

بررسی اثر میزان و سهم فتوسنتز جاری بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج هوازی تحت

تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری در منطقه شمال خوزستان

کاوه لیموچی^{۱*}، مهرداد یارنیا، عطااله سیادت، وهرام رشیدی و عبدالعلی گیلانی

دکترای زراعت، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران.

kavehlimouchi@yahoo.com

استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

yarnia@iaut.ac.ir

استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین.

seyedatiasadat@yahoo.com

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

Rashidi.varahram@gmail.com

استادیار، عضو هیأت علمی بخش اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، اهواز، ایران.

Gilani.abdolali@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر دوره‌های مختلف آبیاری بر عملکرد دانه و فتوسنتز جاری ژنوتیپ‌های برنج، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) در استان خوزستان اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل بود بر چهار دور آبیاری (یک، سه، پنج و هفت روزه) و ۱۲ ژنوتیپ برنج که به ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرار داشتند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که سطوح اصلی دور آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل این دو، بر کلیه صفات مورد بررسی اثر معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند. میزان و سهم فتوسنتز جاری در دور آبیاری سه روزه دارای بیشترین میزان نسبی، نسبت به دیگر تیمارها به ترتیب با متوسط عملکرد ۴۵۸۶/۹ کیلوگرم در هکتار و ۸۹/۳ درصد بود. همچنین با توجه به همبستگی مثبت و بسیار بالای عملکرد دانه با صفات میزان و سهم فتوسنتز جاری به ترتیب با ضرایب $r=0.9^{**}$ و $r=0.5^{**}$ می‌توان نتیجه گرفت که دلیل اصلی افزایش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج در دور آبیاری مزبور افزایش صفات مرتبط با فتوسنتز جاری و تخصیص بیشتر مواد حاصل از فتوسنتز به مخزن اصلی گیاه می‌باشد به گونه‌ای که ژنوتیپ IR 81025-B-327-3 در دور آبیاری سه روزه که بیشترین میزان فتوسنتز جاری را داشت، با بالابودن نسبی سهم و راندمان فتوسنتز جاری از بیشترین عملکرد دانه با متوسط ۶۵۵۵/۱ کیلوگرم در هکتار برخوردار بود. احتمالاً دلیل افزایش عملکرد ژنوتیپ‌های برنج با تحمل بیشتر به خشکی، بویژه در دور آبیاری سه روزه، را می‌توان به دلیل توانایی منبع برگ در افزایش صفات مورد بررسی و بالا بودن حجم مخزن در دریافت کامل مواد فتوسنتزی ناشی از فرایندهای مرتبط با این صفات دانست.

واژه‌های کلیدی: رابطه منبع-مخزن، تنش، خوزستان

۱ - آدرس نویسنده مسئول: باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران

* - دریافت: بهمن ۱۳۹۵ و پذیرش: آبان ۱۳۹۷

مقدمه

برنج به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی دنیا، در بخش‌های وسیعی از سراسر جهان کشت شده و غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان است (پارک و همکاران، ۲۰۱۴). خشکی از عمده‌ترین خطرات جدی برای تولید موفق محصولات زراعی به ویژه برنج در جهان است که می‌تواند در هر زمان طی فصل رشد رخ دهد. از این رو، یکی از چالش‌های اصلی در کشاورزی تولید غذای بیشتر با آب کمتر است (توبین و پراساد، ۲۰۰۸). 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 (صداقت و همکاران، ۲۰۱۵). 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 (صداقت و همکاران، ۲۰۱۵). تقریباً ۷۵ درصد برنج جهان از شالیزارهای فاریاب بدست می‌آید (کارملیتا و همکاران، ۲۰۱۱). با تر و خشک کردن سطح خاک مزرعه از طریق آبیاری متناوب، تبادل هوا بین خاک و اتمسفر برقرار شده (تانگ و همکاران، ۲۰۰۸). در آبیاری‌های چند روز یک بار اکسیژن کافی در اختیار سیستم ریشه‌ای گیاه قرار می‌گیرد که این امر موجب معدنی شدن مواد آلی و تثبیت نیتروژن خاک می‌شود. همه این موارد باعث بهبود افزایش مواد مغذی گیاهی و در نتیجه افزایش رشد آن می‌گردد (تان و همکاران، ۲۰۱۳). دانگ و همکاران، ۲۰۱۲). کمبود رطوبت یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده روند رشد می‌باشد (موسوی، ۲۰۱۶). مدیریت آبیاری متناوب می‌تواند نیاز گیاه را در شرایط بحرانی تأمین کند (شاناماگاساندرام، ۲۰۱۵). مهم‌ترین مزیت روش آبیاری متناوب با دورآبیاری چند روزه برنج صرفه‌جویی در مصرف آب است (آفوف، ۲۰۱۳). لیموچی کاهش طول دوره رشد ارقام به جهت کاهش انتقال کربوهیدرات‌های غیرساختمانی به مخزن اصلی یعنی دانه را از عوامل موثر در کاهش عملکرد عنوان نمود (لیموچی و همکاران، ۲۰۱۴).

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در مراحل خاصی از نمو گیاهی، مواد فتوستتزی مازاد بر نیاز فرآیندهای رشد و نمو تولید می‌شوند. این مواد به صورت ترکیبات غیرساختمانی در اندام‌های رویشی گیاه مانند ساقه، غلاف و برگ‌ها ذخیره شده و به دنبال تشکیل مقصدهای فیزیولوژیکی قوی، طی فرآیند انتقال مجدد به طرف دانه‌ها حرکت می‌کنند (ارادتمند اصلی و جاماسبی، ۱۳۹۲). عملکرد دانه از سه منبع فتوستتزی جاری، انتقال اسیمیلات‌های ذخیره شده قبل از گل‌دهی به دانه و بالاخره اسیمیلات‌های ذخیره شده موقت در ساقه بعد از گل‌دهی تأمین می‌شود (پیری سینت و همکاران، ۲۰۰۸). تسهیم مطلوب ماده خشک عبارت است از توزیع مواد بین ریشه و اندام‌های هوایی و در اندام‌های هوایی بین اندام‌های رویشی و زایشی که در ارقام و شرایط مختلف محیطی، متفاوت است (کاج و همکاران، ۲۰۱۴).

پتانسیل انتقال مجدد به عوامل مختلف از جمله ژنوتیپ و میزان آب وابسته است (واید و همکاران، ۱۹۹۹). در مرحله رشد رویشی ساقه، برگ و ریشه مخزن فعال گیاه هستند و در مرحله رشد زایشی دانه این نقش را ایفا می‌کند به همین دلیل مواد فتوستتزی بیشتری را در مراحل گفته شده به خود تخصیص می‌دهند (سیناکی و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به تفاوت موجود بین ارقام به نظر می‌رسد ارقامی که سهم بیشتری از مواد فتوستتزی را به اندام‌های اقتصادی خود در برنج (دانه) اختصاص دهند، کاهش عملکرد کمتری خواهند داشت (سیناکی و همکاران، ۲۰۰۷). پژوهشگر دیگر (والتون و همکاران، ۱۹۹۹) در یک بررسی دو ساله (۹۴-۱۹۹۵) بر روی ۱۵ لاین برنج حاصل از تلاقی دو والد لمونت و تکنینگ اعلام کرد، کربوهیدرات‌های غیرساختمانی کل در برگ سبز در مقایسه با ساقه و خوشه طی رشد، نسبتاً ثابت ماند و به ترتیب معادل ۶۸/۵ و ۴۸/۵ گرم در کیلوگرم بود. ارقام پرمحصول یک تجمع مجددی از کربوهیدرات غیرساختمانی کل در برگ و ساقه را در زمان برداشت داشتند که این تجمع مجدد به عنوان یک خصوصیت برای بهبود

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف کاهش و بهینه نمودن مصرف آب به صورت کرت‌های خرد شده با دو عامل و سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به روش خشکه‌کاری در کرت‌های 4×3 متری به مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) از تاریخ کاشت در ماه خرداد تا تاریخ برداشت در ماه آبان، در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاور مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی 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، $7 - 7/5$ pH = هدایت الکتریکی $2/5$ میلی‌موس بر سانتی‌متر و مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی آن به ترتیب ۰/۱ درصد، ۱۰-۱۲، ۱۲۰ و $2/5$ قسمت در میلیون بود. چهار تیمار آبیاری شامل دوره‌های یک روزه یا شاهد (رایج منطقه) (I) و سه (II) پنج (III) و هفت روزه (I4) به عنوان سطوح عامل اصلی و ۱۲ ژنوتیپ برنج (جدول ۱) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بذر خشک هریک از ژنوتیپ‌ها پس از تهیه زمین توسط بذرکار همدانی در ردیف‌های ۲۰ سانتی‌متری برای کشت آماده شد و سپس رژیم‌های آبیاری از اواسط پنجه‌زنی اعمال شد. کرت‌ها با آبی که توسط پمپ تأمین و کنترل می‌گردد تا ارتفاع پنج سانتی‌متر پس اشباع کامل خلل و فرج آبیاری می‌شوند و پس از آن آبیاری متوقف می‌گردد. این روند در تمام دوره رشد و هر چهار تیمار آبیاری اعمال شد. برای جلوگیری از نفوذ آب به کرت‌های مجاور تمام پشته‌ها تا عمق یک متری داخل خاک و نیز دیواره جوی‌های آبیاری توسط پلاستیک پوشانده شدند. نوع دور آبیاری نیز با توجه به شرایط و پتانسیل آب انتخاب 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٪

پتانسیل راتون دهی لاین‌های برنج محسوب می‌شود (سلامونتا و همکاران، ۲۰۰۱). در واقع یکی از زیان‌بارترین اثرات تنش خشکی، اختلال در روند جذب و تجمع عناصر غذایی است که باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد (چوگان، ۲۰۰۴). دیگر محققین (علوی‌فاضل و لک، ۲۰۱۱) در آزمایش تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری، گزارش نمودند که اثر دور آبیاری بر میزان سهم و کارایی انتقال فتوستتزی جاری معنی‌دار می‌باشد، در آزمایش مزبور بیش‌ترین میزان فتوستتزی جاری به تیمار شاهد با آبیاری کامل در شرایط بدون تنش و کمترین میزان فتوستتزی جاری به دو تیمار قطع آب در مرحله گل‌دهی و قطع آب در مرحله دوازده برگی اختصاص یافت. محقق دیگر (منصوری‌فر و همکاران، ۱۳۹۱) بیش‌ترین میزان، سهم و کارایی انتقال مجدد در شرایط خشکی شدید را گزارش نمودند. مجدم و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان دادند که کمترین و بیش‌ترین میزان انتقال مجدد مواد فتوستتزی به تیمار آبیاری مطلوب و تنش ملایم خشکی اختصاص داشت. محقق دیگر (لک و همکاران، ۱۳۸۶) اعلام نمود با تنش خشکی، کارایی و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه افزایش می‌یابد. افزایش شدید کم آبی سهم فتوستتزی جاری را کاهش می‌دهد (مادح‌خاکسار و همکاران، ۱۳۹۳). بیشترین و کم‌ترین سهم فتوستتزی جاری در عملکرد دانه به ترتیب به تیمار بدون تنش قطع آب و عدم آبیاری با میانگین ۸۱ و ۴۱ درصد تعلق داشتند (مادح‌خاکسار و همکاران، ۱۳۹۳). از آنجایی که بهبود محصولات زراعی در طی اصلاح بر اساس فرایند، میزان کارایی و سهم فتوستتزی جاری بوده (طوسی و همکاران، ۱۳۹۴، کاج و همکاران، ۲۰۰۴)، شناخت صحیح این فرایندها می‌تواند در پیش‌بینی عملکرد و مدیریت گیاه زراعی مفید واقع شود، این آزمایش به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف دور آبیاری بر میزان صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های برنج هوازی در شرایط اقلیمی خوزستان اجرا گردید تا با استفاده از سطح مناسب دور آبیاری و انتخاب ژنوتیپ مناسب بهترین عملکرد دانه حاصل گردد.

برای تعیین مقدار توزیع مجدد میزان، سهم و کارایی فتوستتزر جاری، پس از ظهور خوشه در عملکرد دانه مقدار یک متر از میانه کرت پس از حذف حاشیه‌ها در زمان‌های ۵۰٪ گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی به صورت کف بر برداشت شدند. تمام نمونه‌های گیاهی به اجزایی مانند برگ، ساقه و خوشه در زمان گرده افشانی و نیز دانه در مرحله رسیدگی تفکیک گردیدند وزن خشک هر یک از آنها توسط آون °C ۷۰ به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد. سپس با توجه به روش‌های پیشنهادی (وانگ و همکاران، ۲۰۰۱) هر یک از صفات مورد نظر از روابط ذیل محاسبه گردیدند:

باقیمانده در سه تقسیط ۲۵٪ به عنوان سرک‌های اول تا سوم به ترتیب در ابتدای شکل‌گیری جوانه اولیه خوشه (۴۰-۳۵ روز پس از مصرف کود پایه) ابتدای آبستنی (۳۵-۳۰ روز پس از سرک اول) و زمان ظهور ۵۰٪ خوشه استفاده شد. کود فسفره به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل، کود پتاسه به میزان ۱۰۰ و عنصر روی به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات به خاک افزوده شده است. کنترل علف‌های هرز به صورت تلفیقی شامل وجین و مصرف سم توفوردی به میزان ۱/۵-۲ لیتر در هکتار (۴۰-۳۵ روز پس از سبز شدن) انجام گردید.

ماده خشک اندام در رسیدگی فیزیولوژیکی - ماده خشک اندام در نقطه اوج = مقدار توزیع مجدد ماده خشک

(۱)

میزان انتقال مجدد-عملکرد دانه=میزان فتوستتزر جاری

(۲)

۱۰۰×عملکرد دانه / فتوستتزر جاری = سهم نسبی فتوستتزر جاری در عملکرد (٪)

(۳)

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

ژنوتیپ	تالاقی	منشاء	تحمل به خشکی
V ₁	VANDANA	هند	۱
V ₂	IR 78908-193-B-3-B	IRRI	۱
V ₃	IR 81429-B-31	IRRI	۱
V ₄	IR 78875-176-B-1-B	IRRI	۳
V ₅	IR 79971-B-202-2-4	IRRI	۵
V ₆	IR 80508-B-194-4-B	IRRI	۷
V ₇	IR 80508-B-194-3-B	IRRI	۵
V ₈	IR 79907-B-493-3-1	IRRI	۵
V ₉	IR 81025-B-347-3	IRRI	۵
V ₁₀	IR 81025-B-327-3	IRRI	۳
V ₁₁	ندا	ایران	۳
V ₁₂	طارم	ایران	۹

اعداد یک تا نه به ترتیب شامل بیشترین تا کمترین مقاومت به خشکی می‌باشند همچنین ژنوتیپ‌ها دو سوی (/)، والد‌ها هستند

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

ماه	(۱۹۹۳)	(۱۹۹۴)
میانگین حداقل (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر (درجه سانتی‌گراد)
۲۶	۴۴	۴۶/۲
۲۷/۸	۴۶/۷	۴۵/۷
۲۷/۸	۴۶/۵	۴۷/۵
۲۵/۲	۴۴/۵	۴۴/۶
۲۱	۳۸	۳۹/۵
۱۲/۷	۲۹	۲۷/۸
۲۳/۴	۴۱/۴	۴۱/۹
میانگین		

نشان داد بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار دور آبیاری سه روزه با متوسط $5094/3$ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمارهای دور آبیاری غرقاب و همچنین دوره‌های آبیاری پنج و هفت روزه به ترتیب $19/5$ ، $10/7$ و $34/2$ درصد معادل $993/5$ ، $546/1$ و $1742/8$ کیلوگرم در هکتار افزایش تولید داشته است. نتایج اخیر (جدول ۴) نشان دهنده این است که دور آبیاری سه روزه و در شرایط کم آبی، دور آبیاری پنج روزه جهت بالا بردن راندمان آبیاری می‌تواند مناسب باشد ضمن اینکه غرقاب دائم نیز علاوه بر سازگار نبودن با اغلب ژنوتیپ‌های مورد بررسی باعث شستشوی مواد غذایی و خارج از دسترس شدن این مواد غذایی از اطراف گیاه می‌شود (صدقت و همکاران، ۲۰۱۵، تارلرا و همکاران، ۲۰۱۵). با توجه به روند کاهشی میزان آبیاری از تیمار آبیاری اول تا چهارم به نظر می‌رسد واکنش متفاوت مراحل مختلف نموی که به دلیل محدودیت آسمیلات و کوتاه شدن دوره پرشدن و رشد دانه می‌باشد. در بین ژنوتیپ‌های برنج، عملکرد دانه ژنوتیپ IR 81025-B-327-3 بر سایرین برتری داشت که بیشترین مقدار آن مربوط به دور آبیاری سه روزه با متوسط $6555/10$ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). فرار از تنش آبی با کاهش ارتفاع گیاه به خصوص در دوره رسیدگی از دامنه $10-20$ سانتی‌متر و در نتیجه تخصیص کربوهیدرات بیشتر به مخزن اصلی از دلایل سازگاری و برتری این ژنوتیپ بود. اثر

با رسیدن ۸۵ درصد دانه‌ها در خوشه برداشت از مساحت $1/5$ متر مربع از میانه هر کرت با حذف حاشیه‌ها به منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد انجام شد. جهت آزمون نرمال بودن داده‌های حاصل از نمونه‌گیری-های تصادفی از برنامه آماری SPSS استفاده شد. سپس کلیه داده‌های حاصل از آزمایش پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و SPSS تجزیه واریانس (مرکب) و همبستگی انجام شد و میانگین داده‌ها به روش آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: با توجه به نتایج تجزیه مرکب بین داده‌های دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴، دوره‌های آبیاری، اثر متقابل دور آبیاری \times ژنوتیپ، همچنین تفاوت بین ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ \times دوره‌های آبیاری در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت؛ اما بین اثر متقابل ژنوتیپ \times سال و همچنین اثر متقابل سه جانبه سال \times دور آبیاری \times ژنوتیپ، اختلافی از لحاظ آماری مشاهده نشد و این خود نشان دهنده این است که عملکرد دانه متأثر از خصوصیات ژنوتیپ و دوره‌های مختلف آبیاری و برآیند آنها می‌باشد (جدول ۳). تیمارهای حاصل از مقایسه میانگین صفات مورد اندازه‌گیری

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات مورد اندازه‌گیری نشان می‌دهد که تیمار آبیاری سه روزه در تمامی صفات مرتبط با فتوستتز جاری یا بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده بود یا تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری با دیگر سطوح نداشت به گونه‌ای که میزان فتوستتز جاری ۴۵۸۶/۹ کیلوگرم و سهم فتوستتز جاری ۸۹/۳ درصد بوده است که اختلاف معنی‌دار با دوره‌های آبیاری پنج و هفت روزه که میزان بیشتری را دارا بودند، نداشته است (جدول ۴).

همچنین بیشترین میزان از مقدار توزیع مجدد ماده خشک همسو با افزایش فتوستتز جاری در دور آبیاری مطلوب با دور آبیاری سه روزه مربوط به همین دور آبیاری سه روزه بود و کمترین مقدار توزیع مجدد ماده خشک را نیز دور آبیاری هفت روزه به ترتیب با متوسط ۵۰۷/۳ و ۳۱۶/۱ کیلوگرم در هکتار دارا بودند (جدول ۵). افزایش توانایی منبع ژنوتیپ‌های برنج در دور آبیاری با دور سه روزه و گنجایش بیشتر مخزن در این دور آبیاری که منجر به فعالیت بیشتر صفات مزبور گردید می‌تواند از علل اصلی بالا بودن عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج در این دور آبیاری باشد. به گونه‌ای که ژنوتیپ IR 81025-B-327-3 در دور آبیاری سه روزه که بیشترین میزان فتوستتز جاری را با متوسط ۶۵۵۵/۱ کیلوگرم داشت از بیشترین عملکرد دانه با متوسط ۶۵۵۵/۱ کیلوگرم در هکتار برخوردار بود که می‌تواند از دلایل اصلی بالا بودن عملکرد دانه این ژنوتیپ به دلیل تخصیص بیشتر ماده خشک اندام‌های رویشی به مخزن اصلی زایشی باشد. در بین ژنوتیپ‌های مختلف بنا به دلایل وابسته به ژنتیک تغییرات معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین مقدار از توزیع مجدد ماده خشک با متوسط ۶۹۱/۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به ژنوتیپ IR 78908-193-B-3-B در دور آبیاری یک روزه بود. در کل می‌توان دلیل افزایش عملکرد ژنوتیپ‌های برنج با تحمل بیشتر به خشکی بویژه در دور آبیاری با دور سه روزه را توانایی منبع برگ در افزایش صفات مورد بررسی و بالا بودن حجم مخزن در دریافت کامل مواد فتوستتزی ناشی از

متقابل دو عامل دور آبیاری و ژنوتیپ نشان داد که واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به دوره‌های مختلف آبیاری با توجه به آستانه تحمل آنها در نتیجه صفات وابسته به ژنوتیپ متفاوت بود (سارایلو و همکاران، ۲۰۱۵، تولا و همکاران، ۲۰۱۵). به گونه‌ای که تمام ژنوتیپ‌ها در دور آبیاری هفت روزه 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 ۵). این نتایج با دیگر بررسی‌ها (دوراند و همکاران، ۲۰۱۶، موحذزین و رازی اسماعیلی، ۲۰۱۶، پاندی و همکاران، ۲۰۱۴) مبنی بر 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 (عبداله و زارعی، ۲۰۱۵) مبنی بر کاهش عملکرد در شرایط غرقاب دائم مطابق آنچه گفته شد مطابقت داشته است.

اندازه‌گیری میزان فتوستتز جاری: نتایج تجزیه مرکب نشان داد اثر سال بر میزان فتوستتز جاری و مقدار توزیع مجدد احتمالاً به دلیل شرایط مختلف دمایی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. دور آبیاری، ژنوتیپ و اثر دو عامل بین آنها نیز در کلیه صفات مرتبط با فتوستتز جاری اثر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت ولی در اثر متقابل این دو عامل تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در صفت مقدار توزیع مجدد کل مشاهده نگردید. اثر سال در دور آبیاری در صفات میزان و سهم فتوستتز جاری، همچنین مقدار توزیع مجدد در سطح یک درصد به دلیل تفاوت در شرایط محیطی سال‌های مورد آزمایش معنی‌دار شد ولی اثر متقابل سال در دور آبیاری به غیر از مقدار توزیع مجدد که در سطح یک درصد معنی‌دار گردید، همچنین سه عامل سال، دور آبیاری و ژنوتیپ در هیچ یک از صفات مرتبط با فتوستتز جاری معنی‌دار نشد (جدول ۳).

نسبت به انتقال مجدد دارد. حال آنکه در شرایط بحرانی که فتوستتزر جاری دچار مشکل می‌شود تغییرات توزیع مجدد در افزایش عملکرد دانه می‌تواند از کاهش بیش از حد تولیدات ممانعت به عمل آورد. نتایج به دست آمده با یافته‌های سایر محققین در سایر محصولات زراعی همسوئی دارد (علوی-فاضل و لک، ۲۰۱۱، پیری‌ساین و همکاران، ۲۰۰۸، سیناکی و همکاران، ۲۰۰۷).

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج نشان دهنده این است که توانایی منبع در تولید مواد فتوستتتری و انتقال به مخزن با گنجایش بالاتر و استفاده بهینه با راندمان بالای آب در دور آبیاری سه روزه محقق می‌شود به گونه‌ایی که با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار صفات مرتبط با فتوستتزر جاری و افزایش عملکرد ژنوتیپ‌هایی که از بیشترین میزان فتوستتزر جاری برخوردار بودند و افزایش سهم و کارایی فتوستتزر جاری در دوره‌های آبیاری غیر غرقابی (دوره‌های آبیاری سه، پنج و هفت روزه) می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که آبیاری با دور سه روزه با توجه به مشکلات فعلی آب و افزایش میزان، سهم و کارایی فتوستتزر جاری در عملکرد دانه، می‌تواند بهترین راه‌کار جهت حصول به افزایش عملکرد دانه باشد.

فرایندهای مرتبط با این صفات دانست. در مجموع کلیه ژنوتیپ‌های با تحمل بالاتر، از میزان و سهم فتوستتزر جاری بالاتری نیز برخوردار بودند که نهایتاً منجر به افزایش عملکرد دانه نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها با توجه به بحث گذشته گردید (جدول ۵). عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و بالایی با هر یک از صفات میزان فتوستتزر جاری (**۰/۹) و سهم (**۰/۵) فتوستتزر جاری داشت (جدول ۶) که می‌تواند در راستای نقش مهمی که صفات مزبور در افزایش پر شدن دانه دارا هستند باشد. به نظر می‌رسد هر چند حرکت مجدد مواد فتوستتتری یک جزء مهم در عملکرد دانه می‌باشد، ولی میزان فتوستتتری که در طول پر شدن دانه‌ها انجام می‌شود معمولاً مهمترین منبع تشکیل دهنده وزن دانه و عملکرد دانه می‌باشد. علت این امر آن است که اغلب مواد فتوستتتری قبل از پر شدن دانه در رشد رویشی یا گلدهی مورد استفاده قرار می‌گیرد در حالی که در طول پر شدن دانه اغلب مواد فتوستتتری به فرایند پر شدن دانه اختصاص می‌یابد (ساجدی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین افزایش فراهمی آب از طریق ایجاد تأخیر در پیری برگ‌ها موجب افزایش میزان فتوستتزر جاری در تولید دانه می‌شود (یانگ و همکاران، ۲۰۰۱) که با تحقیق حاضر در شرایط آبیاری غیر غرقابی با توجه به هوای بودن ژنوتیپ‌ها و مکانیسم سازگاری مطلوب‌تر آنها با شرایط غیر غرقابی نسبت به غرقابی به دلیل افزایش هزینه نگهداری گیاه در شرایط غرقابی نسبت به ژنوتیپ‌های حساس به خشکی در این زمینه کاملاً همخوانی دارد.

نتایج تجزیه رگرسیون عملکرد دانه و صفات مورد بررسی نشان داد که میزان فتوستتزر جاری و توزیع مجدد از عوامل موثر بر عملکرد دانه می‌باشند، به طوری که ۹۸ درصد تغییرات عملکرد دانه وابسته به فتوستتزر جاری بود و تنها ۱۶ درصد این تغییرات مربوط به توزیع مجدد بود. البته اعداد بدست آمده با توجه به بالا بودن داده‌ها پایین هستند ولی در مجموع با مقایسه نسبت به هم متوجه می‌شویم (جدول ۷) که فتوستتزر جاری نقش به مراتب بیشتری در افزایش عملکرد دانه

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه مرکب مربوط به صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	توزیع مجدد	فتوستتز جاری	سهم فتوستتز جاری
سال	۱	۱۳۵۶.۴۶۴/۱**	۷۶۷۸۲/۴**	۱۱۵۹۶۴۵۷/۳**	۰/۱ ^{n.s}
تکرار (سال) خطای (a)	۴	۹۸۹.۰۰۸/۷	۱۰۰۸۷/۶	۳۷۸۷۳۹/۹	۱۶/۵
دور آبیاری	۳	۳۹۰.۹۸۶۴۹/۳**	۵۵۶۹۸۳/۴**	۳۱۸۹۸۹۴۱/۶**	۲۰۴/۱**
دور آبیاری × سال	۳	۲۵۸۵۳۷۴/۷**	۳۳۷۹/۲**	۲۶۱۴۸۵۳/۷**	۲۷/۱**
خطای مرکب (b)	۱۲	۷۵۳۸۵۳/۸	۴۵۶۱/۹	۷۸۴۷۷۴/۶	۱۳/۱
ژنوتیپ	۱۱	۹۶۳۸.۴۳/۸**	۳۴۳۵۱۶/۳**	۱۰۸۱۵۱۳۸/۳**	۳۸۷/۲**
ژنوتیپ × سال	۱۱	۵۹۷۴۶۱/۷ ^{n.s}	۲۵۳۷/۹**	۶۱۰۵۱۴/۱ ^{n.s}	۷/۸ ^{n.s}
ژنوتیپ × دور آبیاری	۳۳	۳۱۳۶۳۸۴/۳**	۲۷۷۱۱/۳ ^{n.s}	۳۲۱۷۹۲۱/۵**	۵۴/۳**
ژنوتیپ × دور آبیاری × سال	۳۳	۱۹۹۹۳۱/۳ ^{n.s}	۲۸۱۱/۳ ^{n.s}	۱۸۱۱۵۸/۸ ^{n.s}	۵/۳ ^{n.s}
خطای مرکب (c)	۱۷۶	۴۳۲۶۶۲/۲	۲۱۹۳/۴	۴۳۴۰۱۲/۷	۶/۹
ضریب تغییرات (%)	-	۱۵/۴	۱۰/۶	۱۷/۲	۲/۹

n.s، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های برنج تحت تیمارهای آبیاری (سال ۹۳-۹۴)

تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	توزیع مجدد (کیلوگرم در هکتار)	فتوستتز جاری (کیلوگرم در هکتار)	سهم فتوستتز جاری (درصد)
دور آبیاری اول	۴۱۰۰/۹c	۴۹۷/۳a	۳۶۰۳/۴ c	۸۶/۳ b
دور آبیاری دوم	۵۰۹۴/۴a	۵۰۷/۳ a	۴۵۸۶/۹ a	۸۹/۳ a
دور آبیاری سوم	۴۵۴۸/۳b	۴۴۷/۱ b	۴۱۰۱/۱ b	۸۹/۵ a
دور آبیاری چهارم	۳۳۵۱/۵d	۳۱۶/۱ c	۳۰۳۵/۴ d	۹۰/۰ a
ژنوتیپ				
V1	۳۵۴۱/۳de	۴۸۱/۳ d	۳۰۵۹/۹ cd	۸۴/۸ e
V2	۴۳۰۳/۱b	۶۳۷/۷ a	۳۶۶۵/۳ b	۸۴/۶ e
V3	۵۰۲۵/۷a	۴۸۳/۸ d	۴۵۴۱/۸ a	۹۰/۱ d
V4	۴۰۹۱/۸bc	۵۲۰/۷ c	۳۵۷۱/۱ b	۸۶/۱ e
V5	۳۸۰۶/۸cd	۵۲۸/۶ c	۳۲۷۸/۲ bc	۸۵/۹ e
V6	۳۵۲۸/۲de	۲۳۱/۴ i	۳۲۹۶/۸ bc	۹۲/۸ ab
V7	۴۰۳۰/۵bc	۳۶۷/۳ fg	۳۶۶۳/۱ b	۹۰/۹ cd
V8	۴۸۴۴/۸a	۳۴۷/۱ g	۴۴۹۶/۷ a	۹۲/۹ ab
V9	۴۸۹۹/۲a	۲۹۹/۵ h	۴۵۹۹/۶ a	۹۳/۷ a
V10	۵۰۸۵/۳a	۳۹۳/۲ f	۴۶۹۲/۱ a	۹۲/۰ bc
V11	۳۳۶۲/۲e	۵۸۴/۷ b	۲۷۷۷/۴ d	۸۱/۵ f
V12	۴۷۶۶/۶a	۴۲۸/۲ e	۴۳۳۸/۴ a	۸۹/۹ d

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک نیستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری دارند.

جدول ۵-مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های برنج در تیمارهای آبیاری (سال ۹۴-۹۳)

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	توزیع مجدد (کیلوگرم در هکتار)	میزان فتوسنتز جاری (کیلوگرم در هکتار)	سهم فتوسنتز جاری کل (درصد)	ژنوتیپ
دور آبیاری					
V1	۲۳۳۲/۱xy	۵۶۰/۲ d-h	۱۷۷۱/۷ u	۷۵/۵ r	
V2	۴۰۳۸/۱j-t	۶۹۱/۸ a	۳۳۴۶/۱ l-r	۸۲/۲ m-p	
V3	۴۵۵۱/۶d-n	۶۳۸/۲ a-c	۳۹۱۳/۴ g-o	۸۵/۶ j-m	
V4	۲۹۴۹/۵u-x	۵۴۹/۳ e-i	۲۴۰۰/۱ r-u	۸۰/۶ o-q	
V5	۳۵۴۱/۸o-w	۴۵۱/۲ l-p	۳۰۹۰/۶ o-t	۸۷/۱ i-l	
V6	۴۴۸۷/۵f-p	۲۴۱/۳ u	۴۲۴۶/۱ e-m	۹۴/۳ a-d	
V7	۳۵۵۹/۸n-w	۴۰۰/۶ o-q	۳۱۵۹/۲ o-t	۸۸/۱ h-k	دور آبیاری اول
V8	۴۷۷۹/۱d-k	۴۸۰/۱ i-m	۴۲۹۹/۱ e-l	۸۹/۸ e-i	
V9	۴۵۸۲/۱d-m	۳۸۹/۱ pq	۴۱۹۳/۱ f-n	۹۱/۴ b-h	
V10	۵۳۳۳/۶c-g	۵۲۰/۸ g-l	۴۷۱۲/۷ d-i	۸۹/۹ e-i	
V11	۳۰۸۷/۸t-x	۶۴۶/۱ ab	۲۴۴۱/۸ r-u	۷۷/۶ qr	
V12	۶۰۶۶/۳a-c	۳۹۸/۵ o-q	۵۶۶۷/۷ a-c	۹۳/۳ a-f	
V1	۳۵۳۱/۶o-w	۵۳۹/۹ f-j	۲۹۹۱/۶ o-t	۸۳/۹ l-n	
V2	۴۴۷۹/۸f-p	۵۹۱/۷ b-f	۳۸۸۸/۱ g-o	۸۶/۲ i-l	
V3	۵۳۶۱/۱c-f	۵۳۶/۹ f-k	۴۸۳۴/۲ c-h	۸۹/۹ e-i	
V4	۵۱۱۳/۳c-h	۵۴۳/۱ f-i	۴۵۷۰/۲ d-i	۸۹/۲ h-j	
V5	۴۱۴۵/۵h-r	۶۲۵/۹ a-d	۳۵۱۹/۵ k-p	۸۴/۲ l-n	
V6	۴۱۲۸/۱h-s	۲۵۴/۲ q-s	۳۷۷۳/۷ i-p	۹۱/۱ d-h	
V7	۵۳۹۸/۸c-f	۵۳۹/۱ f-j	۴۸۵۹/۷ c-g	۸۹/۸ f-i	دور آبیاری دوم
V8	۵۵۳۰/۳b-d	۴۴۵/۹ m-p	۵۰۸۴/۴ c-f	۹۱/۸ b-h	
V9	۶۳۶۲/۵ab	۳۶۰/۷ q-s	۶۰۰۱/۸ ab	۹۴/۲ a-d	
V10	۶۵۵۵/۱a	۴۴۸/۱ m-p	۶۱۰۶/۸ a	۹۳/۱ a-g	
V11	۴۵۰۱/۵e-o	۵۹۵/۷ b-f	۳۹۰۵/۷ g-o	۸۶/۳ i-l	
V12	۶۰۲۴/۱a-c	۵۰۶/۹ g-m	۵۵۱۷/۱ a-d	۹۱/۵ b-h	
V1	۴۳۷۹/۱g-p	۴۷۰/۱ j-n	۳۹۰۸/۹ g-o	۸۸/۹ h-j	
V2	۴۶۲۸/۶d-l	۶۹۳/۲ a	۳۹۳۵/۴ g-o	۸۴/۶ k-n	
V3	۵۳۷۸/۱c-f	۴۶۷/۳ k-o	۴۹۱۰/۶ c-f	۹۱/۲ c-h	
V4	۴۹۷۸/۶d-j	۵۰۸/۶ g-m	۴۴۷۰/۱ e-k	۸۹/۵ g-i	
V5	۳۹۰۰/۸l-u	۶۳۷/۳ a-d	۳۲۷۳/۴ m-r	۸۳/۵ l-p	
V6	۳۶۲۸/۱m-v	۱۷۲/۱ v	۳۴۵۶/۱ l-q	۹۵/۱ ab	
V7	۴۲۲۴/۳h-q	۳۸۵/۹ p-r	۲۸۳۸/۳ i-o	۹۰/۷ d-h	دور آبیاری سوم
V8	۵۴۰۵/۳c-f	۳۴۰/۶ q-t	۵۰۶۴/۶ c-f	۹۳/۶ a-e	
V9	۵۴۸۴/۶b-e	۲۷۳/۷ tu	۵۲۱۰/۹ b-e	۹۴/۹ ab	
V10	۵۰۵۵/۱d-i	۳۱۹/۹ r-t	۴۷۳۵/۰ c-i	۹۳/۵ a-f	
V11	۳۱۴۷/۶s-x	۶۱۳/۴ b-e	۲۵۳۴/۲ q-u	۸۰/۴ pq	
V12	۴۳۶۸/۶g-p	۴۹۳/۲ h-m	۳۸۷۵/۴ h-o	۸۸/۲ h-k	
V1	۳۹۲۲/۳k-u	۳۵۵/ q-s	۳۵۶۷/۳ j-p	۹۰/۸ d-h	
V2	۴۰۶۵/۶i-t	۵۷۴/۱ c-g	۳۴۹۱/۵ k-q	۸۵/۶ j-m	
V3	۴۸۱۱/۱d-k	۲۹۲/۷ s-u	۴۵۱۹/۱ e-j	۹۳/۸ a-d	
V4	۳۳۲۵/۶q-w	۴۸۱/۷ i-m	۲۸۴۳/۹ p-t	۸۵/۰ k-n	
V5	۳۶۳۹/۱l-v	۴۰۹/۸ n-q	۳۲۲۹/۲ n-s	۸۸/۷ h-j	
V6	۱۸۶۹/۵y	۱۵۸/۱ v	۱۷۱۱/۴ u	۹۰/۷ d-h	
V7	۲۹۳۹/۱u-x	۱۴۳/۸ v	۲۷۹۵/۱ p-t	۹۴/۸ a-c	دور آبیاری چهارم
V8	۳۶۶۰/۶l-v	۱۲۱/۶ v	۳۵۳۹/۱ k-p	۹۶/۵ a	
V9	۳۱۶۷/۳t-x	۱۷۴/۵ v	۲۹۹۲/۷ o-t	۹۴/۳ a-d	
V10	۳۴۹۷/۶p-w	۲۸۳/۹ tu	۳۲۱۳/۷ n-s	۹۱/۶ b-h	
V11	۲۷۱۱/۸v-y	۴۸۳/۶ i-m	۲۲۲۸/۲ tu	۸۱/۷ n-p	
V12	۲۶۰۷/۵w-y	۳۱۴/۱ st	۲۳۹۳/۴ s-u	۸۶/۸ i-l	

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک نیستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری دارند

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های برنج تحت تیمارهای آبیاری

عملکرد دانه	توزیع مجدد	میزان فتوستتز جاری	سهم فتوستتز جاری
عملکرد دانه	۱		
توزیع مجدد	۰/۱*		
میزان فتوستتز جاری	۰/۹**	۱	
سهم فتوستتز جاری	۰/۵**	۰/۶**	۱

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

جدول ۷- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه و صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های برنج تحت تأثیر تیمارهای آبیاری

مدل	Partial R ²	Model R ²
$Y=44.0/1^{**}+1/0^{**}X_1$	۰/۹۸۴	۰/۹
$Y=57^{ns}+1^{**}X_1+1^{**}X_2$	۰/۹۸۴+۰/۱	۱

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

X₁ = میزان فتوستتز جاریX₂ = توزیع مجدد

فهرست منابع

۱. ارادتمند اصلی، د. و ن، جاماسبی. ۱۳۹۲. بررسی اثر سایه‌اندازی بر انتقال مجدد ماده خشک، عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام مختلف برنج. گیاه و زیست بوم. ۹۳-۱۰۵.
۲. ساجدی، ن.ع.، ح، مدنی، د، حبیبی، ع، پازکی. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر سلنیوم و اسید سالیسیلیک بر انتقال مجدد، فتوستتز جاری و عملکرد جاری و عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط دیم. تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی. (۱) ۱: ۱-۱۴.
۳. طوسی، پ، ا، اتابکی، ع، پیرزاده. ۱۳۹۴. اثر مصرف مقادیر مختلف نیتروژن بر فتوستتز جاری و انتقال مجدد ماده خشک دو رقم کلزا. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. سال پنجم. (۳) ۱۷: ۹۷-۱۰۸.
۴. لک، ش، ا، نادری، س، ع، سیادت، ا، آینه‌بند، ق، نورمحمدی، و س، ه، موسوی. ۱۳۸۶. تأثیر سطوح مختلف آبیاری، نیتروژن و تراکم بر عملکرد، اجزای عملکرد و انتقال مجدد مواد فتوستتزی ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی خوزستان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال پانزدهم. (۱) ۴۲: ۱-۱۴.
۵. مجد، م، ا، نادری، ق، نورمحمدی، س، ع، سیادت، و ا، آینه‌بند. ۱۳۸۸. تأثیر تنش کمبود آب و مدیریت نیتروژن بر عملکرد دانه، میزان انتقال مجدد ماده خشک و فتوستتز جاری ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی خوزستان (رامین). فیزیولوژی گیاهان زراعی. (۱) ۱: ۱-۱۰.
۶. منصوری‌فر، س، م، شعبان، م، قبادی، و س، ح، صباغ‌پور. ۱۳۹۱. بررسی روند پر شدن دانه در ارقام نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) در شرایط تنش خشکی و مصرف کود نیتروژنه آغازگر. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. (۳) ۱۰: ۵۹۱-۶۰۲.

۷. مادح خاکسار، ا.، ا. نادری، ا. آینه‌بند، و ش. لک. ۱۳۹۳. برهمکنش کم آبیاری و قطع آب بر توزیع مجدد مواد ذخیره‌ای، فتوسنتز جاری و رابطه آن با عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی. سال ششم. ۲۲(۲): ۵۳-۶۸.
8. Abdola, A. A., and M. J. Zarea. 2015. Effect of Mycorrhiza and Root Endophytic Fungi under Flooded and Semi-Flooded Conditions on Grain Yield and Yield Components of Rice. *Crop Production*. 8(1): 223-230.
 9. Alavi Fazel, M., and S. H. Lack. 2011. The Effects of Irrigation-Off at Different Growth Stages, Planting Patterns and Plant Population on Grain Yield and Dry Matter Remobilization of GrainCorn (*Zea mays* L.). *World Applied Sciences Journal*. 15(4): 463-473.
 10. Carmelita, M., R. Albertoa., R. Wassmanna, T. Hiranob, A. Miyatac., R. Hatanob., A. Kumara., A. Padrea., and M. Amante. 2011. Comparisons of energy balance and evapotranspiration between flooded and aerobic rice fields in the Philippines. *Agricultural Water Management*. (98): 1417-1430.
 11. Chogan, R. 2004. Corn breeding for drought tolerance and nitrogen from theory to practice (Translation). Publications of the Ministry of Agriculture. pp: 96.
 12. Dong, N. M., K. K. Brandt., J. Sørensen., N.N. Hung., C.V. Hach., P.S. Tan., and T. Dalsgaard. 2012. Effects of alternating wetting and drying versus continuous flooding on fertilizer nitrogen fate in rice fields in the Mekong Delta, Vietnam. *Soil Biol. Biochem*. 47: 166-174.
 13. Durand, M., B. Porcheron., N. Hennion., L. Maurousset., R. Lemoine., and N. pourtau. 2016. Water Deficit Enhances C Export to the Roots in *Arabidopsis thaliana* Plants with Contribution of Sucrose Transporters in Both Shoot and Roots. *Plant Physiology*. 170(1): 1460-1479.
 14. Eradatmand asli, D., and N. Jamasabi. 2012. Effect of shading on remobilization of dry matter, yield and yield components of different rice varieties. *Plants and ecosystems*. 9(34): 93-105.
 15. Ghasemi-Nasr, M., F. Karandish., A. D. Naft-Chali., and A. Mokhtasa-Bigdali. 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.
 16. Ghosh, B., and N. Chakma. 2015. Impacts of rice intensification system on two C. D. blocks of Barddhaman district, West Bengal. *Current Science*. 109 (2): 342-346.
 17. Kage, H., M. Kochler and H. Stutzel. 2004. Root growth and dry matter partitioning of cauliflower under drought stress conditions: measurement and simulation. *European Journal of Agronomy*. 20: 379-394.
 18. Kobata, T., S. Sugawara., and S. Takatu. 2000. Shading during the early grain filling period does not affect potential grain dry matter increase in rice. *Agron, J*. 92:411-417.
 19. Limouchi, K., S. A. Siadat., and A. Gilani. 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.
 20. Mohd-Zain, N.A., and M. Razi-Ismail. 2016. Effects of potassium rates and types on growth, leaf gas exchange and biochemical changes in rice (*Oryza sativa*) planted under cyclic water stress. *Agricultural Water Management*. 164 (1): 83-90.
 21. Mosavy, S.A., M.R. Khaledian., A. Ashrafzadeh., and P. Shahinrokhsar. 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.
 22. Pandey, A., A. Kumar. D. S. Pandey., and P. D. Thongbam. 2014. Rice quality under water stress. *Indian Journal of Advances in Plant Research*. 1 (2): 23-26

23. Park, G.H., J. H. Kim., and K. M. Kim. 2014. QTL analysis of yield components in rice using a cheongcheong/nagdong doubled haploid genetic map. *American Journal of Plant Sciences*. 5: 1174-1180.
24. Pierre Saint, C., C. J. Peterson., A. S. Ross., J. B. Ohm., M. C. Verhoeven., M. Larson., and B. Hoefler. 2008. Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. *Journal of Cereal Sciences*. 47 (3):407-416.
25. Samonte-SO, P.B., L. T. Wilson., A. M. McClung., and L. Tarpley. 2001. Seasonal dynamics of nonstructural carbohydrate partitioning in diverse rice genotypes. *Crop Sci*. 41: 902-909.
26. Sedaghat, N., H. Pirdashti., R. Asadi., and Y. Mousavi-Taghani. 2015. Effect of Different Irrigation Methods on Rice Water Productivity. *Journal of Water Research in Agriculture*. 28 (1): 1-9.
27. Sinaki, J.M., E. Majidi Heravan., A. H. Shirani Rad., G. Noormohamadi., and G. Zarei. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Sciences*. 2: 417-422.
28. Shanmugasundaram, B. 2015. Adoption of system of rice intensification under farmer participatory action research programme (FPARP). *Indian Res. J. Ext. Edu*. 15(1): 114-117.
29. Srayloo, M., H. Sabouri., and A. R. Dadras. 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.
30. Tan, X., D. Shao., H. Liu., F. Yang., C. Xiao., and H. Yang. 2013. Effects of alternate wetting and drying irrigation on percolation and nitrogen leaching in paddy fields. *Paddy Water Environ*. 11: 1-15.
31. Tarlera, S., M.C. Capurro., P. Irisarri., A. F. Scavino., G. Cantou., and C. Roel. 2015. Yield-scaled global warming potential of two irrigation management systems in a highly productive rice system. *Scientia Agricola*. 73 (1): 43-50.
32. Tavala, R., A. Aalami., H. Sabouri., and A. sabouri. 2015. Evaluation of haplotype and allelic diversity of SSR markers linked to major effect QTL on chromosome 9 controlling drought tolerance in rice. *Cereal Research*. 5 (1): 107-119.
33. Tuong, T.P., B. A. M. Bouman., and M. Mortimer. 2005. More rice, less water integrated approaches for increasing water productivity in irrigated rice-based systems in Asia. *Plant Prod. Sci*. 8: 231-41.
34. Tuyen, D.D., and D. T. Prasad. 2008. Evaluating difference of yield trait among rice genotypes (*Oryza sativa* L.) under low moisture condition using candidate gene markers. *Omonrice*. 16: 24-33.
35. Uphoff, N., A. Kassam., and A. Thakur. 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 J. Water Conserv*. 61: 1-13.
36. Wade, L.J., C. G. McLaren., L. Quintana., S. Rajatasereekul., A. K. Sarawgi., A. Kumar., H. U. Ahmed., A. K. Singh., R. Rodriguez., J. Siopongco., and S. Sarkarung. 1999. Genotype by environment interactions across diverse rainfed lowland rice environments. *Field Crops Research*. 64: 35-50.
37. Walton, G., N. Mendham., M. Robertson., and T. Potter. 1999. Phenology, physiology and agronomy of canola in Australia, In: *Proceeding of 10th International Rapeseed Congress*, Canberra, Australia. pp. 9-14.
38. Wang, Z., J. Yang., Q. Zhu., Z. Zhang., Y. lang., and X. wang. 2001. Reasons for poor grain plumpness in interspecific hybrid rice. (In Chinese, with English abstract) *Acta Agron. Sin*. 24(6): 782-787.

39. Watanabe, Y., Y. Nakamura., and R. Ishii. 1997. Relationshi between starch accumulation and activities of the related enzymes in the leaf sheath as temporary sink organ in rice (*Oryza Sativa L.*). Australian Journal of plant physiology. 24: 563-569.
40. Yang,J., Z. Jianha., W. Zhiqing., Z. Qingsen., and W. Wei. 2001. Remobilization of carbon reserves in response to water deficit during grain filling of rice. Field Crops Res. 71: 47-55.

Evaluation of the Effect of Current Assimilation on Aerobic Rice Grain Yield under Different Irrigation Intervals in Northern Region of Khuzestan

K. Limouchi¹*, M. Yarnia, A. Siyadat, V. Rashidi, and A. A. Guilani

Ph.D Agronomy, Young Researchers and Elite Club, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.
kavehlimouchi@yahoo.com

Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

yarnia@iaut.ac.ir

Professor, University of Agricultural and Natural Resources of Ramin, Ahwaz, Iran.

seyedatasiadat@yahoo.com

Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

Rashidi.varahram@gmail.com

Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Research Department, Khozestan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Ahvaz, Iran.

Gilani.abdolali@yahoo.com

Abstract

This study aimed at establishing the effect of different irrigation intervals on current assimilation and yield of rice genotypes. This research was conducted in Khuzestan Province for two years (2014 and 2015) using four irrigation intervals (1, 3, 5, and 7 days) in the main plots and 12 rice genotypes in the sub-plots, with three replications. The combined analysis results showed that the main levels of irrigation interval, genotypes, and their interaction effect had a significant ($P < .01$) effect on all attributes. The amount and contribution of current assimilation of the three-day interval with an average yield of 4586.9 kg per hectare and 89.3 percent share had the highest relative value. Moreover, considering the highly positive correlation of grain yield with amount and contribution of current assimilation that were, respectively, ($R=0.9^{**}$) and ($R=0.5^{**}$), we could conclude that the main reason for the increase in rice grain yield in this irrigation treatment was due to the increase in current assimilation – related attributes and allocation of more photosynthesis products to the main plant source. Consequently, IR 81025-B-327-3 genotype in the 3-day interval, which had the highest current assimilation, had relatively high share and efficiency of current assimilation and the highest grain yield with the average of 6555.1 kg per hectare. In general, the increased yield of rice genotypes with greater resistance to drought, especially regarding the three-day interval, can be attributed to the ability of leaf source to increase the considered attributes and the high volume of the tank in fully receiving the assimilated matter produced by processes connected to attributes associated with these properties.

Keywords: Source-sink relation, Stress, Khozestan.

¹ - Corresponding author: Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.

* - Received: February 2017, and Accepted: November 2018