیاری در برنج گزارش شد که بیشترین تعداد خوشه زمانی حاصل شد که آبیاری غرقابی اعمال گردید (Albarracín et al., 2013). استفاده از کود فسفر و آبیاری تناوبی به علت در اختیار گذاشتن تدریجی و مداوم عناصر غذایی خصوصاً در طول دوره پرشدن دانه، علاوه بر افزایش حجم ریشه، باعث افزایش تعداد خوشه در متر مربع شد (Douglas et al., 2012).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری، اثر متقابل آبیاری و رقم، اثر کود، اثر متقابل رقم و کود و اثر متقابل آبیاری و رقم و کود در سطح ۱ درصد بر وزن هزار دانه معنی دار بودند. همچنین عدم معنی داری اثر متقابل کود فسفر و مدیریت آبیاری بیانگر این است که این دو عامل به طور مستقل از هم بر این صفت تأثیرگذار بوده و به عبارت دیگر سطوح مختلف کود فسفر در مدیریت های متفاوت آبیاری اثرات یکسانی را نشان می دهند (جدول ۳) که این موضوع در بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل این دو عامل کاملاً مشخص است بطوریکه تغییر مصرف کود فسفر در هر یک از مدیریت های مختلف آبیاری تغییر معنی داری را بر وزن هزار دانه نشان نداد (جدول ۴). بر اساس مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و مدیریت آبیاری، حداکثر وزن هزار دانه در سال اول در رقم گیلاسه و مدیریت آبیاری ۵ روز با میانگین ۲۵ گرم بود. بیشترین وزن هزار دانه در سال دوم، در رقم گیلاسه و مدیریت آبیاری ۵ روز و رقم هاشمی در مدیریت غرقاب و در مدیریت آبیاری ۵ روز با میانگین ۲۵ گرم بود (جدول ۴). مطابق اثر متقابل رقم و کود، حداکثر وزن هزار دانه در سال اول، در رقم گیلاسه با ۷۵ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۲۴/۸ گرم بود. بیشترین وزن هزار دانه در سال دوم، در رقم گیلاسه با ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۲۴/۷ گرم و رقم هاشمی با ۱۰۰ کیلوگرم در

سرعت رشد گیاه را کند و باعث کاهش عملکرد می‌شود (Zai-Hua et al., 2006). اثر کود فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج هاشمی و گیلانه نشان داد که میزان عملکرد ارقام هاشمی و گیلانه به ترتیب افزایش ۱۴/۹ و ۸/۴۲ درصدی در مقایسه با عدم مصرف کود داشت (Daemi et al., 2020).

نتیجه‌گیری

اثر متقابل آبیاری، کود و رقم در سال‌های مورد مطالعه نشان داد که در هر دو رقم گیلانه و هاشمی، بیشترین عملکرد شلتوک در سطوح کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار بود. در حالی که در رقم گیلانه این افزایش عملکرد در مدیریت آبیاری ۵ روز و در رقم هاشمی در مدیریت آبیاری غرقاب دائم مشاهده شد. کمترین مقدار عملکرد شلتوک در هر دو رقم در مدیریت آبیاری ۱۰ روز بود و افزایش کود فسفر نیز تاثیری در افزایش میزان عملکرد نداشت. به طور کلی می‌توان بیان کرد که با یکسان بودن میزان مصرف کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در دو رقم و با ملاک قرار دادن مقدار آب آبیاری از یک سو و با توجه به خصوصیات بارز رقم گیلانه در پاکوتاهی و زودرسی بسیار مطلوب آن، که عامل برتری عملکرد این رقم نسبت به رقم بومی هاشمی است از سوی دیگر، می‌توان رقم گیلانه را به عنوان رقم مطلوب برای منطقه مورد مطالعه پیشنهاد نمود.

کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۴۲۶۹ کیلوگرم در هکتار بود و در سال ۹۷، بیشترین عملکرد شلتوک مربوط به رقم هاشمی با مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۴۱۸۵ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲). مطابق اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود مصرفی، بیشترین عملکرد شلتوک در سال اول و دوم، در مدیریت غرقاب و مصرف ۷۵ کیلوگرم کود فسفر، به ترتیب با میانگین ۴۳۲۳ و ۴۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳). مطابق اثر متقابل آبیاری و کود مصرفی و رقم، بیشترین عملکرد شلتوک در سال ۹۶، در رقم گیلانه و در مدیریت آبیاری ۵ روز و در سطوح کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب ۵۳۶۲ و ۵۱۰۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و در سال ۹۷، بیشترین عملکرد شلتوک در رقم گیلانه و در مدیریت آبیاری ۵ روز و در سطوح کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب با میانگین ۵۳۵۵ و ۵۱۰۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۴). کاهش میزان عملکرد شلتوک در اثر افزایش دور آبیاری را می‌توان ناشی از کاهش توانایی گیاه در جذب عناصر غذایی و سنتز و انتقال مواد پرورده در اثر کمبود آب دانست. در پژوهشی روش غرقاب ممتد با آبیاری متناوب غرقاب و غیرغرقاب در چین و فیلیپین بررسی گردید و گزارش شد که میزان صرفه‌جویی آب در آبیاری متناوب غرقاب و غیرغرقاب ۱۵ تا ۱۸ درصد نسبت به شرایط آبیاری ممتد غرقابی بیشتر بود (Burke et al., 2005). فراهم بودن فسفر برای رشد گیاه ضروری بوده و مهم‌ترین نقش آن شرکت در سازوکارهای انتقال انرژی است و کمبود آن،

Reference:

- Abbasian, A. & Aminpanah, H. (2017). Effects of previous crop and rate of phosphorous fertilizer application on yield and yield components of Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Crop Ecophysiology*, 11(4), 889-904. [in Persian]
- Ahmad, S., Zia-Ul-Haq, M., Ali, H., Ahmad, A. & Khan, M.A. (2009). Morphological and quality parameters of *Oryza sativa*. As affected by population dynamics, nitrogen fertilization and irrigation regimes. *Pakistan Journal of Botany*, 41(3), 1259-1269.
- Albarracín, M., González, R.J., & Drago, S.R. (2013). Effect of soaking process on nutrient bio-accessibility and phytic acid content of brown rice cultivar. *Food Science Technology*, 53(1), 76-80.
- Alloway, B.J. (2009). Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environ Geochem Health*, (5), 537-548.
- Awala, S.K., Yamane, K., & Izumi, Y. (2016). Field evaluation of mixed-seedlings with rice to alleviate flood stress for semi-arid cereals. *European Journal of Agronomy*, 80, 105-112.

- Aziz, O., Hussain, S., Rizwan, M., Riaz, M., Bashir, S., Lin, L., Mehmood, S., Imran, M., Yaseen, R., & Guoan, L. (2018). Increasing water productivity, nitrogen economy, and grain yield of rice by water saving irrigation and Fertilizer-N management. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(17), 16601-16615.
- Burke, F., Huda, S., Hamza, S., & Azam, M. (2005). Disparities of agricultural productivity in Balochistan. *Pakistan Geographical Review*, 27 (1), 27-34.
- Caliskan, S., Ozakaya, I., Caliskan, M.E., & Arslan, M. (2008). The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. *Field Crops Research* 108, 126-132.
- Chalova, V., Manolov, I., Nikolova, M. & Koleva, L. (2012). Effect of fertilization on phytase and acid phosphatase activities in wheat and barley cultivated in Bulgaria. *Agriculture, Food and Analytical Bacteriology*. 2, 103-110.
- Daemi, F., Mahmoud, S., Soltani, A., Esfahani, M., Majidian, M. (2020). The effect of Phosphorous fertilizer splitting on Morphological Charcters, yield, and yield Components of two Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars (Hashemi and Guilaneh). *Iranian Journal of Soil and Water Research*. 51(9), 2379-2392. [in Persian]
- Douglas, G.D., Scarminio, L.S., Anunciacao, D.S., Souza, A.S.P., Silva, E.G., & Ferreira. S.L.C. (2013). Determination of the mineral composition of Brazilian rice and evaluation using chemometric techniques. *Analytical Methods*. 5, 998-1003.
- Fairhurst, T., Buresh, R., and Dobermann, A. (2007). *Rice (A Practical Guide to Nutrient Management)*. Second edition, Plant Nutrition Institute, nternational Potash Institute, Pp 92.
- Ghazy, H., Mariam, A., Wissa, T., & Sheta, I.A. (2021). Response of sakha 109 rice cultivar to irrigation intervals and phosphorus levels menoufia. *Journal of Plant Production*, 6, 479-489.
- Hameed, K. A., Mosa, A. K. J. & Jabe, F.A. (2011). Irrigation water reduction using System of Rice Intensification compared with conventional cultivation methods in Iraq. *Paddy and Water Environment*, 9, 121-127.
- Hoekstra, F., Golovia, A., & Buitink, J. (2001). Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends in Plant Science*, 6, 431-438.
- Hussain, M., Asgher, Z., Tahir, M., Ijaz, M., Shahid, M., Ali, H., & Sattar., A. (2016). Bacteria in combination with fertilizers improve growth, productivity and net returns of wheat (*Triticumaestivum* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 53(3), 633-645.
- Katozi, M., Rahimzadeh., F, Houee, K., & Sabori, H. (2009). Effect of irrigation management on grain filling rate, grain filling duration and leaf relative water content on three rice (*oryza sativa* l.) cultivars. *Journal of Water and Soil Science*, 13(47): 623-638. [in Persian]
- Kumar, A., Nayak., A.K., Pani, D.R. & Das, B.S. (2019). Application of phosphorus, iron, and silicon reduces yield loss in rice exposed to water deficit stress. *Agronomy Journal*, 111, 1-10.
- Lampayan, R.M., Rejesus, R.M., Singleton, G.R. & Bouman. B.A. (2015). Adoption and economics of alternate wetting and drying water management for irrigated lowland rice. *Field Crops Research*. 170, 95-108.
- Manzoor, Z., Awan, T.H., Safdar, E., Ali, R.I., Ashraf, M., & Ahmad, M. (2006). Effect of nitrogen levels on yield and yield components of Basmati 2000. *Journal of Agricultural Research*, 44(2), 115-122.
- Matsue, Y., Takasaki, K., & Abe, J. (2021). Water management for improvement of rice yield, appearance quality and palatability with high temperature during ripening period. *Rice Science*, 28(4), 409-416.
- Mirabolghasemi, M., Ghobadi Nia, M., Qasemi, A., Rahmani, A. (2015). Investigation of the effect of unsaturated conditions on the amount and relative content of rice leaf water during the growing season in arid and semi arid regions. *The second conference on new findings in the environment and agricultural ecosystems*. 13 p. [in Persian]
- Miri, H.R., Niakan, V., & Bagheri, A.R. (2012). Effect of intermittent irrigation on yield, yield components, water productivity in rice directly cultivation in the region Kazeroon. *Production of Horticultural Crops*, 5, 13-26.
- Nasiri, M., Meskarbashi, M. Hassibi, P., & Pirdashti. H. (2015). Screening of rice genotypes by some morphological and physiological traits under drought stress condition. *Journal of Plant Production Research*, 22(2), 95-117. [in Persian]
- Nozari, Sh. (2002). Consideration of effects of different levels of nitrogen and plant density on yield and yield component of hybrid rice (HI78). MSc. Thesis in Agronomy, Guilan University.120p.
- Olzhabayeva, A., Grigoryevich, O., Rau, A., Sarkynov, E.S., Baimanov, Zh., & Shomantaev, A.A. (2016). Effect of irrigation and fertilizers on rice yield in conditions of kyzylorda irrigation array. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 13(4), 2045-2053.
- Pal, R.K., Taleb, M.A., & Hossain. M.B. (2002). Effect of planting metod and hill arrangement on the yield and yield components of late trans planted man rice grown under different planting dates. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 5(11): 1232- 1236.
- Pantuwan, G., Fukai, S., Cooper, M., Rajatasereekul, S., O'Toole, J.C., & Basnayake, J. (2004). Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to drought under rainfed lowlands. *Field Crops Research*, 89, 281-297.
- Ramos-Zapata, J., Orellana, R., Guadarrama, P. and Medina-Peralta, S. (2009). Contribution of mycorrhizae to early growth and phosphorus uptake by a neotropical palm. *Plant Nutrition*, 32(5), 855-866.

- Rezaei, G., Khaledian, M., Kavooosi Kalashami, M. & Rezaei, M. (2021). Comparison of Water Productivity Indices and Virtual Water in Major Rice Producing Provinces in Iran. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 3(15), 636-644. [in Persian]
- Saberi, T., Paknezhad, F., Pazoki, A., & Azinpour, K. (2011). Effect of nitrogen fertilizer and irrigation management on yield, yield components and water use efficiency of hybrid rice cultivar (bahar). *Crop Physiology*, 11, 119-135.
- Sepehr, A., Malakouti, M., Kholdebarin, B., Karimian, N., Samadi, A., Rasouli, H., Nourgholipour, F., Rezaei, H., & Khademi, Z. (2009). Evaluation P uptake of different varieties of cereals. *Journal of Soil and Water Science*, 23(2), 125-133.
- Shokri, A., Vahed., H., Davatgar, N., Kavooosi, M., & Babazadeh, S. (2018). Evaluation of Rice (*Oryza Sativa* L) Plant Response to Nitrogen, Phosphorus and Potassium Based on Site-Specific Nutrient Management (SSNM). 28(1), 235-248. [in Persian]
- Speelman, S., D'Hasse, M., Buyss, J., & D'tlaese, L. (2008). Measure for the efficiency of water use and its determinants, a case study of small scale irrigation schemes in North West province, South Africa. *Agricultural systems*, 98, 31-39.
- Wichelns, D. (2016). Managing Water and Soils to Achieve Adaptation and Reduce Methane Emissions and Arsenic Contamination in Asian Rice Production . *Water*, 8, 1-36..
- Yang, X., & Sun. X. (1992). Physiological mechanism of varietal difference in rice plant response to low N level. *Acta Pedology. Science*, 29, 73-79.
- Yang, Z., Ke, X., Hai-yan, W., De-jian, L., Bing-wei, L., Anqin, S., You-yan, Z., Xue-chao, L., & Zhen, Z., (2011). Effects of phosphorus levels on grain yield and quality of super rice nanjing 44. *Chinese Journal Rice Science*, 25(4), 447-451.
- Zai-Hua, G., Ping, D., Yuan, H., & Cai-Guo., X. (2006). Genetic analysis of agricultural trails in rice related to phosphorus efficiency. *Acta Genetica Sinica*, 33(7), 634-641.
- Zeng, L., Lesch, S.M., & Grieve, C.M. (2003). Rice growth and yield respond to changes in water depth and salinity stress. *Agricultural Water Management*. 59(1), 67-75.
- Zhang, X., Qin, P., Peng, Y., Ma, B., Hu, J., & Fan, S. (2019). A single nucleotide substitution at 5'-utr of gsn1 represses its translation and leads to an increase of grain length in rice. *Journal of Genetics*, 46, 105-108.



Print ISSN: 2251-7480
Online ISSN: 2251-7400

Journal of
**Water and Soil
Resources Conservation
(WSRCJ)**

Web site:

<https://wsrcj.srbiau.ac.ir>

Email:

iawwsrj@srbiau.ac.ir
iawwsrj@gmail.com

**Vol. 12
No. 2 (46)
Winter 2023**

Received:
2022-04-08

Accepted:
2022-10-17

Pages: 79-96



 10.30495/WSRCJ.2022.66875.11292

Effect of Irrigation Management and Phosphorus Fertilizer Levels on Yield and Some Agronomic Traits in Two Rice Cultivars

Seyed Mehdi Mirhoseini Moghaddam¹, Seyyed Mostafa Sadeghi^{2*}, Majid Ashouri³, Naser Mohammadian roshan⁴ and Hamid Reza Doroudian⁵

- 1) Ph.D. Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran
- 2) Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran
- 3) Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran
- 4) Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran
- 5) Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

*Corresponding author email: sadeghisafa777@yahoo.com

Abstract:

Background and Aim: One of the ways to reduce the use of chemical fertilizers and increase sustainability in rice cultivation is the correct application of irrigation water and cultivated cultivars. This research is conducted with the aim of the effect of irrigation management and different levels of phosphorus fertilizer on the yield and some agronomy traits of rice in Hashemi and Guilaneh cultivars in Guilan province.

Method: This experiment was done in the form of split-split plots under a completely randomized block design with three replications during the years 2017 and 2018 in the research farm of the Islamic Azad University, Lahijan Branch, located in the village of Kateh-Shal (in the latitude of 37°12' N and longitude of 50°01'E° with an average height of 34.2 meters above sea level). The treatments studied in this research included cultivar (Hashemi and Guilaneh rice) as the main factor, irrigation intervals (continuous flooding, alternating with an interval of 5 and 10 days) as a secondary factor, and the amount of phosphorus chemical fertilizer of triple superphosphate (50, 75 and 100 kg/ha) was as a sub-sub-factor.

Results: The results showed that the solo effects of the factors and the interaction effects of their two and three factors were on paddy yield and relative leaf water at the level of 1% and on the chlorophyll index at the level of 5% significant. According to the interaction effect of irrigation management and fertilizer consumption and cultivars, the highest yield of paddy in the first year was 5362 and 5104 kg/ha in Guilaneh cultivar with irrigation intervals of 5 day and fertilizer levels of 50 and 100 kg P/ha, in the second year, Guilaneh cultivar with irrigation intervals of 5 day and fertilizer levels of 50 and 100 kg P/ha, an average of 5355 and 5104 kg/ha was obtained, respectively. The highest relative leaf water in the first year was in the Guilaneh cultivar and irrigation intervals of 5 day with fertilizer consumption of 50 kg P/ha with an average of 0.64, and in the second year was in the Guilaneh cultivar in irrigation intervals of 5 day and fertilizer levels of 100 kg P/ha with an average of 0.66. Based on the interaction effect of irrigation management, consumption fertilizer and cultivars, the highest chlorophyll meter in 2017 was in the Guilaneh cultivar with irrigation intervals of 5 day and fertilizer levels of 50 kg P/ha with an average of 41.7. In 2018, the highest chlorophyll meter was obtained in the Hashemi cultivar and under flooding management with 50 kg P/ha fertilizer, with an average of 40.7. The highest leaf area index in 2017 and 2018 were observed in Guilaneh cultivar with irrigation intervals of 5 day and 75 kg P/ha fertilizer, with an average of 4.2 and 4.4, respectively.

Conclusion: The Interaction effects of irrigation, fertilizer and cultivar in the studied years was showed that in Guilaneh and Hashemi cultivars, the highest yield of paddy were at fertilizer levels of 50 and 100 kg P/ha. Based on the results and with the criterion of rice yield, the use of the Guilaneh cultivar with in irrigation intervals of 5 day and fertilizer levels of 50 and 100 kg P/ha is suggested as the most suitable conditions for the study area.

Keywords: Chlorophyll, Paddy, Plant growth rate, Relative leaf water