Archive of SID

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 50, No 3, Summer 2019 (31-49)
DOI: 10.22059/ijfcs.2018.233429.654323

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۳، پائیز ۱۳۹۸ (ص۴۹-۳۱)

بررسی تغییر شاخص‌های رشدی گیاه برنج (*Oryza sativa* L.) در مراحل مختلف رشد تحت تأثیر رژیم-های مختلف آبیاری در منطقه خوزستان، ایران

کاوه لیوچی[1*]، فاطمه فاطمی نیک[2]، مهرداد یارنیا[3]، عطاء اله سیادت[4]، عبدالعلی گیلانی[5]و ورهرام رشیدی[3]

۱. دکتری زراعت باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران
۲. مربی کشاورزی دانشگاه پیام نور، ایران،
۳.استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۴. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رامین
۵. استادیار، مرکزتحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۲۶ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۲۸)

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین نقش رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد دانه و شاخص‌های فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های برنج هوازی در استان خوزستان به‌مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) طراحی و اجرا گردید. چهار رژیم آبیاری (۱، ۳، ۵ و ۷ روزه) درکرت‌های اصلی و ۱۲ ژنوتیپ برنج در کرت‌های فرعی در سه تکرار قرار گرفتند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که بین ژنوتیپ، رژیم آبیاری و اثر متقابل دو عامل در تمامی مراحل رشد صفات تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. نسبت وزن ساقه (**SWR**) با افزایش رشد نیز افزایش یافت، ولی از مرحله ۱۰۰ روز پس از کاشت به بعد، به‌دلیل نقش مؤثر ساقه به‌خصوص در شرایط کاهش میزان آبیاری در انتقال مجدد، شاهد کاهش این صفت بودیم، ولی در صفات سرعت فتوسنتز خالص (**NAR**) و وزن مخصوص برگ (**SLW**) به‌دلیل سهم بیشتر برگ در اوایل رشد، روندی کاملاً عکس حالت قبلی را داشتیم. نسبت وزن برگ (**LWR**) نیز بنا به‌دلیل اخیر، روندی کاملاً کاهشی از ابتدا تا پایان دوره رشد را دارا بود. با کاهش رژیم آبیاری، به‌دلیل سایه‌اندازی کمتر کانوپی، سرعت فتوسنتز خالص روند نزولی را طی کرد. بیشترین مقدار وزن برگ در رژیم‌های آبیاری با تناوب پنج و هفت روزه مشاهده شد، ولی وزن ساقه در این رژیم‌های آبیاری کاهش یافت. مکانیسم فرار از شرایط تنش‌زا سبب کاهش دوره رشد با کاهش رژیم آبیاری شد. در نهایت پیشنهاد می‌شود این آزمایش در رژیم‌های آبیاری و ژنوتیپ‌های دیگر نیز انجام شود.

واژه‌های کلیدی: رژیم آبیاری، **LWR**، **NAR**، **SLW**، **SWR**.

Investigation on changes of growth indices of rice (*Oryza sativa* L.) in different growth stages under irrigation regimes in Khuzestan, Iran

Kaveh Limouchi[1*], Fatemeh FatemiNick[2], Mehrdad Yarnia[3], Ataallah Siadat[4], Abdolali Gilani[3] and Varahram Rashidi[5]

1. Ph.D in Agronomy, Islamic Azad University, Dezful, Iran. 2. Faculty of Agriculture, Payame noor University, Iran 3, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. 4. University of Agricultural and Natural Resources of Ramin, Ahwaz, Iran. 5. Agricultural and Natural Resource Research Center of Khozestan
(Received: May 16, 2017- Accepted: August 19, 2018)

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effect of irrigation regimes on grain yield and physiological indices of aerobic rice genotypes in Khuzestan province for two years (2014 and 2015). Four irrigation regimes (1, 3, 5 and 7 days) in main plots and 12 rice genotypes in sub-plots with three replications were considered. The combined analysis results showed that there were significant differences between genotypes, irrigation regimes and their interaction at all growth stages at 1%. SWR also increased with growth, but 100 days after planting due to the effective role of stem particularly in terms of reducing the amount of water, a decline was seen in this trait. By decreasing the irrigation regime due to less canopy shading, the NAR slowed down. The highest LWR were observed under 5- and 7-day in irrigation regimes, but SLW decreased in these irrigation regimes. The mechanism of escape from stressful conditions reduced the growth period by decreasing the irrigation regime. Finally, it is recommended that this experiment be carried out in irrigation regimes and other genotypes.

Keywords: Irrigation regimes, LWR, NAR, SLW, SWR.

*** Corresponding author E-mail: kavehlimouchi@yahoo.com**

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

برنج یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی بوده (**Ghosh & Chakma, 2015**) که به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی دنیا، در بخش‌های وسیعی از سراسر جهان کشت می‌شود و غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان است (**Park *et al.*, 2014**). گیاهان تحت شرایط طبیعی و زراعی، به‌طور پیوسته در معرض تنش‌های گوناگون قرار دارند و در این میان، کمبود آب مهم‌ترین عامل محدود کننده عملکرد محصولات زراعی در اکثر نقاط جهان و ایران می‌باشد (**Akbari *et al.*, 2016**). آب مهم‌ترین عامل محدود کننده گیاهان زراعی است (**Arvin & Vafabakhsh, 2016**). خشکی از عمده خطرات جدی برای تولید موفق محصولات زراعی به‌ویژه برنج در جهان است که می‌تواند در هر زمان طی فصل رشد رخ دهد. از این‌رو، یکی از چالش‌های اصلی در کشاورزی تولید غذای بیشتر با آب کمتر است (**Tuyen & Prasad, 2008**). از ۲۵ درصد آب‌های شیرین موجود در دنیا، ۷۰ درصد آن در بخش کشاورزی مصرف شده که از این مقدار ۲۵ الی ۳۰ درصد آن به زراعت برنج اختصاص دارد (**Sedaghat *et al.*, 2015**). برنج بیش‌ترین مقدار مصرف آب را در بین محصولات کشاورزی دارا بوده و حدود ۸۰ درصد کل منابع آب شیرین مصرفی آسیا را شامل می‌شود (**Sedaghat *et al.*, 2015**). تقریباً ۷۵ درصد برنج جهان از شالیزارهای فاریاب می‌باشد (**Carmelita *et al.*, 2011**). با رژیم‌های آبیاری متناوب، تبادل هوا بین خاک و اتمسفر بهتر برقرار شده (**Tuong *et al.*, 2005**) و در آبیاری‌های چند روز یک‌بار، اکسیژن کافی در اختیار سیستم ریشه‌ای گیاه قرار می‌گیرد که این امر موجب سرعت‌بخشیدن به معدنی‌شدن مواد آلی و تثبیت نیتروژن خاک می‌شود. موارد مزبور باعث بهبود افزایش مواد مغذی گیاهی و در نتیجه افزایش رشد آن می‌شود(**Dong *et al.*, 2012; Tan *et al.*, 2013**) کمبود رطوبت یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده روند رشد می‌باشد (**Mosavy *et al.*, 2016**). مدیریت آبیاری متناوب می‌تواند نیاز گیاه را در شرایط بحرانی تأمین کند (**Shanmugasundaram, 2015**). مهمترین مزیت روش آبیاری متناوب با دورآبیاری چند روزه در برنج، صرفه‌جویی در مصرف آب (**Uphoff *et al.*, 2013**) و کاهش میزان مصرف کودهای شیمیایی به لحاظ کاهش آبشویی می‌باشد (**Chowdhury *et al.*, 2014**). لیموچی (**Limouchi *et al.*, 2014**) کاهش طول دوره رشد ارقام به جهت کاهش انتقال کربوهیدرات‌های غیرساختمانی به مخزن اصلی یعنی دانه را از عوامل مؤثر در کاهش عملکرد عنوان نمود. وی همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه را با وزن خوشه (۰/۶۲۶**) اعلام نمود. اگر چه سرعت رشد محصول در هر مرحله نموی، عملکرد دانه برنج را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما مقدار آن در دو هفته قبل از خوشه‌دهی اثرات بحرانی بر روی عملکرد نهایی برنج دارد، بنابراین به حداکثر رساندن مقدار آن طی این دوره، از اهداف مهم اصلاحی و مدیریتی برای دست‌یابی به حداکثر عملکرد دانه می‌باشد (**Limouchi *et al.*, 2014**). اصلاح تکنیک‌های کشت به‌عنوان یک راه‌کار مؤثر جهت افزایش کمی و کیفی سرعت رشد گیاه برنج معرفی شد (**Farrell *et al.*, 2004**)، که در این میان رژیم آبیاری می‌تواند گزینه مناسبی باشد. عملکرد بیشتر برنج به‌علت میزان فتوسنتز خالص بالاتر و توزیع بهتر برگ پس از ظهور خوشه می‌باشد (**Lu *et al.*, 2000**). به‌منظور افزایش سرعت تولید ماده خشک، نیاز است که عمل فتوسنتز در گیاهان زراعی بهبود یابد (**Murchi *et al.*, 2002**). سرعت رشد محصول بیشتر در طی دو هفته قبل از خوشه‌دهی کامل، باعث انباشت بیشتر کربوهیدرات غیرساختمانی می‌شود که به نوبه خود با تعیین تعداد سلول آندوسپرمی، باعث پرشدن درصد بیشتری از دانه می‌گردد (**Murchi *et al.*, 2002**). هر چند که نیاز به تولید ارقام پرمحصول وجود دارد، ولی باید ظرفیت تحمل به تنش در رقم‌های محلی نیز مورد توجه قرار داده شود (**Wu *et al.*, 2011**). تنش خشکی منجر به کاهش محتوای آب نسبی در گیاه که عامل رشد و شادابی است، می‌شود (**Xu *et al.*, 2013**). کاهش آب در دسترس گیاه در رژیم‌های آبیاری چند روزه بیش

www.SID.ir

Archive of SID

از تحمل گیاه به‌ویژه در مرحله گیاهچه‌ای، بر صفات رشدی گیاه اثر منفی گذاشته و سبب کاهش رشد رویشی می‌شود (**Salehifar *et al.*, 2014**). آبیاری تکمیلی در مرحله زایشی می‌تواند گزینه مدیریتی برای کاهش جنبه‌های منفی خشکی انتهای فصل رشد باشد (**Nehbandani *et al.*, 2016**). از یک‌سو خشکی و رژیم آبیاری بیش از حد تحمل گیاه، به‌دلیل اختلال رشد در مرحله زایشی و عدم انتقال و تخصیص کربوهیدارت‌ها و قندها به دانه، سبب کاهش عملکرد و شاخص‌های رشدی گیاه برنج می‌شود (**Durand *et al.*, 2016; Mohd Zain & Razi Ismail *et al.*, 2016**) و از سوی دیگر آبیاری غرقاب دائم نیز به دلایل مختلفی از جمله هزینه تشکیل آئرانشیم، باعث کاهش روند رشد و در نهایت با توجه به همبستگی بالای شاخص‌های روند رشد با عملکرد دانه منجر به کاهش محصول اقتصادی گیاه برنج می‌شود (**Abdola & Zarea, 2015**). هدف از انجام این پژوهش شناسایی و عکس‌العمل فیزیولوژیکی و سازوکارهای متحمل و یا حساس به رژیم‌های مختلف آبیاری است. در نهایت ارائه صفات کاربردی جهت اصلاح ژنوتیپ‌های هوازی برنج است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده با دو عامل و سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به‌روش خشکه‌کاری در کرت‌های ۳×۴ متری به‌مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایران در منطقه خوزستان که در ۷۰ کیلومتری شمال اهواز حدفاصل دو رودخانه کرخه و کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه و ارتفاع ۳۳ متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا گردید. خاک مزرعه دارای بافت رسی-لومی، ۷ - ۷/۵ = **pH** ، هدایت الکتریکی ۲/۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر و مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی آن به‌ترتیب ۰/۰۹ درصد، ۱۰-۱۲، ۱۲۰ و ۲/۵ قسمت در میلیون بود. چهار رژیم آبیاری شامل تناوب‌های یک روزه یا شاهد (رایج منطقه) (**I۱**) و رژیم‌های آبیاری سه (**I۲**) پنج (**I۳**) و هفت روزه (**I۴**) به‌عنوان سطوح عامل اصلی و ۱۲ ژنوتیپ برنج (جدول ۱) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بذر خشک هر یک از ژنوتیپ‌ها، پس از تهیه زمین، توسط بذرکار همدانی در ردیف‌های ۲۰ سانتی‌متری کشت شدند. سپس رژیم‌های آبیاری از اواسط پنجه‌زنی (قبل از آن به‌صورت رایج منطقه یا روزانه آبیاری صورت می‌گرفت) اعمال شد. کرت‌ها با آبی که توسط پمپ تأمین و کنترل می‌گردد تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر (با توجه به گذاشتن پلاستیک تا عمق یک متری جهت ممانعت از هدر روی آب و همچنین اشباع پتانسیل ثقلی، ارتفاع آب پس از رسیدن به پنج سانتی‌متر که با شاخصی در هر کرت مشخص می‌شد با بستن ورودی کرت‌ها ثابت شد) آبیاری شدند. این روند در تمام دوره رشد و هر چهار رژیم آبیاری اعمال شد. برای جلوگیری از نفوذ آب به کرت‌های مجاور، تمام پشته‌ها تا عمق یک‌متری داخل خاک و نیز دیواره جویهای آبیاری توسط پلاستیک پوشانده شدند. نوع رژیم آبیاری نیز با توجه به شرایط و پتانسیل آب انتخاب و برای تعیین میزان آب ورودی به درون کرتها با توجه به ارتفاع آب و اندازه کرت در طول مدت آبیاری که حدوداً ۷ ساعت (مدت زمانی که ارتفاع آب درون کرت به پنج سانتی‌متر می‌رسید) بود، همچنین با توجه به دبی آب که از طریق پمپ تعیین می‌گردید اندازه‌گیری شد. برخی پارامترهای هواشناسی در جدول شماره ۲ آورده شده است. برای تأمین عناصر غذایی؛ نیتروژن از منبع اوره به‌میزان ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت ۲۵٪ پایه (۲۵-۲۰ روز پس از سبز شدن) و ۷۵٪ باقیمانده در سه تقسیط ۲۵٪ به‌عنوان سرک‌های اوّل تا سوم به‌ترتیب در ابتدای شکل‌گیری جوانه اولیه خوشه (۴۰- ۳۵ روز پس از مصرف کود پایه) ابتدای آبستنی (۳۵-۳۰ روز پس از سرک اوّل) و زمان ظهور ۵۰٪ خوشه استفاده شد. کود فسفره به‌مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل، کود پتاسه به‌میزان ۱۰۰ و عنصر روی به‌مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات به‌صورت خاک‌کاربرد در زمان کاشت مصرف شدند. کنترل علف‌های هرز به‌صورت تلفیقی شامل وجین و مصرف سم توفوردی به‌میزان ۱/۵-۲ لیتر در هکتار (۴۰- ۳۵ روز پس از سبز شدن) انجام گردید. جهت تعیین روند تغییرات فتوسنتز خالص (**NAR**)، وزن مخصوص برگ (**SLW**)، نسبت وزن برگ (**LWR**) و نسبت وزن ساقه (**SWR**) نیز اقدام به نمونه‌برداری در دوره‌های ۲۵ روزه، از آغاز رشد به‌منظور تعیین نقش صفات مزبور در میزان عملکرد نهایی محصول تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری صورت پذیرفت. سطح برگ هر ۲۵ روز از میانگین ۳۰ نمونه توسط دستگاه **(LI-31000, LI-COR, Lincoln, NE) Leaf Area Meter** قبل از خشک‌شدن آنها اندازه‌گیری شد. وزن برگ، ساقه و کل گیاه نیز از نمونه‌های ۳۰ تایی پس از خشک‌شدن در فواصل زمانی مزبور توزین شد.

فرمول شماره ۱:

$$SLW = \frac{\left(\frac{LW1}{LA1} + \frac{LW2}{LA2}\right)}{2}$$

فرمول شماره ۲:

$$LWR = \frac{\left(\frac{LW1}{W1} + \frac{LW2}{W2}\right)}{2}$$

فرمول شماره ۳:

$$SWR = \frac{\left(\frac{SW1}{W1} + \frac{SW2}{W2}\right)}{2}$$

www.SID.ir

Archive of SID

فرمول شماره ۴:

$$NAR = \frac{dw}{dt} \cdot \frac{1}{LA}$$

LW1 و **LW2**: میانگین وزن برگ در دو فاصله زمانی
LA1 و **LA2**: میانگین سطح برگ در دو فاصله زمانی
SW1 و **SW2**: وزن خشک ساقه در دو فاصله زمانی
W1 و **W2**: وزن خشک کل گیاه در دو فاصله زمانی
dw: وزن خشک گیاه در دو فاصله زمانی
dt: فواصل زمانی نمونه‌برداری شده
LA: میانگین سطح برگ

در برداشت، پس از رسیدن رطوبت دانه به ۱۴ درصد، با انداختن کادر ۱/۵ مترمربعی در وسط هر کرت، خوشه‌ها جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه برداشت شدند.

جدول ۱- برخی ویژگی‌ها و شجره ژنوتیپ‌های مورد استفاده در تحقیق

Table 1- Some features and pedigree of genotypes used in the study

Genotype		Cross	Origin	Drought Tolerance
V1	VANDANA	C 22/KALAKERI	INDIA	1
V2	IR 78908-193-B-3-B	VANDANA/IR 65	IRRI	1
V3	IR 81429-B-31	IR 78908-44/IR 78908-86	IRRI	1
V4	IR 78875-176-B-1-B	PSB RC 9/IR 64	IRRI	3
V5	IR 79971-B-202-2-4	VANDANA/WAYRAREM	IRRI	5
V6	IR 80508-B-194-4-B	PSB RC 9/AUS 257	IRRI	7
V7	IR 80508-B-194-3-B	PSB RC 9/AUS 257	IRRI	5
V8	IR 79907-B-493-3-1	IR 55419-04/IR 64	IRRI	5
V9	IR 81025-B-347-3	NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1	IRRI	5
V10	IR 81025-B-327-3	NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1	IRRI	3
V11	NADA	SANG TARAM/AMOL3	IRAN	3
V12	TARUM	-	IRAN	9

اعداد ۱ تا ۹ به‌ترتیب شامل بیشترین تا کمترین مقاومت به خشکی می‌باشند.

The numbers from 1 to 9 have the highest and lowest drought tolerance, respectively.

جدول ۲- میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت ماهیانه (کاشت تا برداشت) طی سال‌های زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور

Table 2. Average of minimum and maximum temperatures of months (sowing to harvesting) in Shavoor Agricultural Research Station for two years (2014 and 2015)

Month	(2014)		(2015)	
	Mean Min. (ºC)	Mean Max. (ºC)	Mean Min. (ºC)	Mean Max. (ºC)
Jun.	26	44	26.6	46.2
Jul.	27.8	46.7	27.8	45.7
Aug.	27.8	46.5	29.1	47.5
Sep.	25.2	44.5	27.4	44.6
Oct.	21	38	22.2	39.5
Nov.	12.7	29	15.8	27.8
Average	23.42	41.45	24.82	41.88

کلیه داده‌های حاصل از آزمایش پس از اطمینان از نرمال‌بودن، با استفاده از نرم‌افزارهای آماری **SAS** (نسخه ۱/۰/۱۲/۶) و **SPSS** (نسخه ۲۲) تجزیه واریانس (مرکب) و همبستگی انجام شد و میانگین داده‌ها به‌روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند

نتایج و بحث

سرعت فتوسنتز خالص (**NAR**): نتایج تجزیه مرکب شاخص سرعت فتوسنتز خالص در جدول ۳ ارائه شده است. بر مبنای نتایج حاصله می‌توان اعلام داشت که ژنوتیپ، رژیم‌آبیاری، اثر متقابل دو عامل ژنوتیپ × رژیم آبیاری و همچنین اثر متقابل سه عامل سال × رژیم آبیاری × ژنوتیپ در تمامی مراحل نمونه‌برداری تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر روی سرعت فتوسنتز خالص داشتند. با توجه به معنی‌دار شدن اثر رژیم‌های مختلف آبیاری، مقایسه میانگین‌ها بر مبنای آزمون دانکن صورت پذیرفت که بیانگر بالا بودن سرعت فتوسنتز خالص در رژیم آبیاری با تناوب هفت روزه در تمامی مراحل رشد نسبت به سه رژیم دیگر آبیاری به فواصل آبیاری کمتر بود. این افزایش تا

www.SID.ir

Archive of SID

حدود ۵۰ درصدی رژیم‌های آبیاری با تناوب یک و سه روزه دیگر نیز برآورد گردید. مقایسه میانگین‌های رژیم‌های آبیاری دیگر نشان داد که دو رژیم آبیاری با تناوب یک و سه روزه در تمامی مراحل رشد، دارای میانگینی حدوداً در یک محدوده می‌باشد؛ ولی برتری تیمار آبیاری با تناوب سه روزه در بیشتر مراحل نمونه‌برداری دارای بازده بهتری نسبت به سایر تیمارها بود. این نتایج با دیگر بررسی (**Dutta *et al.*, 2002**) مبنی بر رابطه مستقیم افزایش برگ با فتوسنتز خالص مانند آنچه به‌دست آمد مطابقت دارد.

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه مرکب مربوط به سرعت فتوسنتز خالص (هر عدد میانگین ۲۸۸ مشاهده می‌باشد) ژنوتیپ‌های برنج

Table 3. The brief of the combined analysis of the results related to the NAR trait of the rice genotypes

		MS				
S.O.V.	**Df**	**25 day after planting**	**50 day after planting**	**75 day after planting**	**100 day after planting**	**125 day after planting**
Year	**1**	**30.576****	**463.355****	**19.474****	**12.244****	**55.204****
Rep. (Year)(Error a)	**4**	**1.659**	**2.280**	**0.070**	**0.024**	**1.702**
irrigation regimes	**3**	**1630.679****	**328.241****	**41.225****	**23.525****	**68.963****
irrigation regimes ×Year	**3**	**23.902****	**93.462****	**1.284****	**1.182****	**4.256****
Error b	**12**	**3.366**	**0.807**	**0.399**	**0.172**	**1.030**
Genotypes	**11**	**699.247****	**85.303****	**12.321****	**4.868****	**13.836****
genotypes × Year	**11**	**8.171****	**28.220****	**0.377****	**0.188****	**0.914****
irrigation regimes × genotypes	**33**	**194.305****	**31.796****	**2.635****	**0.854****	**2.371****
irrigation regimes ×Year × genotypes	**33**	**14.189****	**18.184****	**0.296****	**0.176****	**0.784****
Error c	**176**	**3.466**	**0.777**	**0.121**	**0.054**	**0.188**
C.V(%)	**-**	**14.314**	**21.396**	**14.387**	**10.729**	**12.980**

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد .**

^{ns}, * and **: Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به سرعت فتوسنتز خالص ژنوتیپ‌های برنج

Table 4. Comparing the average two-year of the NAR characteristics of rice genotypes

Treatments	**25 day after planting ($g.m^2$)**	**50 day after planting ($g.m^2$)**	**75 day after planting ($g.m^2$)**	**100 day after planting ($g.m^2$)**	**125 day after planting ($g.m^2$)**
Irrigation regimes					
I1	**9.35 ^{c}**	**2.34 ^{c}**	**1.76 ^{c}**	**1.75 ^{c}**	**2.54 ^{c}**
I2	**8.90 ^{c}**	**2.71 ^{c}**	**1.98 ^{c}**	**1.71 ^{c}**	**2.61 ^{c}**
I3	**14.89 ^{b}**	**4.42 ^{b}**	**2.51 ^{b}**	**2.30 ^{b}**	**3.62 ^{b}**
I4	**18.86 ^{a}**	**6.14 ^{a}**	**3.46 ^{a}**	**2.93 ^{a}**	**4.62 ^{a}**
Genotypes					
V1	**10.41 ^{de}**	**6.05 ^{ab}**	**3.34 ^{b}**	**2.23 ^{cd}**	**3.13 ^{e}**
V2	**8.35 $^{d-f}$**	**2.19 ^{fg}**	**1.71 ^{f}**	**1.90 ^{f}**	**2.93 $^{e-g}$**
V3	**7.58 ^{f}**	**1.72 ^{g}**	**1.42 ^{g}**	**1.50 ^{h}**	**2.71 ^{g}**
V4	**8.52 $^{d-f}$**	**3.09 ^{ef}**	**1.89 f**	**2.08 ^{e}**	**3.04 ^{ef}**
V5	**23.97 ^{a}**	**4.79 ^{cd}**	**3.16 ^{bc}**	**2.95 ^{a}**	**4.55 b**
V6	**16.09 ^{c}**	**3.74 ^{de}**	**2.45 ^{d}**	**1.70 ^{g}**	**2.88 $^{e-g}$**
V7	**9.72 $^{d-f}$**	**3.15 ^{ef}**	**2.21 ^{e}**	**1.92 ^{f}**	**2.81 ^{fg}**
V8	**14.80 ^{c}**	**6.30 ^{a}**	**3.60 ^{a}**	**2.89 ^{a}**	**4.18 ^{c}**
V9	**10.77 ^{d}**	**2.31 ^{fg}**	**1.69 ^{f}**	**1.84 ^{f}**	**2.76 ^{g}**
V10	**19.00 ^{b}**	**5.62 $^{a-c}$**	**2.56 ^{d}**	**2.31 ^{c}**	**3.55 ^{d}**
V11	**8.05 ^{ef}**	**2.95 ^{fg}**	**2.10 ^{e}**	**2.16 ^{de}**	**2.80 ^{fg}**
V12	**18.79 ^{b}**	**4.90 $^{b-d}$**	**3.00 ^{c}**	**2.57 ^{b}**	**4.86 ^{a}**

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به سرعت فتوسنتز خالص ژنوتیپ‌های برنج در تیمارهای آزمایشی

Table 5. Comparing the average two-year of the NAR characteristics of rice genotypes in the testing treatments

Treatments		25 day after planting ($g.m^2$)	50 day after planting ($g.m^2$)	75 day after planting ($g.m^2$)	100 day after planting ($g.m^2$)	125 day after planting ($g.m^2$)
Irrigation regimes	Genotypes					
I1	V1	10.09 h-p	7.79 a-e	3.78 cd	1.86 i-n	2.48 l-t
	V2	11.55 g-n	1.71 jk	1.70 m-r	1.82 j-n	2.89 i-s
	V3	6.74 m-p	1.38 jk	1.30 q-t	1.44 m-p	2.06 q-t
	V4	11.34 g-n	2.05 i-k	1.60 n-s	1.86 i-n	2.87 i-s
	V5	22.21 bc	3.19 f-k	1.76 l-r	2.10 f-k	3.50 g-m
	V6	7.26 l-p	1.13 k	0.86 t	0.95 q	1.65 t
	V7	4.66 p	1.59 jk	1.51 p-t	1.67 k-o	2.37 m-t
	V8	8.96 i-p	2.60 f-k	2.60 f-k	2.38 f-i	2.65 j-t
	V9	4.74 p	0.96 k	0.95 st	1.45 m-p	1.93 r-t
	V10	9.45 h-p	1.92 i-k	1.52 o-t	1.85 i-n	2.31 n-t
	V11	5.02 p	1.00 k	1.18 r-t	1.60 k-o	2.11 p-t
	V12	10.25 g-p	2.72 f-k	2.33 h-m	1.99 h-m	3.68 f-k
I2	V1	6.28 m-p	2.42 g-k	2.33 h-m	1.76 j-o	2.46 l-t
	V2	8.01 k-p	1.92 i-k	1.59 n-s	1.26 o-q	2.04 q-t
	V3	7.49 l-p	1.68 jk	1.50 p-t	1.48 l-p	3.18 h-q
	V4	7.47 l-p	2.78 f-k	1.73 l-r	1.69 k-o	2.78 i-t
	V5	8.08 k-p	2.52 f-k	1.65 m-r	1.77 j-o	2.64 j-t
	V6	5.62 op	1.41 jk	2.24 i-o	1.09 pq	1.74 st
	V7	11.27 g-o	3.13 f-k	2.16 j-p	1.88 i-n	2.44 l-t
	V8	14.65 e-h	5.85 b-g	2.99 e-h	2.52 e-g	3.39 g-n
	V9	8.16 k-p	1.97 i-k	1.34 q-t	1.74 k-o	2.21 o-t
	V10	11.86 g-m	2.56 f-k	2.03 j-q	1.78 j-o	2.57 k-t
	V11	6.00 n-p	2.82 f-k	1.91 k-r	1.69 k-o	2.35 m-t
	V12	11.93 g-m	3.44 f-k	2.32 h-n	1.87 i-n	3.57 g-l
I3	V1	11.39 g-n	4.88 d-j	3.01 e-h	2.03 g-k	3.22 h-p
	V2	6.85 m-p	3.00 f-k	1.73 l-r	2.03 g-l	3.04 h-r
	V3	8.19 k-p	2.04 i-k	1.42 q-t	1.43 n-p	2.62 j-t
	V4	7.48 l-p	2.86 f-k	1.79 l-r	1.91 i-n	3.13 h-q
	V5	30.61 a	5.78 b-h	3.04 e-g	3.30 bc	4.91 b-e
	V6	17.40 c-f	4.40 e-k	2.32 h-n	1.73 k-o	3.07 h-r
	V7	9.58 h-p	2.93 f-k	2.24 i-o	2.02 g-l	2.91 h-r
	V8	15.70 d-g	6.13 b-f	4.12 bc	3.36 bc	4.83 b-e
	V9	14.46 e-i	2.87 f-k	1.76 l-r	2.06 g-k	2.85 i-s
	V10	30.27 a	9.55 a	3.44 de	2.57 d-f	4.65 c-f
	V11	8.55 j-p	3.08 f-k	2.16 j-p	2.29 f-j	2.82 i-s
	V12	18.21 c-e	5.53 c-i	3.12 ef	2.90 c-e	5.40 bc
I4	V1	13.87 e-j	9.13 ab	4.24 bc	3.28 bc	4.34 d-g
	V2	6.99 l-p	2.15 h-k	1.79 l-r	2.51 e-h	3.73 f-j
	V3	7.90 k-p	1.78 jk	1.44 p-t	1.65 k-o	2.98 h-r
	V4	7.78 k-p	4.67 d-k	2.43 g-l	2.87 c-e	3.36 g-o
	V5	34.99 a	7.68 a-e	6.19 a	4.62 a	7.15 a
	V6	34.08 a	8.02 a-d	4.39 bc	3.03 cd	5.06 b-e
	V7	13.35 e-k	4.96 c-j	2.93 e-i	2.11 f-k	3.53 g-l
	V8	19.87 b-d	10.63 a	4.71 b	3.30 bc	5.84 b
	V9	15.71 d-g	3.46 f-k	2.70 f-j	2.10 f-k	4.03 d-h
	V10	24.42 b	8.43 a-c	3.25 d-f	3.04 b-d	4.69 c-f
	V11	12.63 f-l	4.90 d-j	3.18 d-f	3.08 bc	3.91 e-i
	V12	34.78 a	7.90 a-e	4.24 bc	3.54 b	6.77 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID

در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی نتایج نشان داد که استفاده از ژنوتیپ‌های با مقاومت و درنتیجه سازگاری مطلوبتر برای آبیاری با فواصل طولانی‌تر، مناسبو برای آبیاری غرقاب به‌دلیل هزینه مازادی که در ژنتیک گیاه برای مقابله با خشکی وجود دارد و در نتیجه مصرف بیشتر مواد غذایی به این بخش به‌جای مخزن اصلی، نامناسب می‌باشد (**Durand *et al.*, 2016; Mohd Zain & Razi Ismail *et al.*, 2016**). شدت کاهش آن در رژیم آبیاری با تناوب‌های یک روزه و سه روزه به مراتب بیشتر از رژیم‌های آبیاری پنج و هفت روزه به‌دلیل افزایش پوشش سطح برگ بود و بسته به ژنوتیپ تا زمان ظهور خوشه ادامه داشت. به‌نظر می‌رسد به‌دلیل عدم محدودیت نور در سطح استان خوزستان و دوام بهتر سطح برگ، میزان فتوسنتز خالص ژنوتیپ‌ها افزایش قابل‌توجهی یافت. با توجه به افزایش قابل‌توجه سرعت فتوسنتز خالص به‌دلیل رابطه مستقیم با روند رشد محصول وکاهش سطح برگ و سایه‌اندازی آن دستیابی به نتیجه‌گیری مزبور منطقی است (**Dutta *et al.*, 2002**) (جداول ۴ و ۵).

پیرو اظهارات گذشته، ضرایب همبستگی نشان داد که در کلیه مراحل رشد، فتوسنتز خالص دارای همبستگی منفی با عملکرد بود و این در حالی بود که بیشترین همبستگی مثبت را با وزن برگ دارا بود. به‌نظر می‌رسد فتوسنتز خالص به‌تنهایی، نه‌تنها در افزایش عملکرد موثر نبوده بلکه می‌تواند منفی نیز باشد و درواقع برآیندی از سایر عوامل و حد مطلوبی از صفات مانند وزن و تعداد برگ و غیر و درنتیجه اثرات متقابل هم می‌تواند سبب افزایش عملکرد دانه شود. نتایج به‌دست آمده با اظهارات حاصل از پژوهش دیگر (**Dutta *et al.*, 2002**) پیرامون اظهارات اخیر و تأثیر و همبستگی مثبت وزن برگ با فتوسنتز خالص در یک راستا قرار داشت (جداول ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹). وزن مخصوص برگ (**SLW**): این صفت که بیانگر نسبت وزن برگ به سطح برگ است بیانگر سطح ویژه برگ نیز می‌باشد و با ضخامت برگ رابطه مستقیم دارد (**Tan *et al.*, 2013**). نتایج تجزیه مرکب نشان داد بین اثرات سال، رژیم آبیاری و ژنوتیپ و همچنین اثرات متقابل دو و سه عامل بین آنها تفاوت معنی‌دار وجود دارد که در اثر متقابل سال در ژنوتیپ در مرحله ۲۵ روز پس از کاشت و اثر هم‌زمان سه عامل در ۱۰۰ روز پس از کاشت، این تفاوت در سطح پنج درصد و در سایر سطوح در سطح یک درصد وجود داشت و تنها در بین اثر متقابل سال در ژنوتیپ در مرحله ۷۵ و ۱۰۰ روز پس از کاشت و اثر هم‌زمان سه عامل در مرحله ۷۵ روز پس از کاشت هیچ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶). از ابتدای رشد تا مرحله ۱۰۰ روز پس از کاشت، وزن مخصوص برگ به‌دلیل افزایش سطح برگ در مخرج کسر سیر نزولی طی کرد و پس از آن به‌دلیل چروکیدگی، پسابیدگی، پلاسیدگی، جمع‌شدن برگ و در نهایت کاهش سطح با جمع‌شدن سلول‌های بالیفورم در نتیجه کاهش انتقال آب با توجه به بسته‌شدن و چوب‌پنبه‌ایی شدن آوند آبکش، شاهد افزایش مقدار این صفت بودیم. افزایش میزان آبیاری نیز همان‌گونه که باعث شادابی و طراوت برگ، در نتیجه افزایش سطح برگ می‌شود، در نهایت باعث کاهش کلی وزن مخصوص برگ می‌شود (**Limouchi *et al.*, 2013**) (جدول ۷). اختلاف ژنتیکی می‌تواند یکی از عولمل اصلی نتایج به‌دست آمده باشد (**Durand *et al.*, 2016; Mohd Zain and Razi Ismail *et al.*, 2016**). سازگاری کمتر ژنوتیپ‌های **IR 79971-B-202-2-4** و **IR 80508-B-194-4-B** به‌خصوص در مراحل پایانی رشد می‌تواند از دلایل اصلی افزایش سطح برگ باشد (جدول ۸). نتایج به‌دست آمده با یافته‌های دیگران (**Durand *et al.*, 2016; Mohd Zain & Razi Ismail *et al.*, 2016;**) پیرامون کاهش صفت مزبور با افرایش آبیاری به‌دلیل افزایش بیشتر سطح برگ، همچنین برتری ژنوتیپ‌های با مقاومت کمتر به‌دلیل کاهش توان در افزایش سطح برگ در یک راستا قرار داشت. ضریب همبستگی (جداول ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹) وزن مخصوص برگ با عملکرد دانه، در کلیه مراحل رشد معنی‌دار و منفی بین ۰/۲۴ و ۰/۲۵ بود که تأثیر منفی آن عمدتاً گذشته از اینکه افزایش ضخامت با افزایش سلول‌های کلروپلاستی در واحد سطح سبب افزایش راندمان

www.SID.ir

Archive of SID

نوری می‌شود؛ ولی با توجه به اینکه در منطقه مورد کشت محدودیت نور وجود ندارد بنابراین افزایش سطح و ادامه آن افزایش فتوسنتز می‌تواند نتیجه مطلوبتری در افزایش عملکرد دانه ایفا کند (**Tan *et al.*, 2013**). نسبت وزن برگ (**LWR**): عبارت است از نسبت وزن خشک برگ به وزن خشک کل گیاه است که درواقع نشان‌دهنده پر برگی است (**Tan *et al.*, 2013**). نتایج تجزیه مرکب نیز نشان داد در بین رژیم‌های مختلف آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل دو عامل رژیم آبیاری و ژنوتیپ در کلیه مراحل رشد تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند در بین اثرات هم‌زمان سه عامل رژیم آبیاری، ژنوتیپ و سال نیز تا مرحله ۷۵ روز پس از کاشت تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد و در ۱۲۵ روز پس از کاشت در سطح پنج درصد وجود داشت؛ اما در ۱۰۰ روز پس از کاشت، اثر هم‌زمان سه عامل تفاوت معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (جدول ۹). با افزایش رشد به‌دلیل افزایش بیشتر مخزن کسر که وزن کل گیاه می‌باشد نسبت به برگ با کاهش مواجه شد که در مراحل پایانی به‌دلیل ریزش بیشتر برگ‌ها، این کاهش مقدار تا آخرین مرحله رشد ادامه پیدا کرد (**Tan *et al.*, 2013**).

جدول ۶- خلاصه نتایج تجزیه مرکب مربوط به وزن مخصوص برگ ژنوتیپ‌های برنج

Table 6. The brief of the combined analysis of the results related to the SLW traits of the rice genotypes

		MS				
S.O.V.	**Df**	**25 day after planting**	**50 day after planting**	**75 day after planting**	**100 day after planting**	**125 day after planting**
Year	**1**	**63570.864****	**655321.992****	**46977.355****	**19456.723****	**143619.104****
Rep. (Year)(Error a)	**4**	**3893.225**	**666.289**	**1120.448**	**774.439**	**10650.377**
irrigation regimes	**3**	**2800184.432****	**898382.400****	**316167.877****	**220170.229****	**550463.728****
Year×irrigation regimes	**3**	**36287.581****	**111341.760****	**3660.937****	**1823.001****	**19255.547****
Error b	**12**	**4879.894**	**1364.894**	**3489.852**	**2099.170**	**9197.488**
Genotypes	**11**	**994656.188****	**207902.950****	**85570.078****	**50284.409****	**146275.145****
Year × genotypes	**11**	**12246.681***	**35216.595****	**1621.103^{ns}**	**630.401^{ns}**	**6742.877****
genotypes × irrigation regimes	**33**	**288360.674****	**52538.203****	**23169.381****	**13608.185****	**29585.533****
× irrigation regimes ×Year genotypes	**33**	**22310.862****	**16275.300****	**1141.612^{ns}**	**639.096***	**3395.916****
Error c	**176**	**5680.899**	**1165.750**	**883.595**	**410.822**	**1417.689**
C.V(%)	**-**	**18.867**	**18.072**	**23.744**	**20.035**	**22.693**

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد .

^{ns}, * and **: Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

بنا به همین دلایل، با افزایش آبیاری به لحاظ افزایش انتقال بیشتر مواد به مخازن فعال در مرحله رویشی، کل گیاه به‌خصوص ساقه سبب کاهش نسب وزن برگ به کل گیاه شد که دیگر محقق (**Tan et al., 2013**) نیز اظهارات ¬مشابهی بیان نموده بود (جدول ۱۰). گذشته از دلایل وابسته به ژنتیک که نقش اساسی در این نتایج را ایفا می¬کند، ژنوتیپ¬های **IR 79971-B-202-2-4** و**IR 80508-B-194-4-B** به¬دلیل کاهش ذاتی وزن خشک برگ و تخصیص بیشتر مواد غذایی به سایر اندام¬ها، به¬خصوص در شرایط کاهش آبیاری و سازگاری کمتر این ژنوتیپ¬ها به لحاظ بسته¬شدن و چوب¬پنبه¬ای شدن بافت آوندی می¬تواند با توجه به دیگر اظهارات (**Durand et al., 2016; Mohd Zain & Razi Ismail et al., 2016**) از دلایل عمده نتیجه به¬دست آمده باشد (جدول ۱۱). با توجه به جداول شماره ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ نسبت وزن خشک برگ به وزن خشک کل گیاه در کلیه مراحل رشد دارای

www.SID.ir

Archive of SID

همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه دارا بود که شدت آن در ابتدای رشد به‌دلیل نیاز گیاه به استقرار و افزایش وزن اندام‌های نگهدارنده مثل ساقه بیشتر و سپس به‌دلیل نقش موثر افزایش وزن برگ به‌خصوص جهت تولید مواد فتوسنتزی جهت مخزن فعال دانه کاهش و در اواخر رشد نیز بر شدت آن افزوده شد که می‌تواند در راستای اظهارات دیگر (**Tan *et al.*, 2013**) به‌دلیل نقش موثر ساقه در انتقال مجدد، به‌خصوص در شرایط با آبیاری کم باشد.

جدول ۷- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به به وزن مخصوص برگ ژنوتیپ‌های برنج

Table 7. Comparing the average two-year of the SLW characteristics of rice genotypes

Treatments	25 day after planting (gr/m^2)	50 day after planting (gr/m^2)	75 day after planting (gr/m^2)	100 day after planting (gr/m^2)	125 day after planting (gr/m^2)
Irrigation regimes					
I1	**243.380 c**	**86.435 c**	**65.579 c**	**53.710 c**	**89.235 c**
I2	**236.332 c**	**115.939 c**	**82.826 c**	**61.893 c**	**103.247 c**
I3	**473.281 b**	**221.245 b**	**139.925 b**	**116.069 b**	**194.255 b**
I4	**644.925 a**	**332.231 a**	**212.416 a**	**172.980 a**	**276.936 a**
Genotypes					
V1	**266.868 d-f**	**164.039 c**	**95.705 e**	**76.538 f**	**120.946 g**
V2	**219.923 ef**	**75.409 de**	**53.720 fg**	**45.861 gh**	**75.305 h**
V3	**185.510 f**	**55.629 e**	**40.388 g**	**35.425 h**	**59.261 h**
V4	**207.417 ef**	**106.888 c-e**	**64.631 f**	**51.980 g**	**81.259 h**
V5	**801.718 a**	**273.826 ab**	**226.382 a**	**177.057 a**	**287.368 a**
V6	**557.417 b**	**238.129 b**	**161.773 d**	**122.518 d**	**181.194 cd**
V7	**299.938 de**	**156.332 c**	**109.838 e**	**96.361 e**	**153.745 ef**
V8	**446.872 c**	**312.215 a**	**192.307 b**	**161.854 b**	**279.373 ab**
V9	**332.959 d**	**125.815 cd**	**103.756 e**	**94.590 e**	**165.538 de**
V10	**623.508 b**	**329.981 a**	**166.925 cd**	**117.623 d**	**188.551 c**
V11	**240.755 d-f**	**158.825 c**	**103.404 e**	**86.263 ef**	**137.875 fg**
V12	**610.868 b**	**270.465 ab**	**183.406 bc**	**147.888 c**	**260.599 b**

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند. **Means in each column, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.**

نسبت وزن ساقه (**SWR**): نتایج تجزیه مرکب این صفت که نشان‌دهنده وزن ساقه به کل گیاه می‌باشد نشان داد که در بین اثرات اصلی رژیم آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل دو عامل در کلیه مراحل رشد دارای تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بود و در اثر هم‌زمان سه عامل رژیم آبیاری، ژنوتیپ و سال نیز این تفاوت تا مرحله ۷۵ روز پس از کاشت مشاهده شد سپس در ۱۰۰ روز پس از کاشت هیچ تفاوت معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نگردید و در ادامه در مرحله ۱۲۵ روز پس از کاشت مجدداً تفاوت معنی‌دار اما در سطح پنج درصد دیده شد (جدول ۱۲). روند رشد به‌گونه‌ایی بود که با افزایش رشد تا مرحله ۱۰۰ روز پس از کاشت، بر وزن این صفت به‌دلیل نیاز به استقامت بیشتر گیاه با توجه به رشد سایر اندام‌ها بیشتر شد و سپس در مرحله ۱۲۵ روز پس از کاشت، شاهد کاهش چشمگیری در نسبت وزن ساقه که می‌تواند به‌دلیل نقش موثر آن در انتقال مجدد به‌خصوص در شرایط کاهش آبیاری باشد، بودیم (**Tan *et al.*, 2013**). با افزایش میزان آبیاری، تغییر این صفت کاملاً عکس صفات قبلی و البته به همان دلایل قبل بود. با بررسی اثر متقابل دو عامل، مشاهده شد که در ۲۵ و ۱۲۵ روز پس از کاشت ژنوتیپ‌های **IR 80508-B-194-3-B** و **IR 79907-B-493-3-1** در رژیم آبیاری غرقاب به‌دلیل رشد ابتدایی بیشتر و نهایتاً ثبات بیشتر با توجه به فراهمی رطوبت و تسهیل در انتقال مواد غذایی که خود منجر به کاهش انتقال مجدد می‌شود دارا بودند ولی در مراحل ۵۰ تا ۷۵ روز پس از کاشت ژنوتیپ **VANDANA** در رژیم آبیاری غرقاب بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده بود که کاهش ناگهانی آن در مرحله آخر نمونه‌برداری، می‌تواند به‌دلیل نقش موثر آن در انتقال مجدد باشد که در این راستا دیگر محقق (**Mosavy *et al.*, 2016**) نیز آن را به اثبات رسانده است. نتایج به‌دست آمده با دیگر بررسی‌ها (**Durand *et al.*, 2016; Mohd Zain & Razi**

www.SID.ir

Archive of SID

(**Ismail *et al.*, 2016**) مبنـی بـر افـزایش وزن نسـبت وزن ساقه نسبت به کل گیاه با افزایش آبیاری به لحاظ فعال‌شدن پتانسیل ذخیره‌سـازی مـواد غـذایی جهـت افزایش وزن خشک مطابقت دارد (جداول ۱۳ و ۱۴).

جدول ۸- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به وزن مخصوص برگ ژنوتیپ‌های برنج در تیمارهای آزمایشی

Table 8. Comparing the average two-year of the SLW characteristics of rice genotypes in the testing treatments

Treatments		25 day after planting (gr/m^2)	50 day after planting (gr/m^2)	75 day after planting (gr/m^2)	100 day after planting (gr/m^2)	125 day after planting (gr/m^2)
Irrigation regimes	**Genotypes**					
I1	V1	217.107 $^{m-p}$	137.832 $^{e-i}$	64.131 $^{m-p}$	39.118 $^{r-t}$	62.249 $^{q-s}$
	V2	322.004 $^{i-o}$	76.299 ^{hi}	57.305 $^{n-p}$	49.184 $^{q-t}$	84.142 $^{o-s}$
	V3	163.810 ^{op}	41.059 ^{i}	37.298 ^{p}	31.591 st	42.011 ^{s}
	V4	274.814 $^{k-p}$	63.507 ^{i}	57.057 $^{n-p}$	52.942 $^{p-t}$	84.131 $^{o-s}$
	V5	643.564 $^{f-g}$	162.954 $^{d-i}$	106.139 $^{j-n}$	93.211 $^{k-o}$	170.997 $^{h-n}$
	V6	200.132 $^{m-p}$	51.756 ^{i}	36.207 ^{p}	29.247 ^{t}	40.276 ^{s}
	V7	89.843 ^{p}	58.531 ^{i}	40.214 ^{p}	37.095 $^{r-t}$	57.025 ^{rs}
	V8	164.671 ^{op}	102.023 $^{g-i}$	95.190 $^{k-o}$	67.609 $^{n-s}$	113.842 $^{l-s}$
	V9	142.036 ^{op}	56.881 ^{i}	48.847 ^{op}	59.307 $^{p-t}$	91.879 $^{o-s}$
	V10	265.621 $^{k-p}$	104.129 $^{g-i}$	73.417 $^{l-p}$	49.302 $^{q-t}$	82.663 $^{o-s}$
	V11	121.354 ^{op}	42.878 ^{i}	34.341 ^{p}	34.194 st	59.458 $^{q-s}$
	V12	315.602 $^{i-p}$	139.375 $^{e-i}$	136.797 $^{g-k}$	101.725 $^{j-m}$	182.141 $^{h-l}$
I2	V1	134.694 ^{op}	60.785 ^{i}	47.415 ^{op}	36.923 $^{r-t}$	61.696 $^{q-s}$
	V2	202.418 $^{m-p}$	65.955 ^{i}	52.296 ^{op}	41.534 $^{r-t}$	73.720 $^{p-s}$
	V3	185.833 ^{op}	54.929 ^{i}	44.492 ^{op}	38.170 $^{r-t}$	75.107 $^{p-s}$
	V4	178.204 ^{op}	93.502 $^{g-i}$	64.714 $^{m-p}$	46.975 $^{q-t}$	74.562 $^{p-s}$
	V5	214.210 $^{m-p}$	101.546 $^{g-i}$	70.344 $^{l-p}$	49.128 $^{q-t}$	84.382 $^{o-s}$
	V6	151.714 ^{op}	62.972 ^{i}	93.757 $^{k-o}$	34.710 st	60.444 $^{q-s}$
	V7	342.049 $^{i-o}$	150.314 $^{e-i}$	104.912 $^{j-n}$	85.185 $^{l-p}$	138.586 $^{j-q}$
	V8	418.896 $^{h-m}$	303.176 $^{c-e}$	151.643 $^{g-j}$	123.279 $^{h-k}$	210.879 $^{g-j}$
	V9	236.009 $^{l-p}$	91.921 $^{g-i}$	73.748 $^{l-p}$	71.865 $^{m-r}$	112.644 $^{l-s}$
	V10	297.432 $^{j-p}$	98.899 $^{g-i}$	91.956 $^{k-o}$	65.373 $^{n-s}$	103.046 $^{m-s}$
	V11	167.115 ^{op}	141.047 $^{e-i}$	84.470 $^{l-p}$	63.614 $^{o-t}$	99.102 $^{n-s}$
	V12	307.409 $^{i-p}$	166.222 $^{d-i}$	114.165 $^{i-m}$	85.963 $^{l-p}$	144.791 $^{j-p}$
I3	V1	299.032 $^{j-p}$	147.502 $^{e-i}$	109.647 $^{i-m}$	78.096 $^{m-q}$	133.703 $^{k-r}$
	V2	170.651 ^{op}	82.064 ^{hi}	47.385 ^{op}	36.688 $^{r-t}$	55.326 ^{rs}
	V3	201.850 $^{m-p}$	68.174 ^{i}	40.582 ^{p}	36.305 $^{r-t}$	63.846 q^{-s}
	V4	183.271 ^{op}	108.689 $^{f-i}$	63.781 $^{m-p}$	49.292 $^{q-t}$	83.366 $^{o-s}$
	V5	1033.637 ^{cd}	341.800 $^{b-d}$	222.720 ^{ef}	191.007 ^{ef}	343.452 ^{de}
	V6	590.779 $^{f-g}$	275.528 $^{d-g}$	154.792 $^{g-i}$	130.728 $^{h-j}$	209.538 $^{g-k}$
	V7	308.249 $^{i-p}$	152.244 $^{e-i}$	120.709 $^{h-l}$	114.777 $^{j-l}$	176.792 $^{h-m}$
	V8	516.635 $^{f-i}$	310.246 $^{c-e}$	248.549 ^{de}	212.980 ^{de}	355.782 ^{cd}
	V9	452.125 $^{g-l}$	150.343 $^{e-i}$	108.784 $^{i-m}$	116.345 $^{i-l}$	184.676 $^{h-l}$
	V10	1070.518 ^{bc}	544.067 ^{a}	257.864 $^{c-e}$	163.946 ^{fg}	269.172 ^{gf}
	V11	263.836 $^{k-p}$	159.034 $^{e-i}$	119.700 $^{h-l}$	97.911 $^{j-n}$	160.134 $^{i-o}$
	V12	588.783 $^{f-h}$	315.251 $^{c-e}$	184.588 ^{fg}	164.749 ^{fg}	295.271 $^{d-f}$
I4	V1	416.638 $^{h-m}$	310.036 $^{c-e}$	161.628 ^{gh}	152.015 ^{gh}	226.137 $^{f-i}$
	V2	184.617 ^{op}	77.318 ^{hi}	57.893 $^{n-p}$	56.037 $^{p-t}$	88.033 $^{o-s}$
	V3	190.548 $^{n-p}$	58.353 ^{i}	39.181 ^{p}	35.634 st	56.080 ^{rs}
	V4	193.377 $^{n-p}$	161.854 $^{d-i}$	72.972 $^{l-p}$	58.712 $^{p-t}$	82.977 $^{o-s}$
	V5	1315.460 ^{a}	489.006 ^{ab}	506.327 ^{a}	374.882 ^{a}	550.640 ^{a}
	V6	1287.044 ^{a}	562.260 ^{a}	362.335 ^{b}	295.385 ^{b}	414.519 ^{bc}
	V7	459.611 $^{g-k}$	264.238 $^{d-h}$	173.516 ^{g}	148.385 $^{g-i}$	242.576 $^{f-h}$
	V8	687.285 ^{ef}	533.416 ^{a}	273.845 ^{cd}	243.549 ^{c}	436.990 ^{b}
	V9	501.664 $^{f-j}$	204.115 $^{d-i}$	183.645 ^{fg}	130.842 $^{h-j}$	272.954 $^{e-g}$
	V10	860.461 ^{de}	572.828 ^{a}	244.465 ^{de}	191.871 ^{ef}	299.324 $^{d-f}$
	V11	410.717 $^{h-n}$	292.341 $^{c-f}$	175.105 ^{g}	149.333 ^{gh}	232.809 $^{f-i}$
	V12	1231.680 ^{ab}	461.011 $^{a-c}$	298.075 ^{c}	239.117 ^{cd}	420.191 ^{bc}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند. **Means in each column, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.**

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹- خلاصه نتایج تجزیه مرکب مربوط به نسبت وزن برگ ژنوتیپ‌های برنج

Table 9. The brief of the combined analysis of the results related to the LWR traits of the rice genotypes.

S.O.V.	Df	MS				
		25 day after planting	50 day after planting	75 day after planting	100 day after planting	125 day after planting
Year	1	0.042**	0.017**	0.001^{ns}	0.002^{ns}	0.001^{ns}
Rep. (Year)(Error a)	4	0.002	0.009	0.004	0.002	0.001
irrigation regimes	3	0.451**	0.304**	0.367**	0.402**	0.196**
irrigation regimes ×Year	3	0.001^{ns}	0.003^{ns}	0.002^{ns}	0.004**	0.001^{ns}
Error b	12	0.003**	0.002	0.003	0.003	0.001
Genotypes	11	0.117**	0.396**	0.302**	0.158**	0.113**
genotypes × Year	11	0.002^{ns}	0.006**	0.002^{ns}	0.001^{ns}	0.001*
irrigation regimes × genotypes	33	0.036**	0.035**	0.032**	0.035**	0.017**
irrigation regimes ×Year × genotypes	33	0.002**	0.003**	0.002**	0.001^{ns}	0.001*
Error c	176	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
C.V (%)	-	5.023	6.898	8.570	10.367	8.108

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد .

^{ns}, * and **: Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به نسبت وزن برگ ژنوتیپ‌های برنج

Table 10. Comparing the average two-year of the LWR characteristics of rice genotypes

Treatments	25 day after planting	50 day after planting	75 day after planting	100 day after planting	125 day after planting
Irrigation regimes					
I1	0.631 ^{d}	0.520 ^{c}	0.323 ^{c}	0.189 ^{d}	0.168 ^{d}
I2	0.652 ^{c}	0.509 ^{c}	0.343 ^{c}	0.219 ^{c}	0.195 ^{c}
I3	0.752 ^{b}	0.599 ^{b}	0.439 ^{b}	0.302 ^{b}	0.257 ^{b}
I4	0.796 ^{a}	0.644 ^{a}	0.469 ^{a}	0.351 ^{a}	0.280 ^{a}
Genotypes					
V1	0.616 ^{e}	0.337 ^{g}	0.233 ^{h}	0.198 ^{g}	0.179 ^{f}
V2	0.647 ^{d}	0.436 ^{e}	0.259 ^{g}	0.155 ^{h}	0.132 ^{g}
V3	0.610 ^{e}	0.401 ^{f}	0.238 ^{h}	0.148 ^{h}	0.110 ^{h}
V4	0.607 ^{e}	0.435 ^{e}	0.290 ^{f}	0.161 ^{h}	0.135 ^{g}
V5	0.786 ^{a}	0.663 ^{b}	0.533 ^{a}	0.329 ^{bc}	0.282 ^{b}
V6	0.781 ^{ab}	0.690 ^{a}	0.482 ^{c}	0.367 ^{a}	0.260 ^{c}
V7	0.722 ^{c}	0.593 ^{d}	0.391 ^{e}	0.304 ^{de}	0.263 ^{c}
V8	0.713 ^{c}	0.601 ^{d}	0.429 ^{d}	0.336 ^{b}	0.316 ^{a}
V9	0.762 ^{b}	0.677 ^{ab}	0.492 ^{bc}	0.314 ^{cd}	0.289 ^{b}
V10	0.767 ^{ab}	0.690 ^{a}	0.505 ^{b}	0.296 ^{e}	0.245 ^{d}
V11	0.714 ^{c}	0.631 ^{c}	0.380 ^{e}	0.234 ^{f}	0.232 ^{e}
V12	0.769 ^{ab}	0.662 ^{b}	0.490 ^{bc}	0.344 ^{b}	0.257 ^{c}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

با مشاهده ضرایب همبستگی، نسبت وزن ساقه در تمام مراحل رشدی با عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت بود؛ ولی تنها در مرحله ابتدایی رشد و مشخصاً ۲۵ روز پس از کاشت دارای همبستگی مثبت معنی‌داری با عملکرد دانه (۰/۱۵۷**) بود که با توجه به بررسی‌های دیگر (**Tan *et al.*, 2013**) می‌تواند به‌دلیل نقش موثر آن در فاز رویشی گیاه در ابتدای رشد باشد (جداول ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹). عملکرد دانه: با توجه به نتایج تجزیه مرکب بین سال، رژیم‌های آبیاری، اثر متقابل آنها، همچنین بین ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ در رژیم‌های آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اما بین اثر متقابل ژنوتیپ در سال و اثر هم‌زمان سه فاکتور اختلافی از لحاظ آماری مشاهده نشد و این خود نشان‌دهنده این است که عملکرد دانه متأثر از خصوصیات ژنوتیپ، رژیمهای مختلف آبیاری و برآیند همگرایی مثبت آنها می‌باشد (جدول ۱۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار رژیم آبیاری دوم با دور ۳ روز با

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۱- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به نسبت وزن برگ ژنوتیپ‌های برنج در تیمارهای آزمایشی

Table 11. Comparing the average two-year of the LWR characteristics of rice genotypes in the testing treatments

Treatments		25 day after planting	50 day after planting	75 day after planting	100 day after planting	125 day after planting
Irrigation regimes	Genotypes					
I1	V1	0.536 r	0.229 z	0.142 u	0.132 t-v	0.126 t-w
	V2	0.682 k-n	0.523 o-r	0.268 r-t	0.162 q-u	0.141 t-v
	V3	0.602 q	0.364 x-z	0.239 t	0.137 r-v	0.106 w-y
	V4	0.605 q	0.391 v-y	0.298 q-s	0.179 p-r	0.147 tu
	V5	0.717 h-l	0.637 i-k	0.502 fg	0.277 i-l	0.242 o
	V6	0.676 k-o	0.559 l-o	0.343 o-q	0.189 pq	0.120 u-x
	V7	0.481 s	0.457 s-u	0.222 t	0.138 r-v	0.121 t-x
	V8	0.457 s	0.489 p-s	0.306 q-s	0.178 p-r	0.215 p
	V9	0.748 g-j	0.736 d-f	0.430 j-l	0.256 k-m	0.239 o
	V10	0.698 j-m	0.678 f-i	0.401 l-n	0.168 p-u	0.177 rs
	V11	0.601 q	0.536 n-q	0.243 t	0.134 t-v	0.141 t-v
	V12	0.764 f-i	0.635 i-k	0.482 f-i	0.315 i	0.243 o
I2	V1	0.532 r	0.316 z	0.170 u	0.132 t-v	0.125 t-w
	V2	0.633 n-q	0.427 s-w	0.273 r-t	0.206 n-p	0.181 q-s
	V3	0.619 pq	0.409 u-x	0.248 t	0.161 q-u	0.119 v-x
	V4	0.597 q	0.430 s-w	0.314 q-s	0.175 p-t	0.135 t-v
	V5	0.649 m-q	0.472 r-u	0.334 o-q	0.165 p-u	0.148 t
	V6	0.663 l-p	0.547 m-p	0.342 o-q	0.196 o-q	0.172 s
	V7	0.753 f-i	0.597 j-m	0.401 l-n	0.282 i-k	0.283 k-m
	V8	0.713 i-l	0.644 i-k	0.422 j-m	0.306 ij	0.310 h-j
	V9	0.720 h-k	0.583 k-n	0.458 g-k	0.258 k-m	0.254 no
	V10	0.622 o-q	0.479 q-t	0.375 m-o	0.228 m-o	0.198 p-r
	V11	0.687 k-n	0.616 i-l	0.363 n-p	0.232 m-o	0.208 p
	V12	0.640 n-q	0.585 k-n	0.410 k-n	0.287 i-k	0.203 pq
I3	V1	0.647 m-q	0.375 w-y	0.301 q-s	0.239 l-n	0.206 pq
	V2	0.622 o-q	0.347 y-z	0.230 t	0.114 v	0.091 y
	V3	0.617 pq	0.420 t-x	0.238 t	0.159 q-u	0.122 t-w
	V4	0.612 pq	0.482 q-t	0.299 q-s	0.162 q-u	0.135 t-v
	V5	0.840 b-d	0.742 de	0.610 bc	0.362 f-h	0.352 c-e
	V6	0.846 b-d	0.777 cd	0.553 de	0.471 c	0.340 e-g
	V7	0.794 d-g	0.650 h-j	0.449 i-l	0.355 gh	0.305 h-k
	V8	0.822 b-e	0.631 i-k	0.500 f-h	0.394 e-g	0.367 b-d
	V9	0.781 e-g	0.651 h-j	0.514 ef	0.352 h	0.323 f-h
	V10	0.870 b	0.762 c-e	0.622 b	0.397 ef	0.290 i-l
	V11	0.768 e-h	0.646 i-k	0.462 g-j	0.268 j-m	0.285 j-l
	V12	0.807 c-f	0.707 e-h	0.492 f-i	0.355 gh	0.273 l-n
I4	V1	0.749 g-j	0.427 s-w	0.318 p-r	0.290 i-k	0.259 m-o
	V2	0.652 m-q	0.447 s-v	0.266 st	0.138 r-v	0.114 v-y
	V3	0.603 q	0.410 u-x	0.227 t	0.136 s-v	0.095 y-x
	V4	0.614 pq	0.437 s-w	0.247 t	0.128 uv	0.122 t-w
	V5	0.939 a	0.802 bc	0.685 a	0.513 b	0.385 b
	V6	0.939 a	0.877 a	0.687 a	0.611 a	0.409 a
	V7	0.858 bc	0.667 g-i	0.493 f-i	0.441 cd	0.344 d-f
	V8	0.861 b	0.639 i-k	0.487 f-i	0.464 c	0.371 bc
	V9	0.798 d-g	0.737 d-f	0.566 cd	0.388 e-h	0.340 e-g
	V10	0.877 b	0.840 ab	0.620 b	0.391 e-h	0.316 g-i
	V11	0.799 d-g	0.726 d-g	0.451 h-k	0.301 ij	0.295 i-l
	V12	0.867 b	0.722 d-g	0.576 b-d	0.417 de	0.308 h-k

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID

متوسط ۵۰۹۴/۳۱ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمارهای رژیم آبیاری غرقاب (احتمالاً به‌دلیل عدم سازگاری و هدر روی انرژی مقاومت مانند انرژی که صرف ایجاد آئرانشیم و از این دست می‌کند)، همچنین دورهای آبیاری ۵ و ۷ روزه (می‌تواند به‌دلیل عدم تسهیل در دسترسی به مواد غذایی و تجمع اسیمیلات‌ها در قاعده گیاه باشد) به‌ترتیب ۱۹/۵۰، ۱۰/۷۲ و ۳۴/۲۱ درصد معادل ۹۹۳/۵۲، ۵۴۶/۰۵ و ۱۷۴۲/۷۹ کیلوگرم در هکتار افزایش تولید داشته است (**Durand *et al.*, 2016; Mohd Zain & Razi Ismail 2016**). نتایج اخیر با توجه به اظهارات دیگران (**Tarlera *et al.*, 2015; Sedaghat *et al.*, 2015**) نشان‌دهنده این است که رژیم آبیاری دوم و در شرایط فقدان آب، تناوب آبیاری ۵ روزه جهت بالا بردن راندمان آبیاری و کاهش آلاینده‌های محیطی مثل متان می‌تواند مناسب باشد؛ ضمن اینکه غرقاب دائم نیز علاوه بر سازگار نبودن با اغلب ژنوتیپ‌های مورد بررسی باعث شستشو مواد غذایی و خارج از دسترس‌شدن این مواد از اطراف گیاه می‌شود) با توجه به روند کاهشی میزان آبیاری از تیمار آبیاری اول تا چهارم، به‌نظر می‌رسد واکنش متفاوت مراحل مختلف نموی که به‌دلیل محدودیت آسیمیلات و کوتاه‌شدن دوره پرشدن و رشد دانه می‌باشد یکی از دلایل دستیابی به نتیجه‌گیری مزبور باشد (جدول ۱۳). در بین ژنوتیپ‌های برنج، ژنوتیپ **IR 81025-B-327-3** بر سایرین برتری داشت که بیشترین مقدار آن مربوط به رژیم آبیاری دوم با متوسط ۶۵۵۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. فرار از تنش آبی با کاهش ارتفاع گیاه به‌خصوص در دوره رسیدگی از دامنه ۱۰-۲۰ سانتی‌متر و در نتیجه تخصیص کربوهیدارت بیشتر به مخزن اصلی از دلایل سازگاری و برتری این ژنوتیپ بود.

جدول ۱۲- خلاصه نتایج تجزیه مرکب مربوط به نسبت وزن ساقه ژنوتیپ‌های برنج

Table 12. The brief of the combined analysis of the results related to the SWR traits of the rice genotypes

		MS					
S.O.V.	**Df**	**25 day after planting**	**50 day after planting**	**75 day after planting**	**100 day after planting**	**125 day after planting**	**grain yield**
Year	**1**	**0.042****	**0.017****	**0.008****	**0.008****	**0.001***	**13560464.565****
Rep. (Year)(Error a)	**4**	**0.001**	**0.009**	**0.004**	**0.002**	**0.001**	**989008.720**
irrigation regimes	**3**	**0.451****	**0.304****	**0.304****	**0.433****	**0.243****	**39098649.286****
Year×irrigation regimes	**3**	**0.001^{ns}**	**0.004^{ns}**	**0.002^{ns}**	**0.002****	**0.001^{ns}**	**2585374.714****
Error b	**12**	**0.003**	**0.002**	**0.002**	**0.002**	**0.001**	**753853.818**
Genotypes	**11**	**0.117****	**0.396****	**0.291****	**0.265****	**0.059****	**9638043.784****
Year × genotypes	**11**	**0.002^{ns}**	**0.006****	**0.002^{ns}**	**0.001^{ns}**	**0.000^{ns}**	**597461.724^{ns}**
genotypes × irrigation regimes	**33**	**0.036****	**0.035****	**0.027****	**0.031****	**0.014****	**3136384.190****
genotypes × irrigation regimes ×Year	**33**	**0.002****	**0.003****	**0.002****	**0.001^{ns}**	**0.000***	**199931.307ns**
Error c	**176**	**0.001**	**0.001**	**0.001**	**0.001**	**0.001**	**432662.206**
C.V(%)	**-**	**12.168**	**9.068**	**5.726**	**4.031**	**7.112**	**15.39**

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

^{ns}, * and **: Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۳- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به نسبت وزن ساقه ژنوتیپ‌های برنج

Table 13. Comparing the average two-year of the SWR characteristics of rice genotypes

Treatments	25 day after planting	50 day after planting	75 day after planting	100 day after planting	125 day after planting	grain yield (kg/h)
Irrigation regimes						
I1	0.369 a	0.480 a	0.610 a	0.663 a	0.308 a	4100.79 c
I2	0.348 b	0.491 a	0.591 b	0.631 b	0.256 b	5094.31 a
I3	0.248 c	0.401 b	0.498 c	0.552 c	0.195 c	4548.26 b
I4	0.204 d	0.356 c	0.481 c	0.492 d	0.183 d	3351.51 d
Genotypes						
V1	0.384 a	0.663 a	0.727 a	0.729 a	0.333 a	3541.29 de
V2	0.353 b	0.564 c	0.676 b	0.700 b	0.236 e	4303.04 b
V3	0.390 a	0.599 b	0.675 b	0.684 c	0.302 b	5025.67 a
V4	0.393 a	0.565 c	0.617 c	0.631 d	0.214 fg	4091.79 bc
V5	0.214 e	0.337 f	0.417 g	0.593 e	0.197 h	3806.83 cd
V6	0.219 de	0.310 g	0.457 f	0.471 h	0.221 f	3528.29 de
V7	0.278 c	0.407 d	0.562 d	0.562 f	0.283 c	4030.50 bc
V8	0.287 c	0.399 d	0.516 e	0.477 h	0.257 d	4843.87 a
V9	0.238 d	0.323 fg	0.423 g	0.391 i	0.197 h	4899.18 a
V10	0.233 de	0.310 g	0.422 g	0.522 g	0.216 fg	5085.33 a
V11	0.286 c	0.369 e	0.575 d	0.680 c	0.210 g	3362.21 e
V12	0.231 de	0.338 f	0.474 f	0.572 f	0.159 i	4766.62 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

اثر متقابل دو عامل نشان داد که مطابق بررسی‌های سایرین (**Tavala *et al.*, 2015; Sarayloo *et al.*, 2015**) واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به رژیم‌های مختلف آبیاری با توجه به آستانه تحمل آنها در نتیجه صفات وابسته به ژنوتیپ متفاوت بود. به گونه‌ای که تمام ژنوتیپ‌ها در رژیم آبیاری چهارم به‌دلیل کاهش طول دوره رشد و در نتیجه تخصیص کمتر کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی انتقال‌یافته به مخزن اصلی و نهایتاً کاهش فعالیت مخزن و ظرفیت تجمع ماده خشک دانه (گنجایش دانه×تعداد دانه) دارای کمترین عملکرد بودند (جدول ۱۴). این نتایج با دیگر بررسی‌ها (**Durand *et al.*, 2016; Mohd Zain and Razi Ismail, 2016; Pandey *et al.*, 2014**) مبنی بر کاهش عملکرد دانه در شرایط افزایش تنش، بیش از آستانه تحمل گیاه به‌دلیل اختلال رشد در مرحله زایشی و عدم انتقال و تخصیص کربوهیدارتها و قندها به دانه و همچنین دیگر بررسی (**Abdola & Zarea, 2015**) مبنی بر کاهش عملکرد در شرایط غرقاب دائم مطابق آنچه گفته شد مطابقت دارد ولی با بررسی دیگر (**Ghasemi-Nasr *et al.*, 2016**) که اظهار نمودند افزایش آب در دسترس ریشه در شرایط آبیاری غرقابی باعث افزایش عملکرد برنج می‌شود مغایرت دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۴- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به نسبت وزن ساقه ژنوتیپ‌های برنج در تیمارهای آزمایشی

Table 14. Comparing the average two-year of the SWR and grain yield characteristics of rice genotypes in the testing treatments

Treatments		25 day after planting	50 day after planting	75 day after planting	100 day after planting	125 day after planting	grain yield (kg/h)
Irrigation regimes	Genotypes						
I1	V1	0.464 b	0.771 a	0.829 a	0.790 a	0.377 c	2332.10 xy
	V2	0.318 f-i	0.477 j-m	0.672 d-f	0.689 e	0.238 i-l	4038.01 j-t
	V3	0.398 c	0.636 b-d	0.681 c-f	0.670 e-h	0.288 gh	4551.67 d-n
	V4	0.395 c	0.609 c-f	0.609 gh	0.645 g-i	0.232 i-l	2949.50 u-x
	V5	0.283 h-l	0.363 q-s	0.446 no	0.642 g-j	0.244 i-k	3541.83 o-w
	V6	0.324 e-i	0.441 m-p	0.573 hi	0.671 e-h	0.337 de	4487.50 f-p
	V7	0.519 a	0.543 g-i	0.721 c	0.770 ab	0.479 a	3559.83 n-w
	V8	0.543 a	0.511 i-l	0.649 e-g	0.625 i-k	0.402 b	4779.17 d-k
	V9	0.252 j-m	0.264 v-x	0.453 mn	0.509 n	0.247 i-k	4582.17 d-m
	V10	0.302 g-j	0.322 s-v	0.498 k-m	0.581 lm	0.316 ef	5233.67 c-g
	V11	0.399 c	0.464 k-n	0.706 cd	0.779 a	0.300 f-h	3087.83 t-x
	V12	0.236 k-n	0.365 q-s	0.485 k-n	0.591 lm	0.241 i-l	6066.33 a-c
I2	V1	0.468 b	0.684 b	0.789 b	0.779 a	0.358 cd	3531.67 o-w
	V2	0.367 c-f	0.573 e-i	0.664 d-f	0.701 de	0.256 i	4479.83 f-p
	V3	0.381 cd	0.591 d-g	0.659 d-f	0.690 de	0.303 fg	5361.17 c-f
	V4	0.403 c	0.570 e-i	0.596 h	0.635 h-j	0.244 i-k	5113.33 c-h
	V5	0.351 c-g	0.528 g-j	0.588 hi	0.741 bc	0.296 f-h	4145.50 h-r
	V6	0.337 d-h	0.453 l-o	0.583 hi	0.626 i-k	0.291 gh	4128.01 h-s
	V7	0.247 k-n	0.403 o-r	0.549 ij	0.593 k-m	0.244 i-k	5398.83 c-f
	V8	0.287 h-k	0.356 q-s	0.521 jk	0.496 n-p	0.238 i-l	5530.33 b-d
	V9	0.280 i-l	0.417 n-q	0.461 l-n	0.414 q	0.222 kl	6362.55 ab
	V10	0.378 c-e	0.521 h-k	0.546 ij	0.569 m	0.252 ij	6555.10 a
	V11	0.313 f-i	0.384 p-s	0.594 h	0.686 e	0.191 no	4501.50 e-o
	V12	0.360 c-f	0.415 n-q	0.547 ij	0.639 h-j	0.170 o-r	6024.11 a-c
I3	V1	0.353 c-g	0.625 c-e	0.647 e-g	0.696 de	0.297 f-h	4379.17 g-p
	V2	0.378 c-e	0.653 bc	0.694 c-e	0.687 e	0.223 kl	4628.67 d-l
	V3	0.383 cd	0.580 d-h	0.661 d-f	0.693 de	0.278 h	5378.06 c-f
	V4	0.388 cd	0.518 h-k	0.601 h	0.675 e-g	0.217 lm	4978.66 d-j
	V5	0.160 p-r	0.258 wx	0.346 qr	0.566 m	0.137 t	3900.83 l-u
	V6	0.154 p-r	0.223 x-y	0.396 p	0.357 rs	0.148 r-t	3628.16 m-v
	V7	0.206 m-p	0.350 r-t	0.505 j-l	0.503 no	0.228 j-l	4224.33 h-q
	V8	0.178 o-r	0.369 q-s	0.439 no	0.435 q	0.199 mn	5405.33 c-f
	V9	0.219 m-o	0.349 r-t	0.406 op	0.326 st	0.163 p-s	5484.67 b-e
	V10	0.130 r	0.238 xy	0.312 rs	0.469 p	0.154 r-t	5055.01 d-i
	V11	0.232 l-o	0.354 q-s	0.496 k-m	0.645 g-i	0.179 n-q	3147.67 s-x
	V12	0.193 n-q	0.293 t-w	0.471 l-n	0.567 m	0.114 u	4368.66 g-p
I4	V1	0.251 j-m	0.573 e-i	0.644 fg	0.651 f-i	0.298 f-h	3922.33k-u
	V2	0.348 c-g	0.553 f-i	0.676 c-f	0.724 cd	0.229 j-l	4065.67 i-t
	V3	0.397 c	0.590 d-g	0.699 cd	0.682 ef	0.337 de	4811.83 d-k
	V4	0.386 cd	0.563 e-i	0.662 d-f	0.569 m	0.163 p-s	3325.66 q-w
	V5	0.061 s	0.198 yz	0.290 s	0.422 q	0.110 u	3639.17 l-v
	V6	0.061 s	0.123 z	0.278 s	0.231 u	0.109 u	1869.50 y
	V7	0.142 qr	0.333 s-u	0.471 l-n	0.382 r	0.182 n-p	2939.01 u-x
	V8	0.139 r	0.361 q-s	0.453 mn	0.351 rs	0.189 no	3660.67 l-v
	V9	0.202 m-p	0.263 v-x	0.370 pq	0.316 t	0.156 q-t	3167.33 r-x
	V10	0.123 r	0.160 z	0.333 qr	0.471 op	0.141 st	3497.67 p-w
	V11	0.201 m-p	0.274 u-x	0.505 j-l	0.609 j-l	0.170 o-r	2711.83 v-y
	V12	0.133 r	0.278 u-x	0.394 p	0.492 n-p	0.109 u	2607.50 w-y

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند. **Means in each column, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.**

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۵- ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیکی در ۲۵ روز پس از کاشت ژنوتیپ‌های برنج

Table 15. Correlation coefficients between yield and physiological characteristics 25 day after planting of rice genotypes

	Grain yield	NAR	SLW	LWR	SWR
Grain yield	**1**				
NAR	**-0.227****	**1**			
SLW	**-0.240****	**0.994****	**1**		
LWR	**-0.157****	**0.725****	**0.767****	**1**	
SWR	**0.157****	**-0.725****	**-0.767****	**-1.000**	**1**

*** و **:** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

*** and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.**

جدول ۱۶- ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیکی در ۵۰ روز پس از کاشت ژنوتیپ‌های برنج

Table 16. Correlation coefficients between yield and physiological characteristics 50 day after planting of rice genotypes

	Grain yield	NAR	SLW	LWR	SWR
Grain yield	**1**				
NAR	**-0.265****	**1**			
SLW	**-0.258****	**0.925****	**1**		
LWR	**-0.084**	**0.272****	**0.537****	**1**	
SWR	**0.084**	**-0.272****	**-0.537****	**-1.000**	**1**

*** و **:** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

*** and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.**

جدول ۱۷- ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیکی در ۷۵ روز پس از کاشت ژنوتیپ‌های برنج

Table 17. Correlation coefficients between yield and physiological characteristics 75 day after planting of rice genotypes

	Grain yield	NAR	SLW	LWR	SWR
Grain yield	**1**				
NAR	**-0.313****	**1**			
SLW	**-0.244****	**0.890****	**1**		
LWR	**-0.064**	**0.519****	**0.800****	**1**	
SWR	**0.005**	**-0.439****	**-0.748****	**-0.986****	**1**

*** و **:** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

*** and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.**

جدول ۱۸- ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیکی در ۱۰۰ روز پس از کاشت ژنوتیپ‌های برنج

Table 18. Correlation coefficients between yield and physiological characteristics 100 day after planting of rice genotypes

	Grain yield	NAR	SLW	LWR	SWR
Grain yield	**1**				
NAR	**-0.281****	**1**			
SLW	**-0.251****	**0.858****	**1**		
LWR	**-0.156****	**0.564****	**0.876****	**1**	
SWR	**0.020**	**-0.0409****	**-0.697****	**-0.863****	**1**

*** و **:** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

*** and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.**

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۹- ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیکی در ۱۲۵ روز پس از کاشت ژنوتیپ‌های برنج

Table 19. Correlation coefficients between yield and physiological characteristics 125 day after planting of rice genotypes

	Grain yield	NAR	SLW	LWR	SWR
Grain yield	**1**				
NAR	**-0.262****	**1**			
SLW	**-0.246****	**0.915****	**1**		
LWR	**-0.119***	**0.565****	**0.819****	**1**	
SWR	**0.098**	**-0.590****	**-0.661****	**-0.674****	**1**

***** و ****:** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

*** and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.**

نتیجه‌گیری کلی

آنالیز رشد، ابزار با ارزشی در تجزیه و تحلیل کمی رشد و نمو گیاه و تولید محصول است. روند تغییرات کلیه صفات نشان داد که در اواسط رشد به‌دلیل تجمع مواد فتوسنتزی در اندام‌های گیاه، سرعت رشد بیشتر شده، سپس در پایان فاز رویشی با قرار گرفتن مواد مزبور در بالاترین مقدار خود ثابت گردیده، ولی با گذشت زمان و در فاز زایشی، مواد فتوسنتزی در خوشه تجمع می‌یابند و سبب کاهش مقدار منابع اصلی فتوسنتزی می‌شود که در ژنوتیپ‌های با مقاومت کمتر به‌دلیل سازگاری کم، این کاهش با شدت بیشتری همراه بود. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که بین ژنوتیپ، رژیم آبیاری و اثر متقابل دو عامل در تمامی مراحل رشد صفات، تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. گذشته از سرعت فتوسنتز خالص که با افزایش رشد به‌دلیل افزایش برگ روند کاهشی داشت. **SWR** با افزایش رشد افزایش یافت ولی از مرحله ۱۰۰ روز پس از کاشت به بعد به‌دلیل نقش مؤثر ساقه به‌خصوص در شرایط کاهش میزان آبیاری در انتقال مجدد، شاهد کاهش این صفت بودیم، ولی در صفت **SLW** به‌دلیل سهم بیشتر برگ در اوایل رشد، روندی کاملاً معکوس با حالت قبلی را نشان داد. **LWR** نیز بنا به‌دلیل اخیر، روندی کاملاً کاهشی از ابتدا تا پایان دوره رشد را دارا بود. در شرایط کاهش میزان آب، شاهد تغییرات کمتر به لحاظ پایان سیکل رویشی در فاصله زمانی کمتر نسبت به شرایط با آبیاری زیاد بودیم که نهایتاً به‌دلیل کاهش فرصت برای جذب مواد غذایی، منتج به کاهش کلی در مقدار و میزان صفات مزبور گردید، به گونه‌ای که با افزایش فواصل آبیاری، میزان **SWR** کاهش یافت که این حالت، حالتی عکس سه صفت دیگر به‌دلیل افزایش وزن بیشتر ساقه نسبت به برگ بود که این خود یک مکانیسم غالب جهت فرار از تنش خشکی می‌باشد و در بین ژنوتیپ‌ها نیز ژنوتیپ‌های با مقاومت بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، به لحاظ سازگاری بالاتر کمتر تحت شرایط کم‌آبی قرار گرفتند. بر اساس نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌شود با متمرکز کردن اهداف اصلاحی بر روی شاخص‌های برگی که همبستگی مثبت و معنی‌داری با فتوسنتز خالص دارند می‌توان به افزایش عملکرد دانه برنج امیدوار بود؛ همچنین از لحاظ مدیریتی توصیه به تکرار این آزمایش با دیگر ژنوتیپ‌ها و رژیم‌های آبیاری جهت دست‌یافتن به نتایج تکمیل‌تر و دقیق‌تر می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

REFERENCES

1. **Abdola, A. A. & Zarea, M. J. (2015). Effect of mycorrhiza and root endophytic fungi under flooded and semi-flooded conditions on grain yield and yield components of rice. *Journal of Crop Production*, 8(1), 223-230.**
2. **Akbari, S., Kafi, M. & Rezvan Beidokhti, S. (2016). The effect of drought stress on Yield, yield components and anti-oxidant of two garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes with different planting densities. *Journal of Agroecology*, 8(1), 95-106.**
3. **Arvin, P. & Vafabakhsh, J. (2016). Study of drought and plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) on radiation use efficiency and dry matter partitioning into pod in different cultivars of *Brassica* oilseed rape. *Journal of Agroecology*, 8(1), 134-152.**
4. **Carmelita, M., Albertoa, R., Wassmanna, R., Hiranob, R., Miyatac, A., Hatanob, R., Kumara, A., Padrea, A. & Amante, M. (2011). Comparisons of energy balance and evapotranspiration between flooded and aerobic rice fields in the Philippines. *Agricultural Water Management*, (98), 1417–1430.**
5. **Chowdhury, M. d. R., Kumar, V., Sattar, A. & Brahmachari, K. (2014). Studies on the water use efficiency and nutrient uptake by rice under system of intensification. *Journal of Bioscan*, 9(1), 85–88.**
6. **Dong, N. M., Brandt, K. K., Sørensen, J., Hung, N. N., Hach, C. V., Tan, P. S. & Dalsgaard, T., (2012). Effects of alternating wetting and drying versus continuous flooding on fertilizer nitrogen fate in rice fields in the Mekong Delta, Vietnam. *Soil Biology of Biochemical*, 47, 166–174.**
7. **Durand, M., Porcheron, B., Hennion, N., Maurousset, L., Lemoine, R. & Pourtau, N. (2016). Water deficit enhances C export to the roots in *Arabidopsis thaliana* plants with contribution of sucrose transporters in both shoot and roots. *Journal of Plant Physiology*, 170(1), 1460-1479.**
8. **Dutta, R. K., Baset Mia, M. A. & Khanam, S. (2002). Plant architecture and growth characteristics of fine grain and aromatic rices and their relation with grain yield. *Bangladesh Crop Physiology*, 32, 95-102.**
9. **Farrell, T. C., Fox, K. M., Williams, R. I., Fukai, S. & Lewin, L. G. (2004). How to improve reproductive cold tolerance of rice in Australia. *International Rice Cold Tolerance Workshop Discovery, Canberra*, 22-23 July.**
10. **Ghasemi-Nasr, M., Karandish, F., Naft-Chali, A. D. & Mokhtasa-Bigdali, A. (2016). Effect of two periods of mid-season drainage on growth parameters of two rice varieties. *Journal of Water Research in Agriculture*, 29(4), 419-431.**
11. **Ghosh, B. & Chakma, N. (2015). Impacts of rice intensification system on two C. D. blocks of Barddhaman district. *West Bengal of Current Science*, 109(2), 342-346.**
12. **Horie, T., Yoshida, H., Shiraiwa, T., Nakagawa, H., Kuroda, E., Sasaki, T., Hagiwara, M., Kobata, T., Ohnishi, M. & Kobayashi, K. (2003). Analysis of benotype by environment interaction in yield formation processes of rice grown under a wide environmental range in Asia. 10. Asia Rice Network (ARICENET) research and preliminary results. JPN. *Journal of Crop Science*, 72(2), 88-89.**
13. **Limouchi, K., Siadat, S. A. & Gilani, A. (2013). Sowing dates effect on yield and growth indexes of rice cultivars in northern Khozestan. *Iranian society of Agronomy and plant breeding sciences*, 6(2), 167-184 (In Farsi).**
14. **Limouchi, K., Siadat, S. A. & Gilani, A. (2014). Effect of planting date on vejetatives growth and yield of three rice cultivares in north regions of Khuzestan. *Agronomic Research in Semi Desert Regions*, 11(1), 51-63 (In Farsi).**
15. **Lu, J., Okawa, T. & Hirasawa, T. (2000). The effect of irrigation regimes on the water use, dry matter production and physiological responses of paddy rice. *Plant & Soil*, 223(1/2), 209-218.**
16. **Mosavy, S. A., Khaledian, M. R., Ashrafzadeh, A. & Shahinrokhsar. P. (2016). Effects of limited irrigation on yield and water productivity increasing of three soybean genotypes in Rasht region. *Journal of water research agriculture*, 29(4), 433-446.**
17. **Murchie, E., Jianchang, Y., Hubbart S., Horton, P. & Peng, S. (2002). Are there associations between grain filling rate and photosynthesis in the flag leaves of field grown rice. *Journal of Exp Botany*, 53(378), 2217-2224.**
18. **Nehbandani, A., Soltani, A. & Darvishirad, P. (2016). Effect of terminal drought stress on water use, growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Plant Ecophysiology*, 7(23), 17-27.**

www.SID.ir

Archive of SID

19. **Pandey, A., Kumar, A., Pandey, D. S. & Thongbam, P. D. (2014). Rice quality under water stress. *Indian Journal of Advances in Plant Research*, 1(2), 23-26.**
20. **Park, G. H., Kim, J. H. & Kim, K. M. (2014). QTL analysis of yield components in rice using a cheongcheong/nagdong doubled haploid genetic map. *American Journal of Plant Sciences*, 5, 1174-1180.**
21. **Salehifar, M., Rabiei, B., Afshar Mohammadian, M. & Asghari, J. (2014). Effect of IAA and kinetin application on plant characteristics and chlorophyll fluorescence parameters in rice seedlings under drought stress condition. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 16(4), 293-307. (In Farsi).**
22. **Sedaghat, N., Pirdashti, H., Asadi, R. & Mousavi-Taghani, Y. (2015). Effect of different irrigation methods on rice water productivity. *Journal of Water Research in Agriculture*, 28(1), 1-9.**
23. **Shanmugasundaram, B. (2015). Adoption of system of rice intensification under farmer participatory action research programme (FPARP). *Indian Research Journal of Ext Education*, 15(1), 114-117.**
24. **Sarayloo, M., Sabouri, H. & Dadras, A. R. (2015). Assessing genetic diversity of rice genotypes using microsatellite markers and their relationship with morphological characteristics of seedling stage under non- and drought-stress conditions. *Cereal Research Communications*, 5(1), 1-15. (In Farsi).**
25. **Tan, X., Shao, D., Liu, H., Yang, F., Xiao, C. & Yang, H. (2013). Effects of alternate wetting and drying irrigation on percolation and nitrogen leaching in paddy fields. *Paddy Water Environment*, 11, 1–15.**
26. **Tarlera, S., Capurro, M. C., Irisarri, P., Scavino, A. F., Cantou, G. & Roel, C. (2015). Yield-scaled global warming potential of two irrigation management systems in a highly productive rice system. *Scientia Agricola*, 73(1), 43-50.**
27. **Tavala, R., Aalami, A., Sabouri, H. & Sabouri, A. (2015). Evaluation of haplotype and allelic diversity of SSR markers linked to major effect QTL on chromosome 9 controlling drought tolerance in rice. *Journal of Cereal Research*, 5(1), 107-119.**
28. **Tuong, T. P., Bouman, B. A. M. & Mortimer, M. (2005). More rice, less waterintegrated approaches for increasing water productivity in irrigated rice-based systems in Asia. *Plant Production Sciences*, 8, 231– 41.**
29. **Tuyen, D. D. & Prasad, D. T. (2008). Evaluating difference of yield trait among rice genotypes (*Oryza sativa* L.) under low moisture condition using candidate gene markers. *Journal of Omonrice*, 16, 24-33.**
30. **Uphoff, N., Kassam, A. & Thakur, A. (2013). Challenges of increasing water saving and water productivity in the rice sector: introduction to the system of rice intensification (SRI) and this issue. *Taiwan Journal of Water Conserv*, 61, 1–13.**
31. **Wu, N., Guan, Y. & Shi, Y. (2011). Effect of water stress on physiological traits and yield in rice backcross lines after anthesis. *Energy Procedia*, 5, 255–260.**
32. **Xu, L., Yu, J., Han, L. & Huang, B. (2013). Photosynthetic enzyme activities and gene expression associated with drought tolerance and post-drought recovery in Kentucky bluegrass. *Environ Exp Bot*, 89, 28– 35.**

www.SID.ir