Archive of SID

نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد سیزدهم، شماره ۲(۵۰)، تابستان ۱۳۹۸، صفحه ۲۶۸-۲۵۱

# تغییرات صفات زراعی و فلورسانس کلروفیل در ژنوتیپ‌های برنج (*Oryza sativa* L.) تحت شرایط آبیاری زیرسطحی

حسین صبوری[1*]، حجت قربانی واقعی[2]، محمدرضا جعفرزاده رزمی[3]، محسن رضایی[4]، مهناز کاتوزی[5]، و سمیه سنچولی[6]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۴ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۱۹

## چکیده

به‌منظور بررسی تغییرات عملکرد، اجزای عملکرد و فلورسانس کلروفیل، ۲۸ لاین و رقم برنج در سیستم آبیاری زیرسطحی با کپسول‌های متخلخل، آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در سه تکرار اجرا شد. سیستم آبیاری شامل دو خط لوله اصلی بود که در روی هر لوله اصلی یک شیر فلکه و یک کنتور حجمی نصب گردید. آب مورد نیاز برای هر تیمار با استفاده از لوله‌های ۱۶ میلی‌متری به ابتدای هر کرت برده شد. با قرار دادن فشارسنج در ابتدای خط لوله‌ها، در آبیاری زیرسطحی متوسط فشار کارکرد سیستم تنظیم گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اختلاف بین ارقام و لاین‌های ارزیابی شده در همه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار به‌دست آمد. ژنوتیپ‌های HHZ1-DT3-Y1Y1، HHZ 22-Y3-DT1-Y1، HHZ 6-DT1-LI1-LI1، IR14L110 و HHZ 23-DT16-DT1-DT1 در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارای بیشترین وزن دانه پر بودند که با بررسی این ژنوتیپ‌ها از نظر پارامترهای فلورسانس کلروفیل این نتیجه مشهود شد که آنها از نظر پارامترهایی مانند کارآیی واقعی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲، سرعت انتقال الکترون از فتوسیستم ۲، پراکنش فتوشیمیایی انرژی جذب شده، ضریب خاموشی فتوشیمیایی فلورسنت متصل به PSII، فلورسانس حداکثر در حالت‌های سازگار شده به تاریکی، حداکثر کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ و کارآیی تبدیل انرژی الکترون‌ها به انرژی شیمیایی تحت نور اشباع بالا بودند و از نظر پارامترهای ضریب خاموشی غیرفتوشیمیایی فلورسنت، پراکنش غیرفتوشیمیایی فوتون‌های جذب شده و فلورسانس متغیر در حالت‌های سازگار شده به تاریکی پایین بودند. لذا می‌توان از این ژنوتیپ‌ها بعد از بررسی‌های بیشتر به عنوان ژنوتیپ‌هایی با نیاز آبی کم استفاده نمود.

**واژگان کلیدی**: فلورسانس کلروفیل، روش آبیاری، عملکرد، اجزای عملکرد.

۱- دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران.
۲- استادیار گروه چوب و جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران.
۳- کارشناس ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران.
۴- کارشناس ارشد بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران.
۵- دانشجوی دکتری کشاورزی هسته‌ای، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۶- کارشناس ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی شیروان، ایران.
نگارنده‌ی مسئول hos.sabouri@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID



## مقدمه

برنج بعد از گندم مهم‌ترین گیاه زراعی دنیا می‌باشد که تامین کننده بیش از ۸۰ درصد کالری و ۷۵ درصد پروتئین مصرفی مردم جنوب شرق آسیا است. فراورده‌های حاصل از برنج نزدیک به ۴۰ درصد غذای مورد نیاز نیمی از مردم جهان را تشکیل می‌دهد که از لحاظ تولید جهانی نیز می‌تواند با گندم برابری کند. با توجه به محدودیت دسترسی به منابع آبی کافی، در آینده نزدیک استفاده بهینه و مدیریت مناسب آب در زراعت برنج اجتناب ناپذیر است (Katozi *et al*., 2016). با توجه به اهمیت جدی آب و آبیاری در کشاورزی، در سال‌های اخیر روش‌های متنوعی برای آبیاری محصولات مختلف با بازدهی بالا ارایه شد (Ghareshikh Bayat *et al*., 2015).

آبیاری تحت فشار از روش‌هایی است که موجب افزایش راندمان آبیاری، توزیع یکنواخت‌تر آب در محدوده ریشه گیاهان، افزایش عملکرد گیاهان و در نتیجه افزایش بهره‌وری در مصرف آب می‌شود. روش‌های آبیاری میکرو زیرسطحی از فناوری‌هایی با مزایای متعدد و منحصر به فرد از نظر مسایل زراعی، حفظ منابع آب و خاک هستند، این روش‌ها اقتصادی بوده و راه‌حل مناسبی برای سازگاری با کمبود آب به شمار می‌آیند. از مزایای آبیاری میکرو زیر سطحی می‌توان به کاهش مصرف آب، افزایش رشد، بالا رفتن عملکرد و کیفیت محصول، افزایش بهره‌وری آب، کاهش خطر شوری برای گیاهان، تعدیل کاربرد کود و مواد شیمیایی، کنترل رشد علف‌های هرز، کاهش در مصرف انرژی، تسهیل در عملیات کشاورزی، حفظ ساختمان خاک و حفاظت بیشتر از محیط زیست اشاره کرد. اخیراً روش‌های آبیاری زیرسطحی سفالی به‌دلیل وجود خشکی و بروز خشکسالی‌های متعدد، چه در داخل کشور و چه در خارج کشور برای مزارع و درختان بوته‌ای مورد توجه قرار گرفته است. روش مذکور در قالب طرح ملی برای گیاه برنج نیز مورد استفاده قرار گرفت و پس از تایید برای آزمایش حاضر استفاده شد. (Ghorbani vaghei *et al*., 2011). خاستگاه این روش آبیاری، ایران باستان است که بعدها به سایر کشورهای آسیایی و آفریقایی گسترش یافته است (Abu-Zreig *et al*., 2006; Bainbridg, 2001). در سالیان اخیر رویکرد گسترده‌ای به سمت استفاده مجدد از سفال به صورت منبع تغذیه‌ی نقطه‌ای و یا خطی برای طراحی روش‌های بهینه در تامین رطوبت خاک ایجاد شده است (Bainbridg, 2001). در آبیاری زیرسطحی سفالی، سفال‌ها نقش گسیلنده دارند؛ به همین دلیل، ویژگی‌های فیزیکی، هیدرولیکی و چگونگی عملکرد آنها، از عوامل اصلی و تعیین کننده کارآیی آبیاری زیرسطحی سفالی است. بررسی نتایج تحقیقات انجام شده در ایران نشان می‌دهد که قطعات سفالی از کارآیی مصرف آب خوبی نسبت به سایر روش‌های مرسوم برخوردار است (Bastani, 2003؛ Ghorbani vaghei *et al*., 2011).

بر اساس تحقیقی در مورد پاسخ برنج به تغییرات میزان آب معلوم شد، وقتی آبیاری به تاخیر بیفتد وزن خشک دانه‌ها کاهش می‌یابد (Grigg *et al*., 2000). یکی از راه‌های اساسی برای برطرف کردن اثرات سوء تنش شناسایی ژنوتیپ‌هایی است که مجموعه‌ای از صفات مطلوب با توارث بالا را داشته باشند (Ghiasy Oskoee *et al*., 2012). صمدوند و همکاران (Samadvand *et al*., 2014) در پژوهشی سه روش آبیاری بارانی، قطره‌ای و زیرسطحی را در کشت ذرت دانه‌ای

www.SID.ir

Archive of SID



مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و زیرسطحی با کاهش ۲۰ درصد آب مصرفی، عملکرد محصول به ترتیب ۵ و ۱۵ برابر می‌کند.

مائو (Mao, 2001) در آزمایشی نشان داد که کاربرد روش آبیاری AWD (تناوب خشکی و رطوبت)، بهره‌وری آب را به‌طور متوسط از ۱/۰۴ کیلوگرم بر متر مکعب در روش آبیاری غرقابی به ۱/۵۲ کیلوگرم در متر مکعب در چهار استان چین، افزایش می‌دهد. این روش آبیاری، بهره‌وری آب را ۴۶ درصد و عملکرد دانه را تا ۶ درصد نسبت به روش سنتی (آبیاری غرقابی) افزایش داده است، در حالی که در روش SDC (کشت نیمه خشک یا تر و خشک کردن اراضی شالیزاری بر اساس مرحله رشد گیاه برنج) بهره‌وری آب، تا ۷۰ درصد و عملکرد دانه تا ۹ درصد نسبت به روش آبیاری غرقابی افزایش داد. لی و بارکر (Li and Barker, 2004) گزارش کردند که کاربرد تکنیک AWD در بعضی از مناطق، به علت وجود مسایل بیوفیزیکی و اجتماعی- اقتصادی دچار مشکلات فراوانی شده است. شی و همکاران (Shi *et al*., 2002) در آزمایشی نشان دادند که می‌توان با حفظ رطوبت خاک در حد اشباع، در مرحله‌ای از مراحل رشد و یا در تمام مراحل رشد، همگام با حصول عملکرد مطلـوب، در مصـرف آب نیز صرفه‌جویی کرد.

شناسایی ارقام و لاین‌های متحمل به کم، آبیاری برای بهبود و افزایش بازده مصرف آب در آینده امری ضروری است، لذا پژوهش حاضر به منظور میزان عملکرد و بررسی واکنش ۲۸ لاین و رقم جدید از نظر صفات زراعی و فتوسنتزی در شرایط آبیاری زیرسطحی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا انجام شد. این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار به‌منظور بررسی ۲۸ لاین و رقم (جدول ۱) از نظر صفات زراعی و فتوسنتزی در شرایط آبیاری زیرسطحی طراحی شد. خاک محل آزمایش از نوع لوم رسی سیلتی بود که دارای pH برابر با ۷/۶ و هدایت الکتریکی ۱/۱ بود. با شروع فصل زراعی، خزانه گیری صورت گرفت. بذرپاشی در خزانه با بذوری که دارای جوانه‌هایی به طول ۳-۲ میلی‌متر بودند در ۱۲ اردیبهشت ماه انجام گردید و در طول مرحله داشت در خزانه مراقبت‌های لازم از قبیل آبیاری، پاشیدن کود سرک، هوادهی و وجین انجام شد.

عملیات تهیه زمین: نقشه کاشت به‌صورت کاملاً تصادفی بود. بلوک‌های بتنی به مساحت ۰/۸ متر مربع تهیه شد و به فاصله ۲ متر از هم درمزرعه قرار داده شد. ابتدا نایلون‌های مخصوص در عمق ۶۰ سانتی‌متری قرار داده شد سپس سیستم کپسول‌های متخلخل به همراه لوله‌های آبیاری متصل به آنها روی نایلون‌ها قرار داده شد و نهایتاً داخل بلوک‌ها با خاک یکنواخت برای کلیه بلوک‌ها پر شد. سپس نشاها در داخل بلوک‌ها پس از نرم شدن خاک با استفاده از بیل، کشت شدند. برای کلیه ارقام یک نوع آبیاری (زیرسطحی با کپسول‌های متخلخل) استفاده شد. نشاکاری به فاصله ۲۰×۲۰ انجام شد. مراقبت‌های زراعی مطابق عرف منطقه انجام شد و صفات زراعی و فتوسنتزی تا پایان فصل کشت ثبت شد. کود

www.SID.ir

Archive of SID



نیتروژنه به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت پایه و سرک، کود پتاسیم به میان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود فسفر نیز اضافه گردید. برای کنترل علف‌های هرز علاوه بر استفاده از علف کش بوتاکلر به مقدار سه لیتر در هر هکتار، وجین دستی نیز انجام شد.

آماده سازی سیستم آبیاری: برای تهیه تیمارهای آبیاری زیرسطحی خاک هر کرت تا عمق ۴۰ سانتی‌متر برداشته شده و کپسول‌های رسی متخلخل کارگذاری شد. سیستم آبیاری شامل ۲ خط لوله اصلی بود که در روی هر لوله اصلی یک شیر فلکه و یک کنتور حجمی (کنتور حجم سنج آبفر مدل DM با دقت یک لیتر) نصب گردید. لوله‌های اصلی در کنار زمین پهن شده و آب مورد نیاز برای هر تیمار با استفاده از لوله‌های ۱۶ میلی‌متری به ابتدای هر کرت برده شد. با قرار دادن فشارسنج در ابتدای خط لوله‌ها، در آبیاری زیرسطحی متوسط فشار کارکرد سیستم اندازه گیری شد. کپسول‌های رسی متخلخل مورد نیاز از کارگاه ساخت و تولید قطعات سفالی دانشگاه تربیت مدرس تهیه شد. مشخصات ریخت شناسی و هیدرولیکی کپسول‌های رسی متخلخل در جدول ۲ ارایه شده است (Ghorbani vaghei *et al.*, 2011). برای تامین آب آبیاری گیاهان از آب چاه غیرشرب دانشگاه گنبد کاووس استفاده شد و برای تامین فشار هیدورستاتیکی ۲۵ کیلو پاسکال در سیستم‌های آبیاری از یک تانکر دو جداره ضد جلبک ۱۰۰۰ لیتری نصب شده استفاده گردید. اعمال تیمارهای آبیاری در کشت اصلی ۳۰ روز بعد از نشا صورت گرفت و تمام کرت‌ها تا قبل از اعمال تیمارها به صورت یکنواخت آبیاری شدند. خصوصیات اقلیمی منطقه، شامل درجه حرارت حداقل و حداکثر هوا، میزان بارندگی و تبخیر در ماه‌های اجرای تحقیق (اردیبهشت تا مهر ماه) سال زراعی ۹۶ بر اساس اطلاعات آماری ایستگاه سینوپتیک هواشناسی گنبد در جدول ۳ آمده است.

با استفاده از یک دستگاه فلورومتر (JUNIOR-PAM) پارامترهای فلورسانس اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها، روی برگ‌های کاملاً رشد یافته، مستقر در راس شاخه اصلی در مرحله زایشی انجام شد. پارامترهای اولیه فلورسانس کلروفیل شامل: فلورسانس پایه در حالت‌های سازگار شده به تاریکی (Fo) و قرار گرفته تحت نور اشباع (F'o)، فلورسانس حداکثر در حالت‌های سازگار شده به تاریکی (Fm) و نور اشباع (F'm)، فلورسانس ثابت (F') (Zhang *et al.*, 2011) و سرعت انتقال الکترون از طریق فتوسیستم ۲ (ETR) اندازه‌گیری شدند. با توجه به پارامترهای فلورسانس اندازه‌گیری شده، تعدادی از پارامترهای دیگر فلورسانس به شرح جدول ۴ محاسبه شدند.

صفات زراعی اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته (برحسب سانتی‌متر از محل یقه در سطح خاک تا انتهای خوشه مرکزی در زمان برداشت)، وزن کل بوته، تعداد خوشه نابارور، تعداد خوشه بارور، وزن کل خوشه‌ها، طول خوشه اصلی (با اندازه‌گیری فاصله بین گره خوشه تا نوک خوشه بدون احتساب ریشک بر حسب سانتی‌متر)، طول خروج خوشه از غلاف، طول، عرض و مساحت برگ پرچم، تعداد خوشه اولیه، تعداد دانه پر، تعداد دانه پوک، میزان باروری و وزن دانه پر بود. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID



## نتایج و بحث

**ارتفاع:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد ارتفاع بوته در بین کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین نشان داد ژنوتیپ طارم محلی (TAROM MAHALLI) از نظر صفت ارتفاع کل برتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۶). ارتفاع بوته منعکس کننده واکنش رشد رویشی گیاه به عملیات‌های مختلف مدیریتی می‌باشد (Salehi Hiquee *et al*., 2017).

**وزن کل:** در نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای صفت وزن کل مشاهده شد. از بین ارقام مورد بررسی، رقم موتانت طارم (MUTANT TAROM) دارای بیشترین وزن کل می‌باشد. ژنوتیپ‌های AN.NA.22، AH.SP.9 و AN.NA.21 نیز به ترتیب دارای کمترین وزن کل بودند. روند عمومی که گیاهان در شرایط تنش خشکی با آن روبرو هستند کاهش وزن تر و خشک گیاه است (Farooq *et al*., 2009).

**تعداد خوشه بارور:** نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد بین ژنوتیپ‌ها برای تعداد خوشه بارور نشان داد. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی نشان داد ژنوتیپ AH.SP.6 دارا بیشترین تعداد خوشه بارور است. پس از آن به‌ترتیب ژنوتیپ‌های SJ.87 و IR70360-38-1-B-1 دارای بیشترین تعداد خوشه بارور بودند.

**تعداد خوشه نابارور:** تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برای تعداد خوشه نابارور در سطح یک درصد نشان داد. بررسی ارقام نشان داد رقم موتانت طارم (MUTANT TAROM) دارای بیشترین تعداد خوشه نابارور است. همین‌طور ارقام GH.NA.137Z و SJ.87 دارای کمترین تعداد خوشه نابارور بودند.

**وزن کل خوشه‌ها:** تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در شرایط آبیاری زیرسطحی نشان داد وزن کل خوشه‌ها در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار است. همچنین، مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها نشان داد بیشترین وزن کل خوشه متعلق به رقم IR14L110 است.

**طول خوشه اصلی:** نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد برای طول خوشه اصلی نشان داد. همچنین، با توجه به نتایج مقایسه میانگین بیشترین طول خوشه اصلی مربوط به رقم PALAWAN می‌باشد.

**طول خروج خوشه از غلاف:** تجزیه واریانس برای طول خروج خوشه از غلاف تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد. همچنین، ژنوتیپ موتانت طارم محلی از نظر طول خروج خوشه از غلاف میانگین بالاتری نسبت به سایر صفات دارا بود.

**طول و عرض برگ پرچم:** تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای طول و عرض برگ پرچم تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. ژنوتیپ PALAWAN با ۳۷/۵۵ سانتی‌متر بیشترین طول برگ پرچم و ژنوتیپ AH.SP.9 با ۱۷/۳۰ سانتی‌متر کمترین طول برگ پرچم را در بین ژنوتیپ‌ها دارا بود. همچنین، ژنوتیپ طارم محلی (TAROM MAHALLI) دارای بیشترین عرض برگ پرچم بود.

**مساحت برگ پرچم:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بین ژنوتیپ‌ها برای مساحت برگ پرچم وجود

www.SID.ir

Archive of SID



دارد. ژنوتیپ PALAWAN با دارا بودن ۲۶/۳۱ سانتی‌متر مربع دارای بیشترین مساحت برگ پرچم بود و ژنوتیپ AH.SP.9 با ۸/۱۶ کمترین مساحت برگ پرچم را در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارا بود. محدودیت سطح برگ می‌تواند اولین خط دفاعی برای مقابله با خشکی باشد، بنابراین کاهش پتانسیل آب در مدت دوره کم آبی، سبب کاهش آب بافت‌های گیاه شده که نتیجه آن کاهش سطح برگ، کوچک شدن برگ‌ها و کاهش طول ساقه است. کابوسلی و همکاران (Cabuslay *et al*., 2002) گزارش نمودند کاهش سطح برگ در گیاه برنج، راهبردی برای بهبود تحمل به تنش خشکی است.

**تعداد خوشه اولیه:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد خوشه اولیه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. همچنین، نتایج مقایسه میانگین نشان داد ژنوتیپ IRAT216 بیشترین تعداد خوشه اولیه را دارا است.

**تعداد دانه پر:** نتایج تجزیه واریانس حاکی از تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد برای تعداد دانه پر بود. همچنین، ژنوتیپ HHZ 22-Y3-DT1-Y1 دارای بیشترین تعداد دانه پر و ژنوتیپ IR13L118 دارای کمترین وزن دانه پر در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. بومن و همکاران (Bouman *et al*., 2005) نشان داد صفات تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه پر در خوشه به‌عنوان مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه در ارقام برنج از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. تعداد دانه پر در خوشه یکی از اجزای عملکرد در برنج است که می‌تواند به‌عنوان معیاری برای انتخاب لاین‌های پرمحصول برنج استفاده شود (Elyasi *et al*., 2016).

**تعداد دانه پوک:** در جدول ۵ مشاهده می‌شود تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد دانه پوک در سطح یک درصد وجود دارد. ژنوتیپ IR66417-18-1-1-1 دارای کمترین تعداد دانه پوک بود. طبق بررسی غیاثی اسکوئی و همکاران (Ghiasy Oskoee *et al*., 2012) کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی به‌ترتیب به علت افزایش تعداد دانه پوک، کاهش تعداد دانه پر، خروج خوشه از غلاف وزن صد دانه، باروری و تعداد پنجه بود.

**وزن دانه پر:** تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد. بیشترین وزن دانه پر در ژنوتیپ HHZ1-DT3-Y1Y1 مشاهده شد. همچنین، ژنوتیپ‌های HHZ 22-Y3-DT1-Y1، HHZ 6-DT1-LI1-LI1، IR14L110 و HHZ 23-DT16-DT1-DT1 در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارای بیشترین وزن دانه پر بودند.

**باروری:** تجزیه واریانس برای باروری نیز تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نیز نشان داد ژنوتیپ SJ.87 دارای بیشترین میزان باروری در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارد.

**پارامترهای فلورسانس کلروفیل:**

اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل فناوری خاصی محسوب می‌شود که در سال‌های اخیر به منظور مطالعهٔ تأثیر تنش‌های مختلف از جمله خشکی، شوری و دما بر راندمان فتوسنتز برگ در شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای استفاده می‌شود (Baker and Rosenqvist, 2004). استفاده از فلورسانس کلروفیل یک روش قابل اعتماد و غیر مخرب برای نشان دادن وقایع گیاه و قضاوت درباره وضعیت فیزیولوژیک آن است ( Rizza *et*

www.SID.ir

Archive of SID



*al*., 2001). نتایج تجزیه واریانس برای پارامترهای فلورسانی کلروفیل نیز تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد.

Fo یا فلورسانس پایه در حالت‌های سازگار شده به تاریکی در ژنوتیپ AN.NA.21 بیشترین میزان را در بین سایر ژنوتیپ‌ها داشت. افزایش Fo مشاهده شده می‌تواند مربوط به آسیب دستگاه فتوسنتز کننده مانند غیرفعال شدن بخشی از مراکز واکنش فتوسیستم ۲ باشد که ممکن است برگشت پذیر یا غیرقابل جبران باشد (Ranjbar Fardoei, 2017). ژنوتیپ AN.NA.33 دارای بیشترین میزان پارامتر Fm در بین ژنوتیپ‌ها است. شاخص‌های Fo و Fm از پارامترهای مهم به شمار می‌روند که برای ارزیابی مقایسه‌ای دیگر پارامترهای فلورسانس اندازه‌گیری می‌شوند. گرچه این دو پارامتر اساس محاسبه دیگر متغیرهای فلورسانس را تشکیل می‌دهند اما مقدار آنها متغیر است. افزایش Fo و کاهش Fm گویای آسیب رسیدن به انتقال فوتون‌های جذب شده از آنتن‌ها به مراکز واکنش است (Ranjbar Fardoei, 2017). افت Fm ممکن است با کاهش فعالیت کمپلکس آنزیم تجزیه کننده آب و همچنین چرخه انتقال الکترون در درون یا اطراف فتوسیستم II ارتباط داشته باشد(Zlatev and Yordanov, 2004). در پژوهش کاویتا و مورگان (Kavitha and Murugan, 2016) بعد از دو روز خشک شدن سطح Fo افزایش یافت، در حالی که میزان Fm در مقایسه با شاهد کاهش یافته بود.

ژنوتیپ AH.SP.9 از نظر پارامترهای F'm، ETR، F'o و qN بیشترین مقدارها را دارا بود. کاهش میزان ETR (سرعت انتقال الکترون از فتوسیستم ۲) را می‌توان به افزایش تراکم یون‌ها در سیتوسل و به دنبال آن از هم پاشیدگی پلاستوسیانین در مجموعه فتوسیستم ۱ نسبت داد که نتیجه آن کاهش انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و ۲ است (De Lucena *et al*., 2012).

ژنوتیپ AN.NA.33 دارای بیشترین مقدار qP و Y(II) است. ژنوتیپ IRI4L110 دارای کمترین میزان qL در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی است. پتانسیل فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ (Fv/Fm) بیانگر ظرفیت جذب انرژی القایی توسط برگ است و معمولاً به‌عنوان پیامد اثرات عوامل نامساعد محیطی مانند خشکی، شوری و سرما کاهش می‌یابد. در شرایطی که عوامل محیطی برای گیاه بازدارنده نباشند، نسبت Fv/Fm در دامنه ۰/۷۵ تا ۰/۸۵ (بسته به گونه گیاه) قرار دارد (Ranjbar Fardoei, 2017). کاهش نسبت مذکور به کمتر از مقدار طبیعی (<۰/۷۵) حاکی از فتواکسیدان نوری و آسیب رسیدن به مراکز واکنش فتوسیستم ۲ است (Kaouther *et al*., 2012). از نظر این صفت ژنوتیپ HHZ6-DT1-LI1-LI1 دارای بیشترین میزان از پارامتر Fv/Fm می‌باشد. ژو و همکاران (Xu *et al*., 2001) با اعمال تنش گرما (محدوده دمایی ۳۴-۳۰ درجه سلسیوس از ۶ صبح تا ۹ شب) در محیط مزرعه به کمک پوشش پلاستیکی، مشاهده کردند که در چهار روز بعد از اعمال تنش در بعضی ژنوتیپ‌ها مقدار Fv/Fm کاهش یافت، ولی در ۱۲ ورز بعد از اعمال تنش در همه ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی Fv/Fm کاهش معنی‌داری یافت و مقدار این پارامتر در ۱۲ روز بعد از اعمال تنش در دامنه ۰/۷۴۱-۰/۷۹۶ متغیر بود. کارآیی تبدیل انرژی الکترون‌ها به انرژی شیمیایی تحت نور اشباع (F'v/F'm) در ژنوتیپ HHZ1-DT3-Y1-Y1 دارای بیشترین میزان است. اصطلاح F'v/F'm به

www.SID.ir

Archive of SID



پارامتر جنتی (Genty) معروف است ( De Lucena *et al*., 2012) و بیانگر کارآیی تبدیل انرژی الکترون‌ها به انرژی شیمیایی توسط مراکز واکنش باز در فتوسیستم ۲ است (شکل ۱). پارامتر F'v/F'm تغییرات در کارآیی کوانتومی فتوسنتز را به خوبی آشکار می‌کند و کاهش آن نشان‌دهنده کاهش انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و ۲ است (Ranjbar Fardoei, 2017).

NPQ یا پراکنش غیرفتوشیمیایی انرژی جذب شده در ژنوتیپ HHZ22-Y3-DT1-Y1 بیشترین مقدار و در ژنوتیپ AH.SP.9 کمترین میزان را به خود اختصاص داد. طبق پژوهش رنجبر فردویی ( Ranjbar Fardoei, 2017) به موازات تنش افزایش تنش اسمزی در محلول آبیاری، مقدار این پارامتر نیز افزایش یافت و در تنش زیاد به بالاترین میزان خود رسید. با توجه به نتایج به دست آمده ژنوتیپ AH.SP.9 در این پارامتر بهترین کارآیی را نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها دارا بوده است. با توجه به نتایج بررسی‌های حاصل ژنوتیپ‌های HHZ1-DT3-Y1Y1، HHZ 22-Y3-DT1-Y1، HHZ 6-DT1-LI1-LI1، IR14L110 و HHZ 23-DT16-DT1-DT1 در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارای بیشترین وزن دانه پر بودند. با بررسی این ژنوتیپ‌ها از نظر پارامترهای فلورسانس کلروفیل این نتیجه مشهود است که این ژنوتیپ‌ها از نظر پارامترهایی مانند Y(II)، ETR، qP، qL، Fm، Fv/Fm و F'v/F'm بالا بودند و از نظر پارامترهای qN، NPQ و Fo پایین بودند.

استفاده از روش‌های آبیاری غیرغرقابی برای کاهش مصرف آب و به‌عنوان یکی از راهکارهای مقابله با کم آبی توسط محققان مورد تایید قرار گرفته است (Rezaei and Nahvi, 2003). در این پژوهش میزان آب مورد استفاده ۶۸۵۰ متر مکعب در هکتار بود.

## نتیجه‌گیری کلی

امروزه مدیریت بهینه آبیاری و بررسی ارقام مختلف در روش‌های آبیاری مختلف برای شناسایی ارقام مناسب یکی از ملزومات کشاورزی است. در این پژوهش عملکرد و پارامترهای فلورسانس کلروفیل به عنوان دو ابزار قدرتمند برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در شرایط آبیاری زیرسطحی استفاده شدند. نتایج تجزیه واریانس اختلاف بین ژنوتیپ‌ها را در این شرایط نشان داد. ژنوتیپ‌های HHZ1-DT3-Y1Y1، HHZ 22-Y3-DT1-Y1، HHZ 6-DT1-LI1-LI1، IR14L110 و HHZ 23-DT16-DT1-DT1 در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارای بیشترین وزن دانه پر بودند که با بررسی این ژنوتیپ‌ها از نظر پارامترهای فلورسانس کلروفیل این نتیجه مشهود است که این ژنوتیپ‌ها از نظر پارامترهایی مانند Y(II)، ETR، qP، qL، Fm، Fv/Fm و F'v/F'm بالا بودند و از نظر پارامترهای qN، NPQ و Fo پایین بودند. پیشنهاد می‌گردد انجام تحقیقات جامع بهبود بهره‌وری آب از گیاه تا حوضه آبریز بیشتر شده تا راهکارهای ارایه شده از جامع‌نگری لازم برخوردار باشند.

## سپاس‌گزاری

این مقاله مستخرج از طرح ملی توسعه، ترویج و تکثیر ارقام برنج هوازی به روش کم‌آبیاری در مناطق شمال شرق کشور می باشد. لذا بدینوسیله از معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری جهت حمایت‌های مالی و معنوی تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از آقای دکتر علی حشمت‌پور، سرکار خانم دکتر فاختک طلیعی، دکتر مهدی ملاشاهی، سرکار خانم دکتر عاطفه

www.SID.ir

Archive of SID



صبوری، سرکار خانم مهندس شریفه محمدآلق، آقای دکتر عبدالطیف قلیزاده، آقای دکتر احمدرضا دادرس، آقای مهندس عبدالله آتابای و آقای مهندس محمد جواد بهروزبه تشکر و قدردانی می‌گردد.

**جدول ۱**- اسامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی و شجره آنها.

**Table 1**- List of rice genotypes and pedigree

| ژنوتیپ Genotype | منشا Source | ژنوتیپ Genotype | منشا Source |
|---|---|---|---|
| IR14L247 | IRRI | IR66417-18-1-1-1 | IRRI |
| 87.SJ | SANGJO | HHZ 1-DT4-LI1-LI1 | IRRI |
| IR66424-1-2-1-5 | IRRI | MUTANTTAROM | IRAN |
| IRAT216 | IRRI | VANDANA | INDIA |
| TAROMMAHALLI | IRAN | IR14L248 | IRRI |
| IR13L118 | IRRI | GH.NA.137Z | GHARIB×NEDA |
| HHZ 22-Y3-DT1-Y1 | IRRI | IR74721-199-1-3-2 | IRRI |
| HHZ 10-DT5-LI1-LI1 | IRRI | IR14L110 | IRRI |
| AZ.BA.112 | AZUCENA×BALA | IR70360-38-1-B-1 | IRRI |
| AN.NA.33 | AZUCENA×BALA | HHZ 23-DT16-DT1-DT1 | IRRI |
| HHZ 6-DT1-LI1-LI1 | IRRI | AN.NA.21 | ANBARBOU×NEDA |
| PALAWAN | INDIA | AN.NA.22 | ANBARBOU×NEDA |
| IR 10A314 | IRRI | AH.SP.9 | AHLAMITAROUM×SPIDROUD |
| HHZ 1-DT3-Y1-Y1 | IRRI | AH.SP.6 | AHLAMITAROUM×SPIDROUD |

**جدول ۲**- مشخصات ریخت شناسی و هیدرولیکی کپسول‌های رسی متخلخل GB2.

**Table 2**- Morphological and hydrolytic specification of porous clay capsules

| قطر خارجی External diameter (Cm) | قطر داخلی Inner diameter (Cm) | ضخامت دیواره Wall thickness (Cm) | Length (Cm) | آبدهی Watering (Lit/h) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ۲۵ کیلو پاسکال 25 Kp | ۵۰ کیلو پاسکال 50Kp | ۸۰ کیلو پاسکال 80Kp | ۱۰۰ کیلو پاسکال 100Kp |
| 3.5 | 1.5 | 1.0 | 20.0 | 3.9 | 6.8 | 12.0 | 15.1 |

**جدول ۳**- داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک گنبد کاووس در هفت ماهه سال ۱۳۹۶

**Table 3**- Meteorological data of the Gonbad Kavoos synoptic station in the first seven months of 2017

| پارامتر Parameter | | درجه حرارت هوا (°C) Temperature | | رطوبت نسبی Relative humidity | | بارندگی Rainfall (mm) | تبخیر Evaporation (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ماه month | | min | max | min | max | | |
| اردیبهشت | may | 14 | 28.8 | 47 | 94 | 30.4 | 130.3 |
| خرداد | June | 18 | 35.5 | 30 | 80 | 0.3 | 248.9 |
| تیر | July | 22 | 37.7 | 30 | 80 | 7.1 | 264.2 |
| مرداد | August | 23.5 | 39.6 | 28 | 80 | 32 | 275.1 |
| شهریور | September | 20.6 | 38.1 | 25 | 76 | 0 | 255.0 |
| مهر | October | 13.7 | 27.3 | 40 | 85 | 27.9 | 113.1 |
| آبان | Noember | 11.7 | 25.5 | 41 | 85 | 78.6 | 78.3 |

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۴**- تعریف برخی پارامترهای فلورسانس کلروفیل اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر

**Table 4**- Define some of the chlorophyll fluorescence parameters measured in this study

| | | |
|---|---|---|
| Fv=Fm-Fo | **فلورسانس متغیر در حالت سازگار شده به تاریکی** | Krause and Weis (1991) |
| Fv/Fm=(Fm-Fo)/Fm | **حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲** | Bolhar-Nordenkampf and Oquist (1993) |
| F'v/F'm= (F'm-F'o)/F'm | **کارآیی تبدیل انرژی الکترون-ها به انرژی شیمیایی تحت نور اشباع** | Genty (1989) |
| NPQ=(Fm-F'm)-1 | **پراکنش غیر فتوشیمیایی فوتون‌های جذب شده** | Bilger and Bjorkman (1990) |
| qP=(F'm-F')/F'm-F'o) | **پراکنش فتوشیمیایی انرژی جذب شده** | Genty (1989) |
| Y (II)=(F'm-F')/F'm | **کارآیی واقعی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲** | Gilmore (2004) |
| qN=1-((F'm-F'o)/(Fm-Fo)) | **ضریب خاموشی غیر فتوشیمیایی فلورسنت** | Schreiber *et al*. (1986) |
| qL=qP*F'o/F' | **ضریب خاموشی فتوشیمیایی فلورسنت متصل به PSII** | Kramer *et al*. (2004) |

**شکل ۱**- ارزیابی لاین‌های مورد بررسی در پالانه‌های مجهز به سیستم کشت زیرسطحی.

**Figure 1**- Evaluation of the genotypes in subirrigation cultivation system

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۵**- تجزیه واریانس برخی صفات مورد بررسی در شرایط آبیاری زیر سطحی.

**Table 5**- Analysis of variance of traits in underneath irrigation system

| منابع تغییر Sources change | درجه آزادی d.f. | میانگین مربعات Ms | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول خوشه اصلی Main panicle length | وزن کل خوشه ها Total weight of panicles | تعداد خوشه نابارور Number of infertile | تعداد خوشه بارور Number of fertile panicle | وزن کل Total weight | ارتفاع height |
| ژنوتیپ Genotype | 27 | 12.63** | 408.92** | 19.69** | 96.36** | 655.78** | 470.85** |
| خطای آزمایشی Error | 56 | 2.43 | 13.03 | 0.71 | 8.12 | 23.83 | 12.35 |
| C.V. (%) | | 6.95 | 12.38 | 28.51 | 12.74 | 7.20 | 4.08 |

**ادامه جدول ۵-**

**Table 5**- Continued

| منابع تغییر Sources change | درجه آزادی d.f. | میانگین مربعات Ms | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تعداد دانه پر Number of filled grain | تعداد خوشه اولیه Number of primary branches | مساحت برگ پرچم Flag leaf area | عرض برگ پرچم Flag leaf width | طول برگ پرچم Flag leaf length | طول خروج خوشه از غلاف Length of panicle from pod |
| ژنوتیپ Genotype | 27 | 4997.65** | 10.12** | 68.25** | 0.10** | 50.42** | 19.92** |
| خطای آزمایشی Error | 56 | 34.80 | 0.80 | 12.36 | 0.02 | 6.21 | 0.46 |
| C.V. (%) | | 6.95 | 9.32 | 20.37 | 15.26 | 10.88 | 19.61 |

**ادامه جدول ۵-**

**Table 5**- Continued

| منابع تغییر Sources change | درجه آزادی d.f. | میانگین مربعات Ms | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | وزن دانه پر Weight of filled grain | باروری Fertility | تعداد دانه پوک Number of unfilled grain | FÓ | ETR | Y(II) | Fḿ | F' |
| ژنوتیپ Genotype | 27 | 1.17** | 856.78** | 1748.14** | 289.95** | 156.21** | 0.03130** | 368.94** | 789.06** |
| خطای آزمایشی Error | 56 | 0.03 | 14.06 | 73.03 | 0.34 | 0.40 | 0.00002 | 0.63 | 0.82 |
| C.V. (%) | | 11.02 | 6.11 | 17.28 | 1.08 | 2.31 | 1.24155 | 0.35 | 0.63 |

**ادامه جدول ۵-**

**Table 5**- Continued

| منابع تغییر Sources change | درجه آزادی d.f. | میانگین مربعات Ms | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Fv | Fv'/Fḿ | Fv/Fm | Fm | Fo | NPQ | qL | qN | qp |
| ژنوتیپ Genotype | 27 | 375.43** | 0.003746** | 0.0070** | 33.22** | 575.61** | 0.00644** | 0.05023** | 0.0177** | 0.07260** |
| خطای آزمایشی Error | 56 | 1.70 | 0.000007 | 0.00001 | 1.69 | 0.59 | 0.00005 | 0.00001 | 0.0001 | 0.00002 |
| C.V. (%) | | 0.85 | 0.357937 | 0.55012 | 0.49 | 0.70 | 4.31886 | 1.96005 | 10.1064 | 1.13116 |

*و** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. ns نبودن اختلاف معنی‌دار.

*,**Probability levels at 0.05 and 0.01, respectively, ns no significant difference.

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۶**- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در شرایط آبیاری زیرسطحی.

**Table 6**- Mean comparison of traits in underneath irrigation system

| ژنوتیپ Genotype | مساحت برگ پرچم Flag leaf area ($cm^2$) | عرض برگ پرچم Flag leaf width (cm) | طول برگ پرچم Flag leaf length (cm) | طول خروج خوشه از غلاف Length of panicle from pod (cm) | طول خوشه اصلی Main panicle length (cm) | وزن کل خوشه‌ها Total weight of panicle (g) | تعداد خوشه نابارور Number of infertile panicle | تعداد خوشه بارور Number of fertile spike | وزن کل Total (g) weight | ارتفاع کل Total height (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IR14L247 | 13.68 | 0.86 | 21.13 | 2.20 | 24.66 | 30.38 | 1.00 | 21.33 | 73.99 | 86.00 |
| 87.SJ | 14.69 | 0.83 | 23.36 | 4.85 | 21.50 | 48.50 | 0.00 | 33.33 | 86.84 | 70.00 |
| IR66424-1-2-1-5 | 20.61 | 1.10 | 25.16 | 3.95 | 24.66 | 13.72 | 2.66 | 14.33 | 60.70 | 101.00 |
| IRAT216 | 19.42 | 1.33 | 19.43 | 2.30 | 23.35 | 22.62 | 3.33 | 14.00 | 55.71 | 98.00 |
| TAROMMAHALLI | 10.67 | 0.70 | 20.35 | 7.20 | 23.26 | 20.40 | 7.50 | 20.33 | 62.51 | 109.00 |
| IR13L118 | 20.40 | 1.03 | 26.25 | 3.05 | 23.40 | 13.27 | 2.66 | 22.00 | 48.33 | 75.66 |
| HHZ 22-Y3-DT1-Y1 | 17.07 | 0.90 | 25.30 | 1.90 | 25.33 | 46.52 | 3.50 | 20.66 | 88.11 | 79.00 |
| HHZ 10-DT5-LI1-LI1 | 16.40 | 0.93 | 23.33 | 1.50 | 20.90 | 31.38 | 1.66 | 22.66 | 70.78 | 74.33 |
| AZ.BA.112 | 22.13 | 1.30 | 22.43 | 0.00 | 23.46 | 32.42 | 3.00 | 18.00 | 67.57 | 92.00 |
| AN.NA.33 | 10.03 | 0.86 | 15.23 | 3.60 | 18.63 | 19.31 | 2.00 | 23.00 | 59.57 | 90.00 |
| HHZ 6-DT1-LI1-LI1 | 25.29 | 1.23 | 27.35 | 1.10 | 23.00 | 41.25 | 3.00 | 17.00 | 74.30 | 74.66 |
| PALAWAN | 26.31 | 0.93 | 37.55 | 4.75 | 26.63 | 31.41 | 1.00 | 24.33 | 84.43 | 106.33 |
| IR 10A314 | 11.16 | 0.73 | 20.36 | 2.60 | 23.10 | 28.59 | 4.33 | 16.50 | 68.90 | 73.33 |
| HHZ 1-DT3-Y1-Y1 | 20.92 | 1.20 | 23.00 | 0.00 | 20.96 | 41.94 | 0.00 | 23.00 | 67.31 | 73.00 |
| IR66417-18-1-1-1 | 20.31 | 1.06 | 25.56 | 3.25 | 18.66 | 12.02 | 5.50 | 15.66 | 55.12 | 89.66 |
| HHZ 1-DT4-LI1-LI1 | 15.47 | 0.96 | 21.36 | 0.00 | 22.90 | 36.89 | 0.00 | 19.33 | 73.34 | 73.00 |
| MUTANTTAROM | 16.62 | 1.10 | 20.10 | 10.90 | 19.60 | 29.66 | 11.50 | 30.00 | 100.92 | 99.33 |
| VANDANA | 21.76 | 1.13 | 25.90 | 2.83 | 24.46 | 19.88 | 4.00 | 19.00 | 63.83 | 102.66 |
| IR14L248 | 22.37 | 1.20 | 24.93 | 0.90 | 25.16 | 40.06 | 2.00 | 19.66 | 71.74 | 81.66 |
| GH.NA.137Z | 12.76 | 0.86 | 19.40 | 6.10 | 23.16 | 28.11 | 0.00 | 25.00 | 58.38 | 95.00 |
| IR74721-199-1-3-2 | 17.24 | 0.93 | 24.53 | 4.60 | 19.50 | 14.16 | 5.00 | 26.00 | 73.87 | 80.66 |
| IR14L110 | 14.71 | 0.96 | 20.30 | 4.60 | 21.23 | 53.74 | 5.00 | 27.33 | 90.49 | 84.66 |
| IR70360-38-1-B-1 | 11.66 | 0.83 | 18.66 | 2.26 | 23.23 | 36.58 | 6.00 | 31.33 | 76.53 | 96.33 |
| HHZ 23-DT16-DT1-DT1 | 22.10 | 1.26 | 22.96 | 1.00 | 22.10 | 34.25 | 1.00 | 17.66 | 56.78 | 73.33 |
| AN.NA.21 | 21.25 | 1.16 | 24.30 | 3.60 | 21.15 | 21.52 | 2.33 | 24.66 | 47.56 | 85.33 |
| AN.NA.22 | 15.63 | 1.00 | 21.06 | 4.35 | 22.50 | 21.99 | 1.00 | 18.50 | 36.10 | 86.00 |
| AH.SP.9 | 8.16 | 0.63 | 17.30 | 8.45 | 21.06 | 10.13 | 2.00 | 24.50 | 46.62 | 101.00 |
| AH.SP.6 | 14.13 | 0.76 | 24.65 | 5.56 | 19.90 | 35.26 | 2.00 | 37.00 | 75.94 | 61.33 |
| LSD | 5.75 | 0.24 | 4.07 | 1.11 | 2.55 | 5.90 | 1.38 | 4.66 | 7.98 | 5.74 |

www.SID.ir

Archive of SID



**ادامه جدول ۶-**

**Table 6-** Continiued

| ژنوتیپ Genotype | FÓ | ETR | Y(II) | Fḿ | F' | باروری Fertility | وزن دانه پر weight of filled grains (g) | تعداد دانه پوک Number of empty grains | تعداد دانه پر Number of filled grains | تعداد خوشه اولیه Number of primary panicle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IR14L247 | 61.67 | 31.66 | 0.416 | 233.66 | 136.33 | 53.84 | 1.21 | 50.00 | 58.33 | 9.33 |
| 87.SJ | 50.66 | 24.66 | 0.316 | 220.33 | 150.66 | 86.29 | 1.83 | 15.00 | 94.50 | 8.66 |
| IR66424-1-2-1-5 | 60.00 | 31.66 | 0.409 | 233.00 | 137.66 | 37.69 | 1.26 | 103.50 | 62.50 | 10.66 |
| IRAT216 | 57.66 | 29.66 | 0.389 | 230.33 | 140.66 | 64.90 | 1.43 | 33.00 | 61.00 | 13.33 |
| TAROMMAHALLI | 66.33 | 34.66 | 0.445 | 236.33 | 131.00 | 68.66 | 0.95 | 22.50 | 49.33 | 7.00 |
| IR13L118 | 68.66 | 37.66 | 0.522 | 240.33 | 114.66 | 17.88 | 0.77 | 71.00 | 15.50 | 9.33 |
| HHZ 22-Y3-DT1-Y1 | 40.33 | 16.66 | 0.202 | 205.33 | 163.66 | 81.85 | 2.68 | 39.66 | 179.00 | 11.33 |
| HHZ 10-DT5-LI1-LI1 | 50.66 | 24.66 | 0.320 | 220.33 | 149.66 | 67.7 | 1.82 | 47.50 | 98.00 | 11.33 |
| AZ.BA.112 | 44.66 | 20.66 | 0.253 | 214.66 | 160.33 | 77.18 | 2.33 | 32.00 | 107.50 | 10.33 |
| AN.NA.33 | 69.66 | 40.33 | 0.543 | 240.33 | 109.66 | 39.06 | 0.73 | 48.00 | 30.50 | 7.66 |
| HHZ 6-DT1-LI1-LI1 | 40.33 | 17.33 | 0.224 | 208.00 | 161.3 | 73.47 | 2.59 | 54.00 | 149.50 | 12.00 |
| PALAWAN | 45.66 | 21.66 | 0.270 | 214.66 | 156.66 | 51.34 | 2.16 | 101.33 | 104.33 | 10.33 |
| IR 10A314 | 54.33 | 27.66 | 0.369 | 226.33 | 142.66 | 74.70 | 1.58 | 33.00 | 97.50 | 10.66 |
| HHZ 1-DT3-Y1-Y1 | 39.66 | 14.66 | 0.199 | 205.66 | 164.66 | 78.60 | 2.69 | 43.00 | 157.33 | 10.66 |
| IR66417-18-1-1-1 | 66.66 | 34.66 | 0.450 | 237.66 | 130.66 | 81.77 | 0.90 | 13.00 | 58.00 | 7.33 |
| HHZ 1-DT4-LI1-LI1 | 55.00 | 28.00 | 0.382 | 227.66 | 140.66 | 62.80 | 1.53 | 53.00 | 89.50 | 10.00 |
| MUTANTTAROM | 56.33 | 29.66 | 0.394 | 229.66 | 139.00 | 29.97 | 1.48 | 76.00 | 82.33 | 7.33 |
| VANDANA | 52.66 | 26.66 | 0.354 | 223.66 | 144.33 | 53.41 | 1.61 | 60.00 | 68.50 | 8.00 |
| IR14L248 | 44.66 | 20.66 | 0.263 | 214.66 | 158.00 | 58.15 | 2.24 | 83.00 | 114.33 | 13.33 |
| GH.NA.137Z | 52.66 | 26.33 | 0.357 | 224.66 | 144.33 | 70.72 | .60 | 33.33 | 80.00 | 10.66 |
| IR74721-199-1-3-2 | 61.66 | 31.66 | 0.428 | 234.66 | 134.00 | 61.16 | 1.08 | 38.50 | 60.50 | 9.00 |
| IR14L110 | 41.33 | 19.00 | 0.224 | 212.66 | 160.66 | 79.78 | 2.46 | 34.00 | 135.00 | 11.00 |
| IR70360-38-1-B-1 | 55.66 | 27.66 | 0.379 | 227.66 | 141.33 | 58.95 | 1.56 | 55.33 | 79.50 | 10.66 |
| HHZ 23-DT16-DT1-DT1 | 41.66 | 19.00 | 0.248 | 213.66 | 160.66 | 63.72 | 2.44 | 82.00 | 144.00 | 12.00 |
| AN.NA.21 | 68.66 | 38.33 | 0.532 | 241.00 | 112.66 | 41.64 | 0.77 | 63.00 | 45.00 | 8.33 |
| AN.NA.22 | 49.66 | 23.66 | 0.308 | 219.00 | 151.33 | 51.61 | 1.97 | 56.00 | 58.33 | 9.00 |
| AH.SP.9 | 70.33 | 40.33 | 0.541 | 241.33 | 110.66 | 56.00 | 0.74 | 20.66 | 26.33 | 6.66 |
| AH.SP.6 | 55.66 | 28.66 | 0.383 | 228.00 | 140.66 | 74.23 | 1.52 | 23.33 | 67.33 | 8.00 |
| LSD | 0.96 | 1.04 | 0.007 | 1.29 | 1.48 | 6.13 | 0.29 | 13.97 | 9.64 | 1.49 |

www.SID.ir

Archive of SID



**ادامه جدول ۶-**

**Table 6-** Continiued

| ژنوتیپ Genotype | Fv | Fv'/Fḿ | Fv/Fm | Fm | Fo | NPQ | qL | qN | qP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IR14L247 | 146.00 | 0.736 | 0.553 | 263.66 | 117.66 | 0.128 | 0.255 | 0.178 | 0.565 |
| 87.SJ | 152.33 | 0.770 | 0.586 | 259.66 | 107.33 | 0.178 | 0.138 | 0.113 | 0.410 |
| IR66424-1-2-1-5 | 149.33 | 0.742 | 0.559 | 267.00 | 117.66 | 0.145 | 0.240 | 0.158 | 0.551 |
| IRAT216 | 148.00 | 0.749 | 0.563 | 262.66 | 114.66 | 0.140 | 0.212 | 0.166 | 0.519 |
| TAROMMAHALLI | 140.66 | 0.719 | 0.531 | 264.66 | 124.00 | 0.119 | 0.313 | 0.208 | 0.619 |
| IR13L118 | 140.00 | 0.714 | 0.523 | 267.66 | 127.66 | 0.113 | 0.438 | 0.226 | 0.732 |
| HHZ 22-Y3-DT1-Y1 | 171.66 | 0.803 | 0.661 | 259.66 | 88.00 | 0.264 | 0.062 | 0.038 | 0.252 |
| HHZ 10-DT5-LI1-LI1 | 151.66 | 0.770 | 0.584 | 259.66 | 108.00 | 0.178 | 0.141 | 0.118 | 0.416 |
| AZ.BA.112 | 161.66 | 0.791 | 0.624 | 259.00 | 97.33 | 0.206 | 0.089 | 0.051 | 0.319 |
| AN.NA.33 | 139.33 | 0.710 | 0.516 | 269.66 | 130.33 | 0.122 | 0.486 | 0.224 | 0.765 |
| HHZ 6-DT1-LI1-LI1 | 172.00 | 0.806 | 0.662 | 259.66 | 87.66 | 0.248 | 0.069 | 0.025 | 0.278 |
| PALAWAN | 160.00 | 0.787 | 0.617 | 259.00 | 99.00 | 0.206 | 0.100 | 0.056 | 0.343 |
| IR 10A314 | 150.00 | 0.759 | 0.573 | 261.66 | 111.66 | 0.156 | 0.185 | 0.146 | 0.486 |
| HHZ 1-DT3-Y1-Y1 | 171.00 | 0.807 | 0.660 | 259.00 | 88.00 | 0.259 | 0.059 | 0.029 | 0.246 |
| IR66417-18-1-1-1 | 141.00 | 0.719 | 0.526 | 267.66 | 126.66 | 0.126 | 0.319 | 0.212 | 0.625 |
| HHZ 1-DT4-LI1-LI1 | 147.33 | 0.758 | 0.564 | 261.00 | 113.66 | 0.146 | 0.197 | 0.172 | 0.503 |
| MUTANTTAROM | 147.33 | 0.754 | 0.562 | 262.00 | 114.66 | 0.140 | 0.211 | 0.176 | 0.523 |
| VANDANA | 150.33 | 0.764 | 0.575 | 261.00 | 110.66 | 0.169 | 0.169 | 0.137 | 0.463 |
| IR14L248 | 161.33 | 0.791 | 0.622 | 259.00 | 97.66 | 0.206 | 0.094 | 0.053 | 0.333 |
| GH.NA.137Z | 149.33 | 0.765 | 0.572 | 261.00 | 111.66 | 0.161 | 0.170 | 0.151 | 0.467 |
| IR74721-199-1-3-2 | 142.66 | 0.737 | 0.542 | 263.00 | 120.33 | 0.120 | 0.267 | 0.212 | 0.581 |
| IR14L110 | 170.00 | 0.805 | 0.654 | 259.66 | 89.66 | 0.221 | 0.078 | 0.007 | 0.303 |
| IR70360-38-1-B-1 | 147.33 | 0.755 | 0.564 | 261.00 | 113.66 | 0.146 | 0.197 | 0.167 | 0.501 |
| HHZ 23-DT16-DT1-DT1 | 171.33 | 0.804 | 0.656 | 261.00 | 89.66 | 0.221 | 0.079 | 0.011 | 0.308 |
| AN.NA.21 | 139.00 | 0.715 | 0.513 | 269.33 | 130.33 | 0.117 | 0.453 | 0.239 | 0.744 |
| AN.NA.22 | 161.66 | 0.773 | 0.620 | 260.33 | 98.66 | 0.188 | 0.131 | 0.047 | 0.399 |
| AH.SP.9 | 136.66 | 0.708 | 0.513 | 266.33 | 129.66 | 0.103 | 0.485 | 0.252 | 0.764 |
| AH.SP.6 | 148.00 | 0.755 | 0.565 | 261.66 | 113.66 | 0.147 | 0.200 | 0.164 | 0.506 |
| LSD | 2.134 | 0.004 | 0.005 | 2.126 | 1.26 | 0.018 | 0.006 | 0.022 | 0.008 |

www.SID.ir

Archive of SID



## References منابع مورد استفاده


- Abu-Zreig, M.M., Y. Abe, and H. Isoda. 2006. The auto-regulative capability of pitcher irrigation system. *Agricultural Water Management*. 85(3): 272-278.
- Bainbridg, D.A. 2001. Buried clay pot irrigation: A little known but very efficient traditional method of irrigation. *Agricultural Water Management*. 48:79-88.
- Baker, N., and E. Rosenqvist. 2004. Application of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: An examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*. 55: 1607-1621.
- Bastani, S. 2003. Ground water irrigation scheme with clay pipes. 7th Seminar of Iranain National Committee on Irrigation and Drainage. 26: 1-22. (In Persian).
- Bouman, B.A.M., S. Peng., A.R. Castaneda., and R.M. Visperas. 2005. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems. *Agricaltural Water Management*. 74: 87-105.
- Cabuslay, G.S., O. Ito, and A.A. Alejar. 2002. Physiological evaluation of responses of rice (*Oryza sativa* L.) to coater deficit. *Plant Science*. 163: 815-827.
- De Lucena, C.C, D.L. De Siqueira, H.N. Martinez, and P.R. Cecon. 2012. Salt stress change chlorophyll fluorescence in mango. *Revista Brasileira Fruticultura Jaboticabal*. 34: 1245-1255.
- Elyasi, S., V. Mollasadeghi, and S. Abdollahi. 2016. Study the relationships of some morphological traits with seed yield in rice genotypes. *Journal of Crop Breeding*. 8(17): 184-191.
- Farooq, M., A. Wahid, KM. Obayashi, D. Fujita, and S.M.A. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *In Sustainable Agriculture*. 29: 185-212.
- Ghareshikh Bayat, M., M.R. Khaledian, M.H. Bigloei, and P. Shahin Rokhsar. 2015. Numerical simulation of soil moisture in underneath strip drip irrigation. *Iranian Journal of Irrigation and Drainge*. 9(2): 252-261. (In Persian).
- Ghiasy Oskoee, M., H, Farahbakhsh, H. Sabouri, and G. Mohammadinejad. 2012. Effect of drought stress on yield and yield components in rice landraces and improved cultivars under Gonbad Kavous environmental condition. *Cereal Research*. 2 (3): 165- 179. (In Persian).
- Ghorbani vaghei, H., H.A. Bahrami, P. Alizade, and F. Nasiri saleh. 2011. Hydraulic Properties of porous clay capsules and its effect on soil moisture distribution. *Iranian Water Research Journal.* 5(9): 1-10. (In Persian).
- Grigg, B.C., C.A. Beyrouty, R.J. Norman, E.E. Gbur, M. Hanson, and B.R. Wells. 2000. Rice responses to changes in floodwater and timing in southem USA. *Field Crops Research*. 66: 73-79.
- Kaouther, Z., M. Ben Fredj, F. Mani, and C. Hannachi. 2012. Impact of salt stress (NaCl) on growth, chlorophyll content and fluorescence of Tunisian cultivars of chili pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 8: 236-252.
- Katozi, M., F. Rahimzade Khoei, M. Rezaei, M. Yarnia, and H. Sabouri. 2016. Determine the most suitable rice variety in the tensions of irrigation management. *Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology*. 3(1): 31-44. (In Persian).


www.SID.ir

Archive of SID




- Kavitha, C.H., and K. Murugan. 2016. Photochemical efficiancy analysis using chlorophyll fl uorescence of *Dicranopteris linearis* in response to desiccation and rehydration stress. *Bioscience Biotechnology Research Communications*. 9(3): 439-444.
- Li, Y., and R. Barker. 2004. Increasing water productivity for paddy irrigation and water environmental in China. *Paddy and Water Environment* 2 (4):187-193.
- Mao, Z. 2001. Water efficient irrigation and environmentally sustainable irrigated rice production in China. Wuhan University. Department of Irrigation and Drainage. 15p.
- Ranjbar fardoei, A. 2017. Application of chlorophyll fluorescence indices in evaluating the performance of photosynthetic device khinjuk pistachio (*Pistacia khinjuk* L.) under osmotic stress. *Journal of Plant Process Function*. 6(19): 247-254. (In Persian).
- Rezaei, M., and M. Nahvi. 2003. Effect of irrigation interval on rice yield. 11th Seminar of Iranain National Committee on Irrigation and Drainage. (In Persian).
- Rizza F., D. Pagani, A.M. Stance, and L. Cattivelli. 2001. Use of chlorophyll fluorescence to evaluate the cold acclimation and freezing tolerance of winter and spring oats. *Plant Breeding.* 120: 389-396.
- Salehi Hiquee, M., A. Darzi-Naftchali, A. Shahnazari, and M. Jafari Talukolaee. 2017. Study of the influence of irrigation management in subsurface- drained paddy fields on plant height, tiller number and yield of rice. *Journal of Irrigation and Water Engineering.* 7 (27): 107-119. (In Persian).
- Samadvand, S., M. Tajbakhsh, K. Anvari, and J. Ahmadali. 2014. Effect of drip irrigation systems (Tape) and leakage in single and double row planting on yield and water use efficiency in corn. *Jurong West Secondary School.* 18(70): 112-119. (In Persian).
- Shi, Q., X. Zeng, M. Li, X. Tan, and F. Xu. 2002. Effects of different water management practices on rice growth. In: " Water-wise rice production" Bouman BAM, Hengisdijk H, Hardy B, Bindraban PS, Tuong TP, Ladha JK. International Rice Research Institute Press.
- Xu, X.L., Z.M. Wang, and J.P. Zhang. 2001. Effect of heat stress on photosynthetic characteristics of different green organs of winter wheat during grain filling stage. *Acta Botanica Sinica*. 43(6): 571-577.
- Zhang, Y., Z. Xie, Y. Wang, P. Su, L. An, and H. Gao .2011. Effect of water stress on leaf photosynthesis, chlorophyll content and growth of oriental lily. *Russian Journal of Plant Physiology*. 58: 844–850.
- Zlatev, Z.S., and I.T. Yordanov. 2004. Effects of soil drought on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in bean plants. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*. 30: 3-18.


www.SID.ir

Archive of SID



# Variation of Agronomic Traits and Chlorophyll Fluorescence of Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes Using Subirrigation

**Hossein Sabouri[1*], Hojat Ghorbani Vaghei[2], Mohammad Reza Jafarzade Razmi[3], Mohsen Rezaei[4], Mahnaz Katozi[5], and Somayeh Sanchouli[6]**

*Received: December 2018 , Revised: 18 May 2019, Accepted: 9 June 2019*

## Abstract

To evaluate variation of agronomic traits and chlorophyll fluorescence in rice genotypes using subirrigation, as randomized completely block design with three replications was conducted in 2013-2014. During the growth of seedlings in the treasury, the main plot was prepared according to the experimental design in the plots. Transplantation was carried out after 4-3 leaves with the selection of healthy and uniform seedlings on June 20th. In the method of flood irrigation, the land was prepared as usual. To prepare subirrigation treatments, each plot was removed to a depth of 40 cm and porous clay capsules were used. The irrigation system consisted of three main pipelines (the number of irrigation treatments), one valve head and one volume meter installed on each main pipe. The main tubes were spread along the floor and the water needed for each treatment was taken using 16 mm tubes at the beginning of each plot. By placing the pressure gauge at the beginning of the pipelines, the system pressure was modulated in the subirrigation irrigation system. Significant differences detected between genotypes in all traits at 1% probablity. HHZ1-DT3-Y1Y1, HHZ 22-Y3-DT1-Y1, HHZ 6-DT1-LI1-LI1, IR14L110 and HHZ 23-DT16-DT1-DT1 had the highest grain weight. These genotypes in terms of chlorophyll fluorescence parameters, it is evident that these genotypes are in terms of parameters such as Y (II), ETR, qP, qL, NPQ, Fm, Fv / Fm and F'v / F'm were high and were low in terms of qN, NPQ and Fo parameters. High yield genotypes and high photosynthetic potency can be used to cultivation and breeding programs in subirrigation stress areas. Therefore, these genotypes can be of further studies to be used as genotypes with low water requirements.

**Key words**: Chlorophyll fluorescence, Subirrigation, Yield, Part of yield.

1- Associte Professor of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad-e-Kavoos, Gonbad-e-Kavoos,Iran.
2- Assistant Professor of Wood and Forest, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad-e-Kavoos, Gonbad-e-Kavoos,Iran.
3- Master of Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad-e-Kavoos, Gonbad-e-Kavoos,Iran.
4- MS.c. in Biotechnology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad-e-Kavoos, Gonbad-e-Kavoos,Iran.
5- Ph.D. Student of Nuclear Agriculture, Faculty of Agricultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
6- MS.c. in Biotechnology, Shirvan Higher Complex Education, Shirvan, Iran.
**Corresponding Author: hos.sabouri@gmail.com*

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir