

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

کاوه لیوچی^{۱*}، فاطمه فاطمی نیک^۲، مهرداد یارنیا^۳، عطاء اله سیادت^۴، عبدالعلی گیلانی^۳ و وره‌رام رشیدی^۳

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، مرکز تحقیقات 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 به مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) طراحی و اجرا گردید. چهار رژیم آبیاری (۱، ۳، ۵ و ۷ روزه) در کرت‌های 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، به دلیل نقش مؤثر ساقه به خصوص 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) به دلیل سهم بیشتر برگ در اوایل رشد، روندی کاملاً عکس حالت قبلی را داشتیم. نسبت وزن برگ (LWR) نیز بنا به دلیل اخیر، روندی کاملاً کاهشی از ابتدا تا پایان دوره رشد را دارا بود. با کاهش رژیم آبیاری، به دلیل 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 FatemiNick², Mehrdad Yarnia³, Ataallah Siadat⁴, Abdolali Gilani³ and Varahram Rashidi⁵

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

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). کمبود رطوبت یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده 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 نمودی، 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 راه-کار 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

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 به میزان ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت ۲۵٪ پایه (۲۵-۲۰ روز پس از سبز شدن) و ۷۵٪ باقیمانده در سه تقسیط ۲۵٪ به‌عنوان سرک‌های اول تا سوم به‌ترتیب در ابتدای شکل‌گیری جوانه اولیه خوشه (۳۵-۴۰ روز پس از مصرف کود پایه) ابتدای آبیستی (۳۵-۳۰ روز پس از سرک اول) 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:

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

فرمول شماره ۳:

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

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 کربوهیدرات‌ها 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 آثرانثیم، 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 ۴×۳ متری به‌مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاور و 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، $pH = 7.5 - 7$ ، 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

فرمول شماره ۴:

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

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.

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

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

اعداد ۱ تا ۹ به ترتیب 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 شاور

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. (°C)	Mean Max. (°C)	Mean Min. (°C)	Mean Max. (°C)
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 نرمال بودن، با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS (نسخه ۱۰/۱۲/۶) و SPSS (نسخه ۲۲) تجزیه واریانس (مرکب) و همبستگی انجام شد و میانگین داده‌ها به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند

نتایج و بحث

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

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، رژیم آبیاری، اثر متقابل دو عامل ژنوتیپ × رژیم آبیاری و همچنین اثر متقابل سه عامل سال × رژیم آبیاری × ژنوتیپ در تمامی مراحل نمونه‌برداری

تیمار آبیاری با تناوب سه روزه در بیشتر مراحل نمونه- برداری 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 به دست آمد مطابقت دارد.

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

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

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	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 **: به ترتیب 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.

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	Genot ypes	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)
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 ^{l-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 ^{l-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 ^{m-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 ^{m-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 ^{l-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.

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 به-دلیل افزایش سطح برگ در مخرج کسر سیر نزولی طی کرد و پس از آن به‌دلیل چروکیدگی، پسابیدگی، پلاستیدگی، جمع‌شدن برگ و در نهایت کاهش سطح با جمع‌شدن سلول‌های بالیفورم در نتیجه کاهش انتقال آب با توجه به بسته‌شدن و چوب‌پنبه‌ای 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 عوامل 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 افزایش 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 (جدول 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

در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی نتایج نشان داد که استفاده از ژنوتیپ‌های با مقاومت و در نتیجه سازگاری مطلوب‌تر برای آبیاری با فواصل طولانی‌تر، مناسب و برای آبیاری عرقاب به‌دلیل هزینه‌مآزادی 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 به-دلیل رابطه مسقیم با روند رشد محصول و کاهش سطح برگ و سایه‌اندازی آن دستیابی به نتیجه‌گیری مزبور منطقی است (Dutta et al., 2002) (جدول 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. به-نظر می‌رسد فتوسنتز خالص به‌تنهایی، نه‌تنها در افزایش عملکرد موثر نبوده بلکه می‌تواند منفی نیز باشد و در واقع برآیندی از سایر عوامل و حد مطلوبی از صفات مانند وزن و تعداد برگ و غیره و در نتیجه 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 (جدول 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

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 به دلیل افزایش بیشتر مخزن کسر که وزن کل گیاه می‌باشد نسبت به برگ با کاهش مواجه شد که در مراحل پایانی به دلیل ریزش بیشتر برگ‌ها، این کاهش مقدار تا آخرین مرحله رشد ادامه پیدا کرد (Tan et al., 2013).

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 در واقع نشان‌دهنده پربرگی 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

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

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	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 **: به ترتیب غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

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

بیشتر مواد غذایی به سایر اندام‌ها، به خصوص در شرایط کاهش آبیاری و سازگاری کمتر این ژنوتیپ‌ها به لحاظ بسته‌شدن و چوب‌پنبه‌ای شدن بافت آوندی می‌تواند با توجه به دیگر اظهارات (Durand et al., 2016; Mohd Zain & Razi) 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

بنا به همین دلایل، با افزایش آبیاری به لحاظ افزایش انتقال بیشتر مواد به مخازن فعال در مرحله رویشی، کل گیاه به خصوص ساقه سبب کاهش نسبت 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 می‌کند، ژنوتیپ‌های IR 80508-B-194-4-B و IR 79971-B-202-2-4 به دلیل کاهش ذاتی وزن خشک برگ و تخصیص

فعال دانه کاهش و در اواخر رشد نیز بر شدت آن افزوده شد که می‌تواند در راستای اظهارات دیگر (Tan et al., 2013) به دلیل نقش موثر ساقه در انتقال مجدد، به خصوص در شرایط با آبیاری کم باشد.

همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه دارا بود که شدت آن در ابتدای رشد به دلیل نیاز گیاه به استقرار و افزایش وزن اندام‌های نگهدارنده مثل ساقه بیشتر و سپس به دلیل نقش موثر افزایش وزن برگ به خصوص جهت تولید مواد فتوسنتزی جهت مخزن

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.

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-IR 194-3-B و IR 79907-B-493-3-1 در رژیم آبیاری غرقاب به دلیل 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 به دلیل 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 به دست آمده با دیگر بررسی‌ها (Durand et al., 2016; Mohd Zain & Razi)

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 هم-زمان 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 به گونه‌ای بود که با افزایش رشد تا مرحله ۱۰۰ روز پس از کاشت، بر وزن این صفت به دلیل 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 به دلیل نقش موثر آن در انتقال مجدد به خصوص

فعال شدن پتانسیل ذخیره‌سازی مواد غذایی جهت
وزن ساقه نسبت به کل گیاه با افزایش آبیاری به لحاظ
مبنی بر افزایش وزن نسبت
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 ^{ls}
	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 ^{ls}
	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 ^{j-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 ^{j-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 ^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.

probability level using Duncan's Multiple Range Test.

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 ^{ns}	0.017 ^{ns}	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 **: به ترتیب 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.

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

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 به دلیل نقش موثر آن در فاز رویشی گیاه در ابتدای رشد باشد (جدول ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹). عملکرد دانه: با توجه به نتایج تجزیه مرکب بین سال، رژیم‌های آبیاری، اثر

جدول ۱۱- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به نسبت وزن برگ زئوتیپ‌های 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
I1	Genoty pes					
	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 ^{h-k}	0.502 ^{fg}	0.277 ^{h-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 ^{h-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 ^{t-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 ^{h-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 ^{h-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 ^{h-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 ^{h-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 ^{h-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 ^{h-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.

نیز علاوه بر سازگار نبودن با اغلب ژنوتیپ‌های مورد بررسی باعث شستشو مواد غذایی و خارج از دسترس- شدن این مواد از اطراف گیاه می‌شود) با توجه به روند کاهش میزبان آبیاری از تیمار آبیاری اول تا چهارم، به- نظر می‌رسد واکنش متفاوت مراحل مختلف نموی که به دلیل محدودیت آسیمیلات و کوتاه شدن دوره پرشدن و رشد دانه می‌باشد یکی از دلایل دستیابی به نتیجه گیری مزبور باشد (جدول ۱۳). در بین ژنوتیپ- های 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 به خصوص در دوره رسیدگی از دامنه ۱۰-۲۰ سانتی متر و در نتیجه تخصیص کربوهیدرات بیشتر به مخزن اصلی از دلایل سازگاری و برتری این ژنوتیپ بود.

متوسط ۵۰۹۴/۳۱ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمارهای رژیم آبیاری غرقاب (احتمالاً به دلیل عدم سازگاری و هدر روی انرژی مقاومت مانند انرژی که صرف ایجاد آثرانثیم و از این دست می‌کند)، همچنین دوره‌های آبیاری ۵ و ۷ روزه (می‌تواند به دلیل عدم تسهیل در دسترسی به مواد غذایی و تجمع آسیمیلات‌ها در قاعده گیاه باشد) به ترتیب 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, 2016; Ismail 2016). نتایج اخیر با توجه به اظهارات دیگران (Tarlera et al., 2015; Sedaghat et al., 2015) نشان دهنده 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

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

S.O.V.	Df	MS					grain yield
		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**	0.008**	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*	199931.307 ^{ns}
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 **: به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

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

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 ^c	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 به دلیل کاهش طول دوره رشد و در نتیجه تخصیص کمتر کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی انتقال یافته 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)

کاهش عملکرد دانه در شرایط افزایش تنش، بیش از آستانه تحمل گیاه به دلیل اختلال رشد در مرحله زایشی و عدم انتقال و تخصیص کربوهیدرات‌ها 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.

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)
I1	V1	0.464 ^b	0.771 ^a	0.829 ^a	0.790 ^a	0.377 ^c	2332.10 ^{xy}
	V2	0.318 ^{fi}	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 ^{fi}	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}	6228.16 ^{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 ^{fi}	0.298 ^{f-h}	3922.33 ^{k-u}
	V2	0.348 ^{c-g}	0.553 ^{fi}	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.

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 **: به ترتیب 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 **: به ترتیب 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 **: به ترتیب 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 **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

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

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 **: به ترتیب 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 به دلیل 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 به دلیل 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 به دلیل افزایش برگ روند کاهشی داشت. **SWR** با افزایش رشد افزایش یافت ولی از مرحله ۱۰۰ روز پس از کاشت به بعد به دلیل نقش مؤثر ساقه به خصوص در شرایط کاهش میزان آبیاری در انتقال مجدد، شاهد کاهش این صفت بودیم، ولی در صفت **SLW** به دلیل سهم بیشتر برگ در اوایل رشد، روندی کاملاً معکوس با حالت قبلی را نشان داد. **LWR** نیز بنا به دلیل 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 به دلیل 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 به-دلیل 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 به دست آمده پیشنهاد می‌شود با متمرکز کردن اهداف اصلاحی بر روی شاخص‌های برگ 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.

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 genotype 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 Khuzestan. *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 vegetatives 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.

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 water integrated 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.