دو فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
دوره یازدهم، شماره اول، بهار و تابستان 1400

ارزیابی رژیم های مختلف آبیاری بر خصوصیات رشدی و عملکرد ژنوتیپ های برنج هوازی در شرایط آب و هوایی شمال استان خوزستان

کاوه لیموچی[1]، محمدرضا زرگران خوزانی[2*]

۱- دکتری زراعت، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران
2- دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی گرایش اکولوژی گیاهان زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران

مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mr.zargarankh@gmail.com
(تاریخ دریافت:9 مرداد 1400، تاریخ پذیرش: 7شهریورماه 1400)

چکیده

با هدف تعیین نقش رژیم‌های مختلف آبیاری بر روند شاخص های رشد، طول ساقه، وزن ساقه، و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج هوازی در در شرایط آب و هوایی شمال استان خوزستان آزمایشی طی دو سال 1393 و 1394 در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور با طول شرقی ´28 °48 عرض شمالی ´50 °31 طراحی و اجرا گردید. چهار سطح آبیاری (1، 3، 5 و 7 روزه) درکرت‌های اصلی و 12 ژنوتیپ برنج در کرت‌های فرعی در سه تکرار قرار گرفتند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد بین ژنوتیپ ها، رژیم های آبیاری و اثر متقابل دو عامل در تمامی صفات تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. در رژیم های آبیاری یک و سه روزه بیشترین و رژیم آبیاری هفت روزه کمترین مقدار را به دلیل دوره اثر گذاری کمتر صفات متأثر از آن دارا بودند. عملکرد دانه ضمن اینکه بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با وزن برگ پرچم به لحاظ تأمین بیشترین مواد فتوسنتزی برای مخزن اصلی داشت در رژیم آبیاری دوم و ژنوتیپ IR 81025-B-3-327 با متوسط 6555 کیلوگرم در هکتار، از بیشترین مقدار برخوردار بود. بررسی روند شاخص‌های رشد نشان داد کلیه ژنوتیپ‌ها با کاهش دور آبیاری در مدت زمان کمتری به حداکثر رشد خود رسیدند ضمن اینکه ژنوتیپ‌های مقاوم‌تر بر اساس تقسیم بندی ایری از ثبات بیشتری در روند رشد برخوردار بودند. خود را در شرایط کاهش دور آبیاری بهتر حفظ کردند که می‌توان از آن جهت فرایندهای به‌نژادی و اصلاح ارقام استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، رویشی، زایشی، رشد، فتوسنتز.

مقدمه

برنج یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است (8). برنج به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی دنیا، در بخش‌های وسیعی از سراسر جهان کشت می‌شود و غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان است (28). خشکی از عمده خطرات جدی برای تولید موفق محصولات زراعی به ویژه 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 (24). از 25 درصد آب‌های شیرین موجود در دنیا 70 درصد آن در بخش کشاورزی مصرف می شود که از این مقدار 25 الی 30 درصد آن به زراعت برنج اختصاص داردُ. برنج بیش‌ترین مقدار مصرف آب را در بین محصولات کشاورزی دارا بوده و حدود 80 درصد کل منابع آب شیرین مصرفی آسیا را شامل می‌شود (17). تقریباً 75 درصد برنج جهان از شالیزارهای فاریاب می‌باشد (2). با تر و خشک کردن سطح خاک مزرعه از طریق آبیاری متناوب، تبادل هوا بین خاک و اتمسفر برقرار می شود(23) . در آبیاری‌های چند روز یک بار اکسیژن کافی در اختیار سیستم ریشه‌ای گیاه قرار می‌گیرد که این امر موجب سرعت بخشیدن به معدنی شدن مواد آلی و تثبیت نیتروژن خاک می‌شود. همه این موارد باعث بهبود افزایش مواد مغذی گیاهی و در نتیجه افزایش رشد آن می-شود(4و20).کمبود رطوبت یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده روند رشد می‌باشد(13). مدیریت آبیاری متناوب می‌تواند نیاز گیاه را در شرایط بحرانی تأمین کند (18). مهمترین مزیت روش آبیاری متناوب با دورآبیاری چند روزه صرفه‌جویی در مصرف آب (25) و کاهش میزان مصرف کودهای شیمیایی به لحاظ کاهش آبشویی می‌باشد (3). 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. وی همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه را با وزن خوشه اعلام نمود. اگر چه سرعت رشد محصول در هر مرحله نموی، عملکرد دانه برنج را تحت تاثیر قرار می‌دهد اما مقدار آن در دو هفته قبل از خوشه‌دهی اثرات بحرانی بر روی عملکرد نهایی برنج دارد، بنابراین حداکثر رساندن مقدار آن طی این دوره از اهداف مهم اصلاحی و مدیریتی برای دست‌یابی به حداکثر دانه می‌باشد (11). اصلاح تکنیک‌های کشت به عنوان یک راهکار موثر جهت افزایش کمی و کیفی سرعت رشد معرفی شد (6) که در این میان رژیم آبیاری می‌تواند گزینه مناسبی باشد. اگر چه سرعت رشد محصول در هر مرحله نموی، عملکرد دانه برنج را تحت تأثیر قرار می‌دهد اما مقدار آن در دو هفته قبل از خوشه‌دهی اثرات بحرانی بر روی عملکرد دانه نهایی برنج دارد، لذا به حداکثر رساندن مقدار آن طی این دوره از اهداف مهم اصلاحی و مدیریتی برای دست‌یابی به حداکثر دانه می‌باشد (9). هر چند که نیاز به تولید ارقام پر محصول وجود دارد، ولی باید ظرفیت تحمل به تنش در رقم‌های محلی نیز مورد توجه قرار داده شود (26). تنش خشکی منجر به کاهش محتوای آب نسبی در گیاه که عامل رشد و شادابی a می‌شود (27). کاهش آب در دسترس گیاه در رژیم‌های آبیاری چند روزه بیش از تحمل گیاه به ویژه در مرحله گیاهچه‌ای بر صفات رشدی گیاه اثر منفی گذاشته و سبب کاهش رشد رویشی می‌شود (16). آبیاری تکمیلی در مرحله زایشی می‌تواند گزینه مدیریتی برای کاهش جنبه-های منفی خشکی انتهای فصل باشد (14). از یک سو خشکی و رژیم آبیاری بیش از حد تحمل گیاه به دلیل اختلال رشد در مرحله زایشی و عدم انتقال و تخصیص کربوهیدارتها و قندها به دانه سبب کاهش عملکرد و شاخص‌های رشدی گیاه برنج می‌شود (5و 12) و از سوی دیگر ابیاری غرقاب دائم نیز به دلایل مختلفی از جمله هزینه تشکیل آئرانشیم باعث کاهش روند رشد و نهایتاً با توجه به همبستگی بالای شاخص‌های روند رشد با عملکرد دانه منجر به کاهش محصول اقتصادی گیاه برنج می‌شود (1). این پژوهش به منظور بررسی اثرات رژیم‌های مختلف آبیاری بر روند شاخص های رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های برنج هوازی با هدف شناسایی و

عکس‌العمل فیزیولوژیکی سازوکارهای مناسب جهت شناخت و به کارگیری آنها در برنامه های اصلاحی به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف کاهش و بهینه نمودن مصرف آب و افزایش راندمان آبیاری به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده با دو عامل و سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به روش خشکه‌کاری در کرت‌های 3×4 متری با فواصل 20 سانتی متری بین کرت های هر تکرار و یک متری بین تکرارها و تیمارها به مدت دو سال (1393 و 1394) در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایران در منطقه خوزستان واقع در 70 کیلومتری شمال اهواز حدفاصل دو رودخانه کرخه و کارون با عرض جغرافیایی 31 درجه و 50 دقیقه و طول جغرافیایی 48 درجه و 28 دقیقه و ارتفاع 33 متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا گردید.

خاک مزرعه دارای بافت رسی- لومی، pH = 7/5 - 7 ، هدایت الکتریکی 2/5 میلی‌موس بر سانتی‌متر و مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی آن به ترتیب 0/09 درصد، 10-12، 120 و 2/5 قسمت در میلیون بود. چهار رژیم آبیاری شامل تناوب‌های یک روزه یا شاهد (رایج منطقه) (I1) و تناوب‌های سه (I2) پنج (I3) و هفت روزه (I4) به عنوان سطوح عامل اصلی و 12 ژنوتیپ برنج (جدول 1) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

پارامترهای هواشناسی تیز در جدول (2) آورده شده است. بذر خشک هریک از ژنوتیپ‌ها پس از تهیه زمین توسط بذرکار همدانی در ردیف‌های 20 سانتی‌متری برای کشت آماده شد و سپس رژیم‌های آبیاری از اواسط پنجه‌زنی اعمال شد. کرت‌ها تا ارتفاع پنج سانتی‌متر آبیاری شدند و پس از آن آبیاری متوقف گردید. 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 7 ساعت بود، همچنین با توجه به دبی آب که از طریق پمپ تعیین می‌گردید اندازه‌گیری شد.

برای تأمین عناصر غذایی؛ نیتروژن از منبع اوره به میزان 200 و 300 کیلوگرم در هکتار به صورت 25% پایه (20-25 روز پس از سبز شدن) و 75% باقیمانده در سه تقسیط 25% به عنوان سرک‌های اوّل تا سوم به ترتیب در ابتدای شکل‌گیری جوانه اولیه خوشه (40- 35 روز پس از مصرف کود پایه) ابتدای آبستنی (35-30 روز پس از سرک اوّل) و زمان ظهور 50% خوشه استفاده شد. کود فسفره به مقدار 50 کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل، کود پتاسه به میزان 100 و عنصر روی به مقدار 40 کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات به صورت خاک کاربرد مصرف شدند. کنترل علف‌های هرز به صورت تلفیقی شامل وجین و مصرف سم توفوردی به میزان 1/5-2 لیتر در هکتار (40- 35 روز پس از سبز شدن) انجام گردید.

صفات مورد بررسی شامل: سطح برگ پرچم و سایر برگ‌ها که توسط دستگاه (LI-31000, LI-COR, Lincoln, NE) Leaf Area Meter اندازه‌گبری شد ، وزن برگ پرچم و سایر برگ‌ها، طول ساقه، وزن ساقه، میانگین طول و عرض برگ‌ها. به منظور بررسی روند رشد برگها در فواصل 5 روز یک بار از 25 روز پس از رشد به صورت میانگین 30 نمونه جهت بررسی روند تغییرات و نقش این صفات در میزان عملکرد نهایی محصول و تأثیر رژیم‌های متفاوت آبیاری صورت گرفت. با رسیدن 85 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 14 درصد انجام شد.

جدول 1- برخی ویژگی‌ها و شجره ژنوتیپ‌های مورد استفاده در تحقیق (10و11)

	ژنوتیپ	تلاقی	منشاء	تحمل به خشکی
V_1	**VANDANA**	**C 22/KALAKERI**	**هند**	1
V_2	**IR 78908-193-B-3-B**	**VANDANA/IR 65**	**ایری**	1
V_3	**IR 81429-B-31**	**IR 78908-44/IR 78908-86**	ایری	1
V_4	**IR 78875-176-B-1-B**	**PSB RC 9/IR 64**	ایری	3
V_5	**IR 79971-B-202-2-4**	**VANDANA/WAYRAREM**	ایری	5
V_6	**IR 80508-B-194-4-B**	**PSB RC 9/AUS 257**	ایری	7
V_7	**IR 80508-B-194-3-B**	**PSB RC 9/AUS 257**	ایری	5
V_8	**IR 79907-B-493-3-1**	**IR 55419-04/IR 64**	ایری	5
V_9	**IR 81025-B-347-3**	**NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1**	ایری	5
V_{10}	**IR 81025-B-327-3**	**NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1**	ایری	3
V_{11}	**ندا**	**SANG TARAM/AMOL$_3$**	ایری	3
V_{12}	**طارم**	-	ایری	9

جدول 2- میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت ماهیانه (کاشت تا برداشت) طی سال‌های زراعی 1393 و 1394 در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور

ماه	(1993)		(1994)	
	میانگین حداقل (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداقل (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر (درجه سانتی‌گراد)
خرداد	26	44	26/6	46/2
تیر	27/8	46/7	27/8	45/7
مرداد	27/8	46/5	29/1	47/5
شهریور	25/2	44/5	27/4	44/6
مهر	21	38	22/2	39/5
آبان	12/7	29	15/8	27/8
میانگین	23/42	41/45	24/82	41/88

جدول 3- میزان آب مصرفی برای هر تیمار در کرت‌های آزمایشی

تیمار	رژیم آبیاری اول (لیتر)	رژیم آبیاری دوم (لیتر)	رژیم آبیاری سوم (لیتر)	رژیم آبیاری چهارم (لیتر)
در هر آبیاری		600		
در کل دوره رشد	69000	23000	13800	9857

جهت آزمون نرمال بودن داده‌های حاصل از نمونه‌گیری‌های 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 مرکبو همبستگی انجام شد و میانگین داده‌ها به روش آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

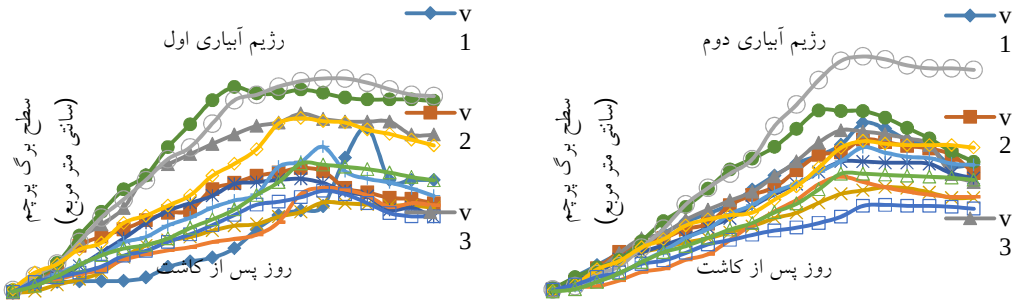
نتایج و بحث

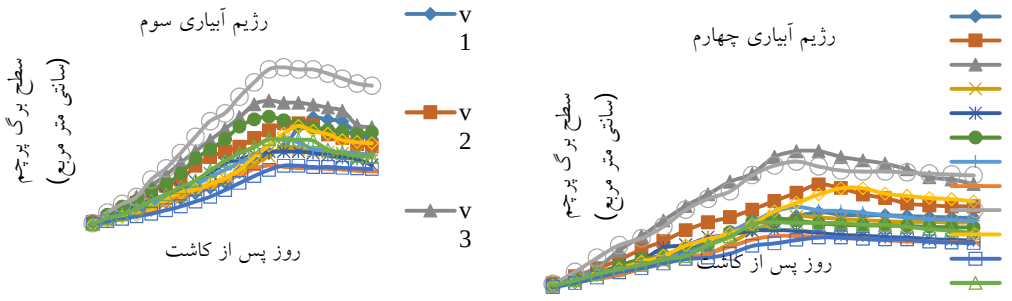
سطح برگ پرچم و سایر برگ‌ها

بررسی نتایج تجزیه مرکب بیانگر این است که در هر دو صفت به غیر از اثر متقابل سال در رژیم‌آبیاری در سایر سطوح و اثرات همزمان دو و سه عامل بین آنها تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول4). مقایسات میانگین نشان داد با کاهش میزان آبیاری سطح برگ نیز کاهش یافت با این تفاوت که سطح برگ پرچم بر خلاف سایر برگ‌ها که در رژیم آبیاری روزانه بیشترین سطح را دارا بودند، بیشترین مقدار را در رژیم آبیاری با تناوب سه روزه به دلیل تأثیر پذیری متفاوت برگ ژنوتیپ‌ها دارا بود (جدول 5 و 6). نتایج اخیر به دلیل کاهش تورژسانس و پدیده پسابیدگی در برگ می‌باشد که نهایتاً از طریق کاهش زاویه سلولهای V شکل یا بالیفورم سبب کاهش سطح برگ شد. دیگر بررسی‌ها (13) نیز نتایج مشابهی مبنی بر کاهش سطح برگ در شرایط کمبود رطوبت بنا به دلایل اخیر مطابقت دارد. همان‌طور که در اشکال 1 و 2 مشاهده می‌شود در همه ژنوتیپ‌ها بیش‌ترین سطح برگ مربوط به رژیم آبیاری اول بود ولی در برگ پرچم ژنوتیپ IR 81025-B-347-3 و در سایر برگ‌ها ژنوتیپ IR 80508-B-194-3-B به عنوان ژنوتیپ‌های غالب خود را نشان دادند. اما با گذشت زمان در هر چهار رژیم آبیاری سطح برگ کاهش یافت و بیشترین میزان کاهش نیز در رژیم آبیاری غرقاب مشاهده شد. از نتایج اخیر می‌توان چنین نتیجه گرفت که سرعت توسعه برگ و افزایش مقدار سطح برگ تا قبل از ظهور خوشه در رژیم‌آبیاری اول در تمامی ژنوتیپ‌ها به دلیل بهینه بودن شرایط مرتبط بیشتر از دیگر رژیم‌های آبیاری بوده و در رژیم‌های آبیاری دیگر این کاهش با شیب ملایم‌تری کاهش پیدا کرد یا ثابت ماند. به نظر می‌رسد این کاهش شدید سطح برگ در رژیم آبیاری اول به دلیل رسیدن به حداکثر تورژسانس با توجه به غرقاب دائم بودن و درنتیجه بنا به دلایل مختلفی از جمله ریزش برگ‌ها و پژمردگی آنها بر اثر خفگی ناشی از تنش آبیاری زیاد با توجه به هوازی بودن این ژنوتیپ¬ها به خصوص در دوره رشد زایشی و پتانسیل برگشت پذیری بیشتر نسبت به دیگر رژیم¬های آبیاری که رشد کمتری در دوره کوتاه‌تری داشتند، باشد. در بین ژنوتیپ‌ها گذشته از پتانسیل بالقوه ژنتیکی گیاه با افزایش فواصل زمانی آبیاری از میزان ژنوتیپ¬های با مقاومت کم کاسته ولی در ژنوتیپ‌های با مقاومت بیشتر این کاهش بسیار کمتر بود. با توجه به اینکه رژیم آبیاری اول با داشتن بیشترین شاخص سطح

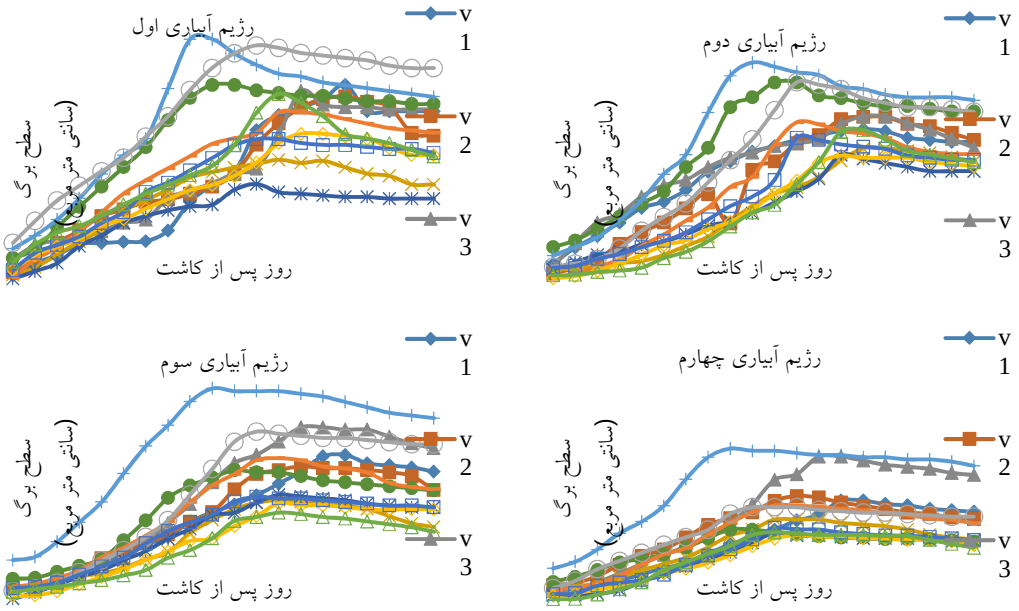
برگ عملکرد به مراتب کمتری نسبت به رژیم‌های آبیاری دوم و سوم دارا بود می‌توان مطابق دیگر اظهارات (10) چنین نتیجه گرفت که سطح برگ بالا شرط لازم برای تولید بیشتر می‌باشد ولی کافی نیست و این موضوع را می‌توان با توجه به نتایج نهایی ژنوتیپ‌ها نیز توجیه نمود چون عملکرد دانه متأثر از خصوصیات دیگری هم‌چون سرعت فتوسنتز خالص، سرعت رشد محصول و از همه مهم‌تر شاخص برداشت می‌باشد به طوری که گاهی اوقات سطح برگ بسیار زیاد، به احتمال زیاد موجب کاهش سرعت فتوسنتز خالص و رشد محصول شده و بر ضریب برداشت اثر سوء خواهد گذاشت (4و20). از طرفی رژیم آبیاری دوم که سطح برگ حداکثری کمتری داشت، از تولید بیشتری برخوردار بود. لذا در شرایط گرم مانند خوزستان داشتن سطح برگ کمتر از طریق برگ‌های کوچکتر اما با آرایش عمودی می‌توان با کاهش نور دریافتی در واحد سطح برگ و جلوگیری از گرم شدن زیاد برگ و تعرق بیش از حد، ضمن حفظ پتانسیل آب برگ مانع از تخریب کلروفیل و پدیده فلورسانس برگ شده که وقوع چنین پدیده‌ای به نوبه خود باعث ادامه فتوسنتز برگ در مدت زمان طولانی‌تری از روز خواهد شد. اگر چه نتایج حاظر با دیگر بررسی (20) پیرامون اظهارات اخیر مغاییرت دارد ولی با بررسی دیگر (10) مبنی بر کاهش بیشتر سطح برگ در شرایط رسیدن به حداکثر پتانسیل رشد بر اثر پیری و افتادگی و کاهش زاویه سلول‌های بالیفورم و همچنین نقش منفی سطح برگ بیشتر به دلیل دریافت تشعشع و در نتیجه تعرق بیش از حد و نهایتاً تخریب کلروفیل و افزایش فلورسانس که مانع ادامه فتوسنتز و و مواد تولیدی فتوسنتز در شرایط منطقه‌ای خوزستان می‌شود کاملاً مطابقت دارد.

جدول ضرایب همبستگی نشان داد سطح برگ پرچم همبستگی منفی و معنی‌دار (**0/175-) و سطح سایر برگ‌ها همبستگی مثبت و معنی داری (**0/347) با عملکرد دانه داشتند که می‌تواند به دلیل نقش منفی سطح بالای برگ پرچم به لحاظ سایه اندازی بر روی دیگر برگ‌ها و کاهش راندمان فتوسنتزی و در نتیجه تأمین آسیمیلات برای بخش مخزن اصلی یعنی دانه باشد. این نتایج با دیگر بررسی (10) در مورد تأثیر بیشتر راندمان فتوسنتزی طی فرایندهای اصلاحی به منظور تولید ژنوتیپ‌هایی با برگ‌های پرچم با سطح کوچک و زاویه کمتر که دارای دوام بالاتری هم هستند به لحاظ بالا بردن برخورد نور خورشید به سایر برگ‌ها در مدت زمان بیشتر مطابقت و همخوانی دارد (جدول 7).





شکل1- روند تغییرات سطح برگ پرچم ژنوتیپ‌های برنج در رژیم‌های مختلف آبیاری



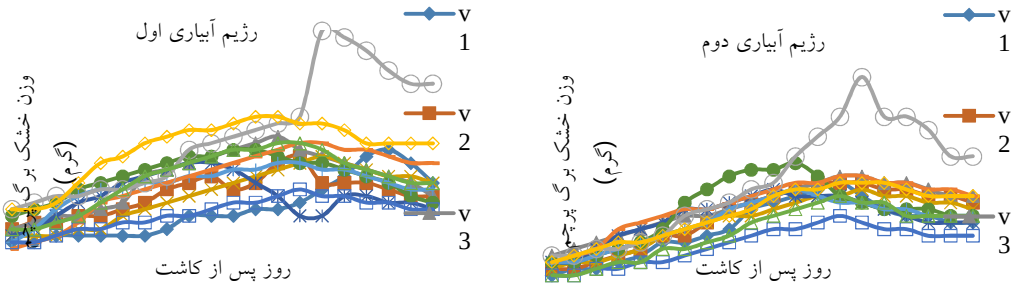
شکل2- روند تغییرات سطح سایر برگ‌های ژنوتیپ‌های برنج در رژیم‌های مختلف آبیاری

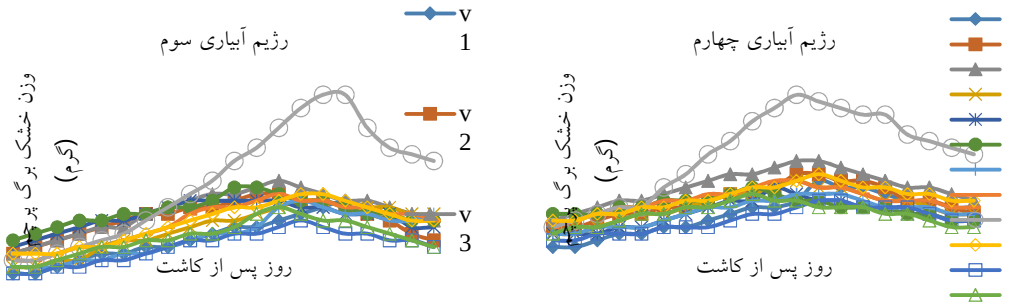
وزن برگ پرچم و سایر برگ‌ها

با توجه به نتایج تجزیه مرکب بین کلیه سطوح اصلی و اثرات متقابل دو و سه عامل بین آنها اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول 4). با توجه به مقایسات میانگین‌ها با کاهش دور آبیاری میانگین وزن خشک برگ‌ها نیز کاهش یافت که می‌تواند در نتیجه انرژی بیش‌تر برای افزایش برگ به جهت افزایش کارایی و بازده استفاده از نور به منظور تأمین مواد فتوسنتزی با توجه به بهینه بودن شرایط رطوبتی پیرامون گیاه در رژیم‌های با فواصل آبیاری کم باشد بنابراین همین امر سبب تأثیر مثبت در افزایش عملکرد دانه در این رژیم‌های آبیاری گردیده است (10). در وزن برگ نیز تفاوت‌های موجود در سطح برگ مشهود است به گونه‌ایی که بیشترین سطح برگ پرچم در رژیم آبیاری با تناوب سه روزه که بیشترین عملکرد را هم دارا بود مشاهده شد، در حالی که بیشترین وزن سایر برگ‌ها در رژیم آبیاری غرقاب به نظر می‌آید برگ پرچم بهتر توانسته خود را با شرایط محیط ایده‌آل به لحاظ افزایش سطح جذب نور خورشید و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر مطابقت دهد. در بین ژنوتیپ‌ها

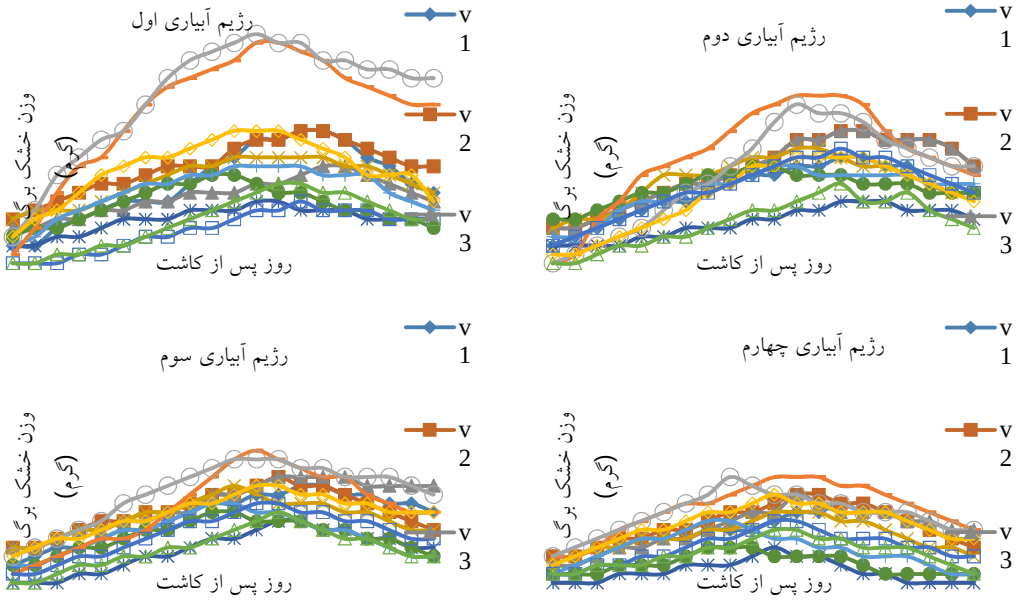
نیز تغییرات عمدتاً بنا به دلایل وابسته به ژنوتیپ بود به گونه‌ایی که ژنوتیپ IR 81025-B-347-3 در رژیم آبیاری غرقابی در هر دو صفت مزبور دارای بیشترین مقدار بود (جدول 5 و 6). نتایج به دست آمده با دیگر بررسی‌ها (5و 12) در خصوص وابسته به ژنتیک بودن تغییرات ژنوتیپ‌ها و کاهش وزن برگ در شرایط کمبود آبیاری به دلیل کاهش تسهیل بوسیله آب در تخصیص مواد غذایی مورد نیاز برای رشد مطابقت دارد. مشاهدات حاصل از روند تغییرات وزن خشک برگ نشان داد در هر دو صفت وزن خشک برگ پرچم و سایر برگ‌ها در بیست روز اول پس از آغاز ظهور خوشه در بیشترین حد خود بودند و پس از آن مقدار آن با شیب بسیار ملایمتری همراه بود. در بین رژیم‌های مختلف آبیاری نیز رژیم آبیاری اول بیشترین شیب تغییرات را داشته است که می‌تواند به دلیل رسیدن به حداکثر سطح برگ با توجه به توضیحات گذشته باشد که در نتیجه سبب افزایش وزن آن شده است و این در حالی است که در رژیم آبیاری‌های با فواصل دور آبیاری بیشتر وزن برگ با سرعت بیش‌تری جهت اتمام سیکل رویشی البته تا حداکثر وزن کمتری نسبت به فواصل آبیاری کمتر افزایش پیدا کرده و در مدت زمان کوتاه‌تری به حداکثر وزن خود رسیده که پس از آن ملایم و ثابت شده و نتیجه مزبور به جهت فرار از تنش خشکی به عنوان یک سازوکار مقاومتی است و این سازوکار مقاومتی در ژنوتیپ‌های حساس نمود بیش‌تری پیدا کرده است و بسیار زودتر نسبت به دیگر ژنوتیپ‌های با مقامت بالاتر به لحاظ پایداری بالاتر و بیشتر به حداکثر وزن خود رسیدند. از آنجایی که ژنوتیپ‌های هوازی به ویژه از نوع ژنوتیپ‌های با مقاومت بالا ساختارشان به گونه‌ای است که با شرایط کم آبی موجود سازگاری بیشتر نسبت به ارقام با مقاومت کمتر یابند و کمترین تأثیر منفی را داشته باشند. نتایج به دست آمده با بررسی‌های سایرین (5 و 12) در مورد کاهش وزن خشک برگ‌ها به دلیل اختلال رشد در شرایط کم آبی در مرحله زایشی و عدم انتقال و تخصیص کربوهیدارت‌ها و قندها جهت افزایش وزن برگ‌ها مطابقت ولی با دیگر محقق (1) مبنی بر تأثیر منفی آبیاری با فواصل کم به دلیل هزینه تشکیل سایر مکانیسم‌های مقاومتی مثل آئرانشیم به جای وزن برگ سبب کاهش این صفت می‌شود مغاییرت دارد (شکل 3 و 4).

با مشاهده جدول 7 این نتیجه بدست می‌آید که هر دو صفت دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با عملکرد دانه دارا بودند ولی بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با وزن خشک برگ پرچم (0/486**)دارا بود.نتیجه به دست آمده با دیگر پژوهش (10) مبنی بر نقش بیشتر برگ پرچم در تأمین مواد فتوسنتزی مخزن اصلی دانه مانند آنچه که نتایج نشان داد مطابقت دارد (جدول 7).





شکل3- روند تغییرات وزن خشک برگ پرچم ژنوتیپ‌های برنج در رژیم‌های مختلف آبیاری



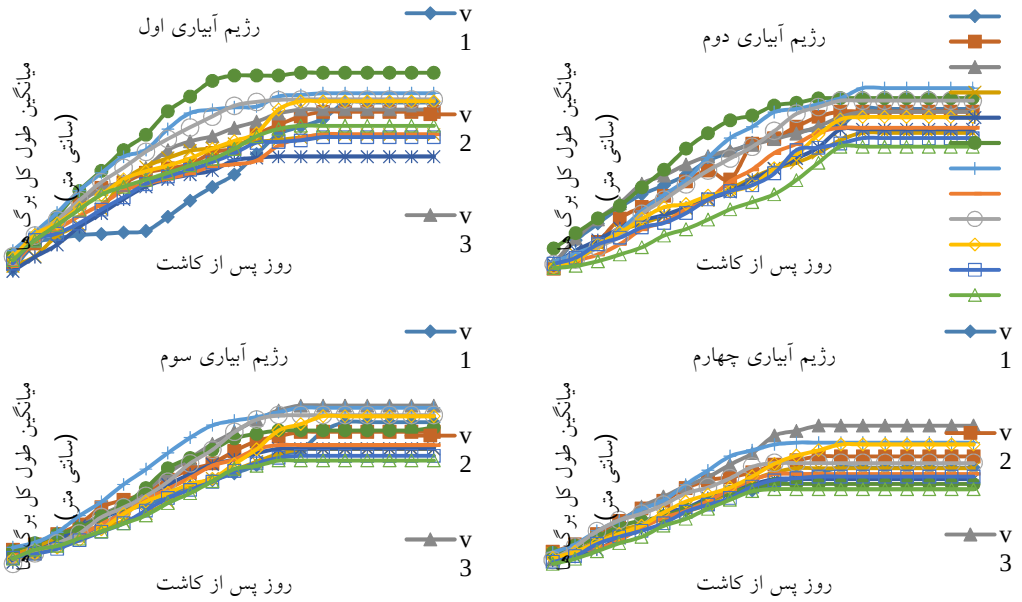
شکل4- روند تغییرات وزن خشک برگ ارقام برنج در رژیم‌های مختلف آبیاری

طول و عرض کل برگ‌ها

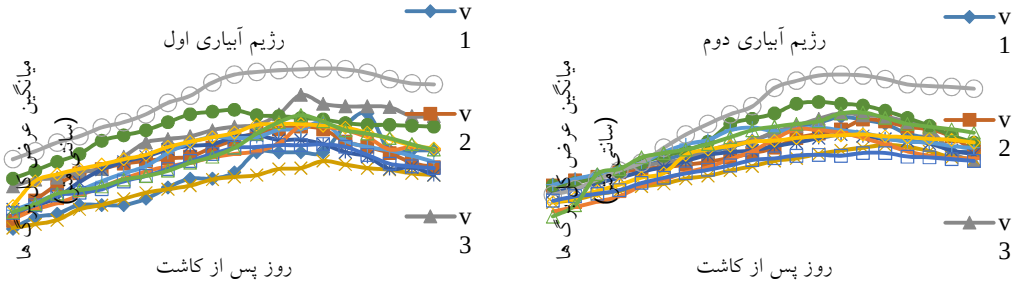
با مشاهده نتایج تجزیه مرکب تمام اثرات اصلی و ا همچنین اثرات هم‌زمان دو و سه عامل بین آنها تفاوت معنی‌دار وجود داشت که این تفاوت در اثر متقابل سال در رژیم آبیار در سطح احتمال پنج درصد و در سایر سطوح در سطح احتمال یک درصد بود (جدول 4). مقایسه میانگین‌های طولی و عرضی برگ‌ها نشان داد رژیم آبیاری غرقاب بیشترین طول با متوسط 33/137 سانتی‌متر و رژیم آبیاری با تناوب سه روزه بشترین عرض با متوسط 0/837 سانتی‌متر را دارا بودند (جدول 5). با توجه به اختلاف حدودی 0/52 سانتیمتری بین دو رژیم آبیاری اول و دوم به نظر می‌آید رژیم آبیاری دوم به دلیل افزایش سطح پهنای برگ در نتیجه افزایش سطح جذب نور جهت فرایند فتوسنتزی در قبال کاهش طولی که می‌تواند با ایجاد سایه اندازی برای برگ‌های زیرین نقش منفی نیز بازی کند مناسبتر باشد. این نتایج بیانگر آن است که رژیم آبیاری دوم مطلوبترین شرایط را برای رشد طولی و عرضی برگ پرچم فراهم نموده است. افزایش طول و عرض برگ پرچم تا یک حد مطلوبی اگر چه باعث افزایش ماده خشک کل و کاهش شاخص برداشت شده ولی باعث افزایش عملکرد نیز می‌شود به نحوی که ژنوتیپ IR 80508-B-194-4-B در رژیم آبیاری اول با متوسط 41/121 سانتی‌متر از بیشترین طول و ژنوتیپ IR 81025-B-347-3 در سه رژیم آبیاری اول به ترتیب با متوسط 1/185، 1/160 و 1/106 سانتی‌متر از بیشترین عرض

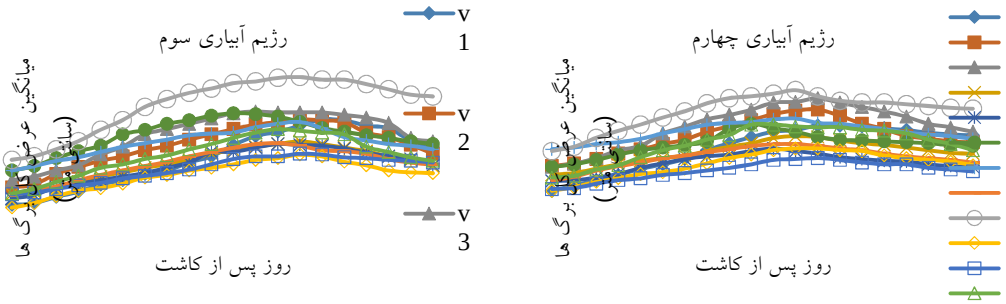
برخوردار بودند (همانگونه که هر دو صفت مزبور همبستگی مثبت و معنی‌داری با محصول دانه دارا بودند) دارای عملکرد بالایی نیز بودند (جدول 5 و 6). نتایج به دست آمده با بررسی دیگر (4 و 20) در مورد تأثیر منفی ابیاری غرقابی و مثبت آبیاری کم مانند آنچه در رژیم آبیاری با تناوب سه روزه رخ داد مطابقت دارد.

با مشاهده روند رشد طولی و عرضی برگ‌ها این نتیجه بدست می‌آید که تغییرات طول برگ‌ها با توجه به رژیم‌های مختلف آبیاری بسیار شدیدتر از عرض برگ‌ها بود و این خود حاکی از این است که عرض برگ کمتر تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری قرار می‌گیرد و بیشتر تحت تأثیر عوامل وابسته به ژنتیک می‌باشد. در کل شیب منحنی با افزایش فواصل آبیاری بیشتر و در عین حال سیکل رویشی در هر دو صفت زودتر به پایان رسید که درواقع یک نوع مکانیسم مقاومتی جهت فرار از تنش کم آبی می‌باشد. ژنوتیپ‌های با مقاومت بیشتر با افزایش فواصل آبیاری پایداری و ثبات بیشتری به دلیل سازگاری‌های ژنتیکی درونی دارا بودند. این نتایج با دیگر بررسی‌ها (13) در خصوص کاهش طول و عرض برگ‌ها با کاهش آبیاری مطابقت دارد (شکل 5 و 6).



شکل5- روند تغییرات میانگین طول کل برگ‌های ژنوتیپ‌های برنج در رژیم‌های مختلف آبیاری





شکل6- روند تغییرات میانگین عرض کل برگ‌های ژنوتیپ‌های برنج در رژیم‌های مختلف آبیاری

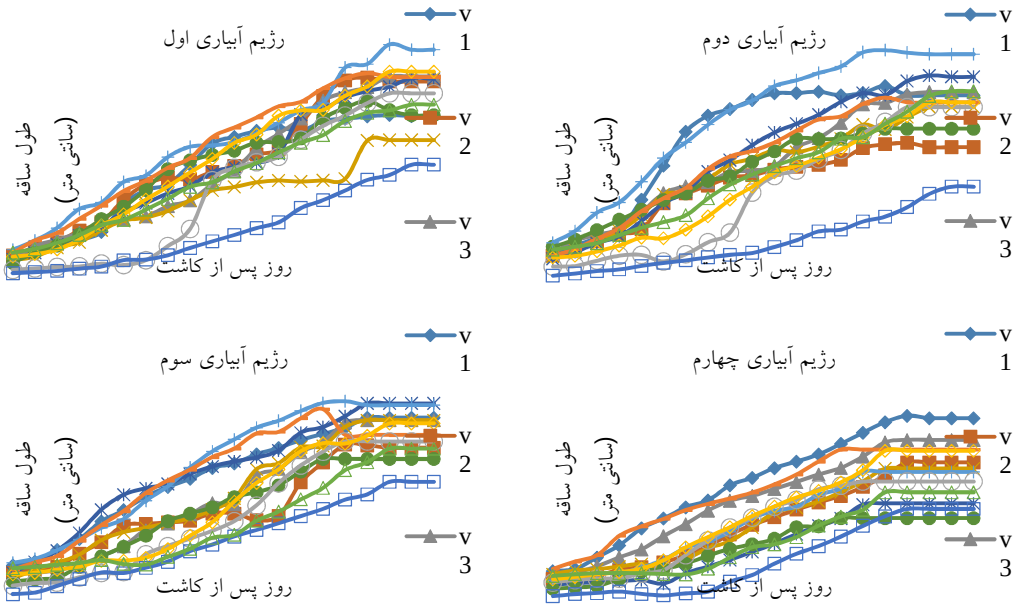
طول ساقه

مشاهدات حاصل از نتایج تجزیه مرکب نشان داد در تمام سطوح و اثر متقابل دوعامل بین رژیم آبیاری و ژنوتیپ تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد ولی در بین سطوح هم‌زمان دو و سه عامل که به همراه سال می‌باشند تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری وجود ندارد (جدول 4). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در بین رژیم‌های مختلف آبیاری با کاهش میزان آبیاری از دور آبیاری اول تا چهارم روند کاهشی داشت که می‌تواند نوعی مکانیسم خودتنظیمی گیاه جهت فرار از تنش خشکی و به پایان رساندن سیکل رشدی خود باشد و در صورتی که این کاهش سبب افزایش تخصیص آب و سایر مواد غذایی به مخزن اصلی قسمت زایشی به جایی قسمت رویشی گیاه شود می‌توان از آن به عنوان یک تغییر مثبت در گیاه نام برد (جدول 5). اثر متقابل دو عامل نشان داد ژنوتیپ IR 80508-B-194-3-B در رژیم آبیاری روزانه و با تناوب سه روزه بدون تفاوت معنی‌دار با توجه به اظهارات گذشته دارای بیشترین طول ساقه بود (جدول 6). این نتایج نشان داد که با توجه به اینکه رژیم آبیاری با تناوب سه روزه می‌توان از آب با راندمان بیشتری استفاده نمود که در نهایت منتج به عملکرد بالاتری نیز شده است می‌توان از آن به عنوان مناسبترین رژیم آبیاری نام برد. این نتایج با سایر بررسی‌ها (19 و 22) که اظهار داشتن ژنوتیپ‌های برنج هوازی در شرایط کمبود آب با کاهش طول ساقه می‌توانند مواد قندی و کربوهیدارت بیشتری در اختیار مخزن اصلی و اقتصادی قرار دهند کاملاً همخوانی دارد.

روند رشد طول ساقه نشان داد سرعت رشد در رژیم آبیاری با تناوب هفت روز بسیار بیشتر از بقیه بود که این واکنش گیاه به شکلی می‌تواند نوعی فرار و مقاومت به کم آبی با افزایش سرعت اتمام سیکل رویشی خود باشد (19 و 22). این کاهش دوره رشد منجر به کاهش ذخیره مواد غذایی در گیاه و نهایتاً کاهش انتقال این مواد به مخزن اصلی از طریق انتقال مجدد که در شرایط بحرانی مرحله زایشی جهت پر شدن دانه‌ها به آن نیازمند است می‌شود ولی در عین حال انتقال مستقیم مواد به مخزن دانه تسریع می‌شود. در بین ژنوتیپ‌ها تفاوت‌های موجود صرف نظر از اثر میزان رژیم آبیاری و متعاقباً خشکی پیرامون گیاه، بیشتر مربوط به اختلافات ژنتیکی است (5 و 12). ژنوتیپ‌های با مقاومت کم‌تر به کم آبی در رژیم‌های آبیاری روزانه و با تناوب سه روزه بیشترین دوره رشد و طول ساقه را دارا بودند و در رژیم‌های آبیاری با تناوب پنج و هفت روزه جای خود را به رژیم‌های با مقاومت بیشتر به لحاظ سازگاری بیشتری که با شرایط کم آبی دارا بودند دارند. نتایج اخیر نشان می‌دهد که که کاهش

دوره رشد و طول ساقه در این ژنوتیپ‌ها نوعی مکانیسم فرار از خشکی می‌باشد که منجر به کاهش تنفس نیز می‌شود، می‌باشد. نهایتاً کاهش عملکرد ژنوتیپ‌ها با مقاومت کم در رژیمهای آبیاری با تناوب چند روزه را می‌توان به دلیل کاهش رشد طولی ساقه که منجر به کاهش سهم این اندام که اصلی‌ترین و بارزترین نقش را در انتقال مجدد دارا می‌باشد به تخصیص و تأمین مواد غذایی دانه شود، دانست. این نتایج با دیگر بررسی‌ها (13) مبنی بر نقش محدود کننده رطوبت در افزایش روند رشد ساقه به ویژه در ژنوتیپ‌های با مقاومت کم‌تر کاملاً همخوانی داشت. بیشترین میزان تغییرات نیز بین 55 تا 85 روز پس از کاشت بود که قبل از دوره به دلیل گیاهچه‌ای بودن گیاه و پس از آن به دلیل شروع پر شدن دانه شیب ملایم‌تر گردید. دیگران نیز طی بررسی‌های خود اوج تغییرات این صفت را تا قبل از شروع پر شدن دانه نتیجه گرفتند(10) (شکل 7).

با توجه به ضرایب همبستگی (جدول7) صفات بعد از وزن برگ پرچم بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار (0/447**) را طول ساقه با عملکرد دانه دارا بود که نشان دهنده نقش بارز آن به لحاظ سازگار نمودن بیشتر گیاه با شرایط مختلف پیرامون و به‌خصوص به جهت تأمین مواد غذایی مخزن اصلی از راه انتقال مجدد در شرایط مواجه با شرایط تنش‌زا می‌باشد که در این خصوص با دیگر بررسی‌ها (19 و 22) در یک راستا قرار داشت (جدول 7).



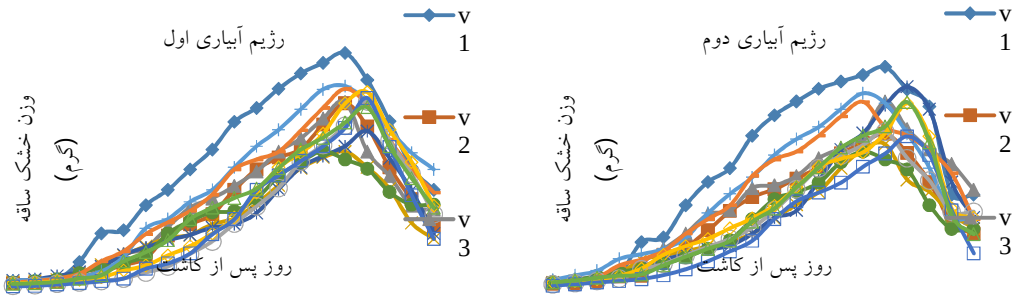
شکل7- روند تغییرات طول ساقه ژنوتیپ‌های برنج در رژیم‌های مختلف آبیاری

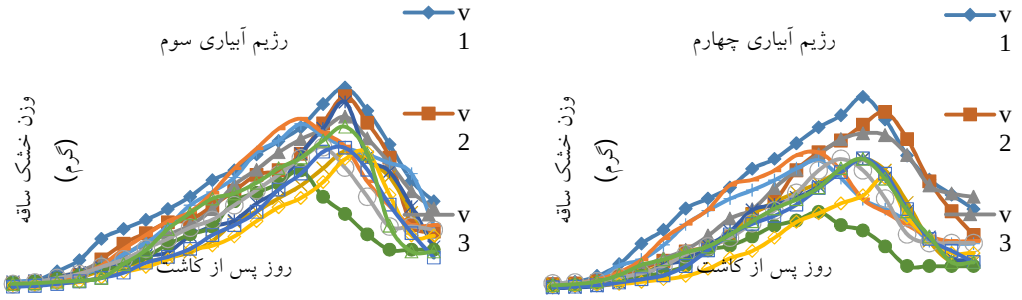
وزن ساقه

نتایج تجزیه مرکب نشان داد به غیر از اثر هم‌زمان سال در رژیم آبیاری و سال در ژنوتیپ که معنی دار نشدند در بین سایر سطوح اصلی و اثر متقابا دو و سه عامل بین آنها تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت

(جدول 3). مقایسات میانگین اثرات ساده نشان داد با کاهش میزان آبیاری وزن ساقه نیز به دلیل کاهش دسترسی به مواد غذایی که بر اثر رطوبت در دسترس گیاه قرار می‌گیرند نیز کاهش یافت. در بین ژنوتیپ‌ها نیز در بین اثرات ساده ژنوتیپ VANDANA با متوسط 1/424 گرم بیشترن وزن را دارا بود ولی با بررسی دقیقتر در بین اثرات متقابل دوعامل متوجه می‌شویم که ژنوتیپ IR 80508-B-194-3-B در رژیم آبیاری غرقاب با متوسط 1/863گرم بیشترین وزن ساقه را به خود اختصاص داده بود (جدول 5 و 6). سازگاری ژنتیکی مطلوبتر با شرایط پیرامون گیاه را می‌تواند از عمده‌ترین دلایل نتایج بدست آمده دانست که در این مورد دیگر پژوهشگران (5 و 10) نیز تنوع ژنتیکی را عمده‌ترین عامل اختلافت میان صفات عنوان نمودند. با مشاهده روند رشد رویشی وزن ساقه کاهش نقطه اوج با کاهش میزان آبیاری کاملاً مشهود است. همچنین مشاهده می‌شود که ژنوتیپ VANDANA در تمام مراحل رشدی و رژیم‌های آبیاری برتری غالب خود را حفظ کرده که گذشته از دلایل وابسته به ژنتیکی، سازگاری بهتر با شرایط مختلف را می‌توان از دلایل این برتری دانست که همین امر دلیل افزایش کلی وزن ساقهآن می‌باشد. نقطه اوج با کاهش میزان آبیاری در زمان کمتری به حداکثر خود رسید که این خود به دلیل کاهش فرصت برای تجمع کربوهیدارت کل سبب کاهش در مقدار کلی وزن ساقه شد. همچنین با کاهش میزان آبیاری مشاهده می‌شود که مقدار کاهش وزن پس از رسیدن به نقطه اوج نیز بیشتر است که درواقع بیانگر آن است که با کاهش میزان آبیاری و متعاقب آن افزایش تنش خشکی نقش ساقه در تأمین مواد قندی و کربوهیدارها از طریق انتقال مجدد افزایش می‌یابد تا جایگزین تأمین مواد غذایی که به دلیل دسترسی کمتر به لحاظ کاهش رطوبت پیرامون ریزوسفر می‌باشد تأمین نمایید. نتایج به دست آمده با بررسی‌های گذشته (5 و 10) در مورد کاهش وزن خشک ساقه به دلیل اختلال رشد در شرایط کم آبی و عدم انتقال و تخصیص کربوهیدارت‌ها و قندها جهت افزایش وزن ساقه به دلیل کاهش حلالیت مواد غذایی پیرامون ریشه بر اثر کاهش رطوبت مطابقت دارد (شکل 8).

وزن ساقه نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری (0/358**) را با عملکرد دانه برنج نشان دادو با توجه به نقش اساسی در تأمین مواد غذایی دانه از طریق انتقال مجدد این نتیجه دور از انتظار نبود. دیگر محققین (19 و 22) نیز نتایج اخیر را در مورد نقش ساقه در تأمین مواد غذایی مخزن اصلی از طریق انتقال مجدد تأیید کردند (جدول 7).





شکل8- روند تغییرات وزن خشک ساقه ژنوتیپ‌های برنج در رژیم‌های مختلف آبیاری

عملکرد دانه

با توجه به نتایج تجزیه مرکب بین سال، رژیم‌های آبیاری، اثر متقابل آنها، همچنین بین ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ در رژیم‌های آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اما بین اثر متقابل ژنوتیپ در سال و اثر هم زمان سه فاکتور اختلافی از لحاظ آماری مشاهده نشد و این خود نشان دهنده این است که عملکرد دانه متأثر از خصوصیات ژنوتیپ، رژیمهای مختلف آبیاری و برآیند همگرایی مثبت آنها می‌باشد (جدول 5). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار رژیم آبیاری دوم با دور سه روز با متوسط 5094/31 کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمارهای رژیم آبیاری غرقاب (احتمالاً به دلیل عدم سازگاری و حدر روی انرژی مقاومت مانند انرژی که صرف ایجاد آئرانشیم و از این دست می‌کند)، همچنین دورهای آبیاری 5 و 7 روزه (می‌تواند به دلیل عدم تسهیل در دسترسی به مواد غذایی و تجمع اسیمیلات‌ها در قاعده گیاه باشد) به ترتیب 19/50، 10/72 و 34/21 درصد معادل 993/52، 546/05 و 1742/79 کیلوگرم در هکتار افزایش تولید داشته است (5 و10). نتایج اخیر با توجه به اظهارات دیگران (17 و 22) نشان دهنده این است که رژیم آبیاری دوم و در شرایط فقدان آب، تناوب آبیاری 5 روزه جهت بالا بردن راندمان آبیاری و کاهش آلاینده‌های محیطی مثل متان می‌تواند مناسب باشد ضمن اینکه غرقاب دائم نیز علاوه بر سازگار نبودن با اغلب ژنوتیپ‌های مورد بررسی باعث شستشو مواد غذایی و خارج از دسترس شدن این مواد از اطراف گیاه می‌شود) 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 آسیمیلات و کوتاه شدن دوره پرشدن و رشد دانه می‌باشد یکی از دلایل دستیابی به نتیجه‌گیری مزبور باشد (جدول 4). در بین ژنوتیپ‌های برنج، ژنوتیپ IR 81025-B-327-3 بر سایرین برتری داشت که بیشترین مقدار آن مربوط به رژیم آبیاری دوم با متوسط 6555/10 کیلوگرم در هکتار بود. فرار از تنش آبی با کاهش ارتفاع گیاه به خصوص در دوره رسیدگی از دامنه 10-20 سانتی‌متر و در نتیجه تخصیص کربوهیدارت بیشتر به مخزن اصلی از دلایل سازگاری و برتری این ژنوتیپ بود. اثر متقابل دو عامل نشان داد که مطابق بررسی‌های سایرین (19 و 22) واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به رژیم‌های مختلف آبیاری با توجه به آستانه تحمل آنها در نتیجه صفات وابسته به ژنوتیپ متفاوت بود. به گونه‌ایی 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 (گنجایش دانه×تعداد دانه) دانه دارای کمترین عملکرد بودند (جدول 6). این نتایج با دیگر بررسی‌ها (5 و 10 و 15) 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 کربوهیدارتها و قندها به دانه و همچنین دیگر بررسی (7) مبنی بر کاهش عملکرد در شرایط غرقاب دائم مطابق آنچه گفته شد مطابقت ولی با بررسی دیگر (1) که

اظهار نمودند افزایش آب در دسترس ریشه در شرایط آبیاری غرقابی باعث افزایش عملکرد برنج می‌شود مغایرت دارد.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج نشان داد که کاهش چرخه دوره رشد رویشی به دلیل کاهش زمان لازم برای جذب مواد غذایی بود، منتج به کاهش در مقدار و میزان صفات مزبور گردیده است؛ به عنوان سازوکار بقاء برای فرار از تنش خشکی می‌باشد. در بین ژنوتیپ‌ها نیز ژنوتیپ‌های بومی روند رشد خود را در شرایط کاهش دور آبیاری بهتر حفظ کردند و شاهد کمترین تغییر مثبت در دو هفته آخر رژیم آبیاری مزبور بودیم.

جدول 4- نتایج تجزیه مرکب مربوط به صفات رویشی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		سطح برگ پرچم	سطح برگ	وزن برگ پرچم	وزن برگ	میانگین طول کل برگ‌ها	میانگین عرض کل برگ‌ها	طول ساقه	وزن ساقه	عملکرد دانه
سال	1	2211/312**	901/644**	0/0280**	0/0491**	1443/891**	0/629**	266/224**	0/254**	13560464/565**
تکرار(سال)خطای(a)	4	30/174	17/513	0/0017	0/0002	15/525	0/016	74/026	0/012	989008/720
رژیم آبیاری	3	1469/582**	836/198**	0/0433**	0/0416**	1727/905**	0/219**	3783/809**	3/364**	39098649/286**
رژیم آبیاری x سال	3	2/462ns	1/517ns	0/0004**	0/0004**	18/186**	0/003*	18/992ns	0/001ns	2585374/714**
خطای مرکب(b)	12	3/277	1/300	0/0001	0/0001	1/115	0/001	13/696	0/001	753853/818
ژنوتیپ	11	761/227**	235/073**	0/0288**	0/0181**	249/175**	0/290**	1300/777**	1/52**	9638043/784**
ژنوتیپ x سال	11	29/060**	10/289**	0/0003**	0/0004**	8/003**	0/007**	5/957ns	0/002ns	597461/724ns
ژنوتیپx رژیم آبیاری	33	65/662**	20/590**	0/0019**	0/0032**	29/308**	0/022**	236/575**	0/191**	3136384/190**
ژنوتیپ x رژیم آبیاریxسال	33	17/770**	10/852**	0/0001**	0/0003**	10/350**	0/006**	5/362ns	0/003**	199931/307ns
خطای مرکب(c)	176	3/586	1/203	0/0001	0/0001	1/412	0/001	15/882	0/001	432662/206
ضریب تغییرات(%)	-	9/624	7/306	8/4908	10/0641	4/066	3/658	7/519	4/041	15/39

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد .

جدول 5- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به صفات رویشی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج

تیمارها	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	وزن برگ پرچم (گرم)	وزن برگ (گرم)	میانگین طول کل برگ‌ها (سانتی‌متر)	میانگین عرض کل برگ‌ها (سانتی‌متر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	وزن ساقه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
رژیم آبیاری اول	22/571 b	18/168 a	0/127 b	0/118 a	33/137 a	0/825 b	59/174 a	1/233 a	4100/79c
رژیم آبیاری دوم	23/473 a	16/960 b	0/133 a	0/112 b	32/621 b	0/837 a	56/088 b	1/086 b	5094/31a
رژیم آبیاری سوم	19/158 c	14/469 c	0/109 c	0/093 c	28/607 c	0/790 c	54/160 c	0/898 c	4548/26b
رژیم آبیاری چهارم	13/498 d	10/453 d	0/078 d	0/064 d	22/533 d	0/714 d	42/576 d	0/739 d	3351/51d
ژنوتیپ									
V1	19/904 c	16/379 d	0/105 e	0/103 d	30/555 d	0/805 c	57/879 bc	1/424 a	3541/29de
V2	18/530 d	15/050 e	0/098 f	0/110 c	30/019 d	0/761 e	50/850 d	0/928 g	4303/04b
V3	23/528 b	17/992 c	0/112 d	0/113 c	32/829 b	0/853 b	59/202 b	1/386 b	5025/67a
V4	15/868 e	11/450 h	0/110 de	0/093 e	26/604 e	0/707 g	51/073 d	0/753 j	4091/79bc
V5	15/037 ef	11/351 h	0/088 h	0/065 gh	25/225 f	0/694 g	56/704 c	0/809 i	3806/83cd
V6	23/643 b	16/045 d	0/095 fg	0/070 g	31/416 c	0/840 b	44/680 e	0/840 h	3528/29de
V7	18/152 d	20/712 a	0/105 e	0/078 f	33/738 a	0/785 d	62/809 a	1/188 c	4030/50bc
V8	14/190 g	14/614 e	0/123 c	0/136 b	26/760 e	0/733 f	56/573 c	1/111 d	4843/87a
V9	33/532 a	19/166 b	0/210 a	0/150 a	31/629 c	0/097 a	52/024 d	1/031 e	4899/18a
V10	22/931 b	12/519 fg	0/133 b	0/098 de	31/601 c	0/740 f	57/718 bc	0/980 f	5085/33a
V11	13/245 g	12/914 f	0/075 i	0/083 f	25/496 f	0/693 g	35/496 f	0/603 k	3362/21e
V12	17/543 d	11/960 gh	0/090 gh	0/063 h	24/824 f	0/791 cd	50/986 d	0/816 i	4766/62a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5% تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول 6-مقایسه میانگین برهمکنش دو ساله مربوط به صفات رویشی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج در تیمارهای آزمایشی

تیمار		سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	وزن برگ پرچم (گرم)	وزن برگ (گرم)	میانگین طول کل برگ‌ها (سانتی‌متر)
رژیم آبیاری	ژنوتیپ					
رژیم آبیاری اول	V1	21/241 g-l	20/739 b-e	0/120 f-h	0/110 d-f	35/500 b-f
	V2	16/884 j-q	17/845 d-j	0/100 h-j	0/142 c	33/680 c-i
	V3	29/990 cd	20/985 b-d	0/100 h-j	0/100 e-g	34/155 b-g
	V4	16/204 k-r	12/447 l-q	0/120 f-h	0/110 d-f	29/405 j-q
	V5	14/297 m-s	10/843 p-t	0/080 j-l	0/080 g-i	25/283 q-t
	V6	35/994 b	21/447 bc	0/090 i-k	0/070 hi	41/121 a
	V7	18/591 h-o	22/423 b	0/110 g-i	0/090 f-h	37/235 bc
	V8	16/670 j-q	18/222 c-i	0/150 de	0/210 b	29/480 i-p
	V9	37/175 b	25/617 a	0/270 a	0/240 a	36/050 b-d
	V10	27/745 de	15/773 g-m	0/180 c	0/100 e-g	35/700 b-f
	V11	14/586 m-s	15/963 g-l	0/080 j-l	0/080 g-i	28/925 k-q
	V12	21/480 g-k	15/716 g-m	0/120 f-h	0/080 g-i	31/105 g-l
رژیم آبیاری دوم	V1	24/215 e-h	17/146 f-k	0/110 g-i	0/110 d-f	34/307 b-g
	V2	22/671 e-i	17/416 e-k	0/140 ef	0/140 c	33/755 b-h
	V3	20/834 g-l	16/623 g-k	0/150 de	0/120 c-e	33/687 c-i
	V4	18/108 i-p	15/004 i-o	0/130 fg	0/110 d-f	29/828 h-o
	V5	21/689 g-k	13/923 k-p	0/110 g-i	0/080 g-i	30/425 g-n
	V6	24/634 e-g	20/544 b-f	0/120 f-h	0/110 d-f	36/340 b-d
	V7	24/095 e-h	21/518 bc	0/120 f-h	0/120 c-e	37/863 ab
	V8	18/234 i-p	15/848 g-m	0/150 de	0/130 cd	30/700 g-m
	V9	42/089 a	20/736 b-e	0/210 b	0/140 c	35/850 b-e
	V10	27/532 d-f	14/465 j-p	0/150 de	0/100 e-g	32/808 d-k
	V11	16/003 k-r	15/201 h-n	0/090 i-k	0/110 d-f	28/740 k-q
	V12	21/573 g-k	15/103 h-o	0/120 f-h	0/070 hi	27/155 m-r
رژیم آبیاری سوم	V1	20/731 g-l	16/053 g-l	0/110 g-i	0/110 d-f	30/502 g-m
	V2	18/800 h-n	14/028 k-p	0/080 j-l	0/090 f-h	28/650 k-q
	V3	23/463 e-i	18/681 c-h	0/110 g-i	0/140c	33/610 c-j
	V4	16/599 j-q	9/864 q-t	0/120 f-h	0/090 f-h	25/412 p-t
	V5	14/746 m-s	12/213 m-q	0/100 h-j	0/070 hi	25/460 p-t
	V6	22/270 f-j	13/962 k-p	0/110 g-i	0/060 ij	29/450 j-q
	V7	16/995 j-q	22/211 b	0/120 f-h	0/060 ij	33/215 c-j
	V8	13/031 o-t	14/091 k-p	0/110 g-i	0/113 d-f	26/160 o-s
	V9	33/343 bc	19/130 b-g	0/201 b	0/130 cd	31/851 e-k
	V10	19/910 g-m	11/992 n-r	0/110 g-i	0/110 d-f	31/620 f-k
	V11	13/656 n-t	12/076 n-q	0/070 k-m	0/080 g-i	24/115 r-u
	V12	16/357 k-q	9/329 q-t	0/070 k-m	0/060 ij	23/235 r-v
رژیم آبیاری چهارم	V1	13/428 n-t	11/578 o-s	0/080 j-l	0/080 g-i	21/910 t-w
	V2	15/766 l-r	10/910 p-t	0/070 k-m	0/070 hi	23/990 r-u
	V3	19/825 g-m	15/680 g-m	0/090 i-k	0/090 f-h	29/865 h-o
	V4	12/560 p-t	8/486 r-t	0/070 k-m	0/060 ij	21/770 t-w
	V5	9/415 st	8/426 r-t	0/060 lm	0/030 k	19/730 v-x
	V6	11/674 q-t	8/225 st	0/060 lm	0/040 jk	18/755 wx
	V7	12/928 o-t	16/697 g-k	0/070 k-m	0/040 jk	26/638 m-s
	V8	8/823 t	10/295 q-t	0/080 j-l	0/090 f-h	20/700 u-x

22/765 s-v	0/090 f-h	0/160 d	11/180 p-t	21/523 g-k	V9
26/275 n-s	0/080 g-i	0/090 i-k	7/845 t	16/539 k-q	V10
20/203 u-x	0/060 ij	0/060 lm	8/418 r-t	8/734 t	V11
17/800 x	0/040 jk	0/050 m	7/691 t	10/763 r-t	V12

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5% تفاوت معنی‌داری ندارند.

ادامه جدول 5

تیمار		میانگین عرض کل برگ‌ها (سانتی‌متر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	وزن ساقه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
رژیم آبیاری	ژنوتیپ				
	V1	0/810 f-l	53/428 k-n	1/550 b	2332/10xy
	V2	0/715 l-p	64/000 b-f	1/010 kl	4038/01j-t
	V3	1/005 b	65/510 b-d	1/252 fg	4551/67d-n
	V4	0/670 o-s	46/270 op	0/810 op	2949/50u-x
	V5	0/670 o-s	64/770 b-e	0/891 n	3541/83o-w
رژیم آبیاری اول	V6	0/945 bc	54/013 j-n	1/334 de	4487/50f-p
	V7	0/745 g-o	73/570 a	1/863 a	3559/83n-w
	V8	0/815 f-k	65/340 b-d	1/510 bc	4779/17d-k
	V9	1/185 a	60/409 d-i	1/180 hi	4582/17d-m
	V10	0/820 e-i	66/970 b	1/310 ef	5233/67c-g
	V11	0/710 m-p	38/850 rs	0/810 op	3087/83t-x
	V12	0/815 f-k	56/960 i-l	1/282 e-g	6066/33a-c
	V1	0/810 f-l	59/780 e-i	1/480 c	3531/67o-w
	V2	0/805 f-m	44/098 pq	0/890 n	4479/83f-p
	V3	0/750 g-o	60/790 c-i	1/550 b	5361/17c-f
	V4	0/761 f-o	56/248 i-m	0/970 k-m	5113/33c-h
	V5	0/790 f-n	65/672 bc	1/133 ij	4145/50h-r
رژیم آبیاری دوم	V6	0/856 d-f	49/696 no	0/960 ml	4128/01h-s
	V7	0/825 e-h	72/258 a	1/120 ij	5398/83c-f
	V8	0/765 f-o	57/658 h-k	1/110 j	5530/33b-d
	V9	1/160 a	56/250 i-m	1/222 gh	6362/55ab
	V10	0/856 d-f	57/451 i-k	1/130 ij	6555/10a
	V11	0/750 g-o	32/147 tu	0/590 tu	4501/50e-o
	V12	0/910 c-e	61/009 c-i	0/880 n	6024/11a-c
	V1	0/816 f-j	59/229 f-j	1/394 d	4379/17g-p
	V2	0/780 f-n	49/842 no	0/930 mn	4628/67d-l
	V3	0/850 d-f	58/270 g-k	1/282 e-g	5378/06c-f
	V4	0/716 k-p	58/209 g-k	0/760 pq	4978/66d-j
	V5	0/710 m-p	63/306 b-g	0/700 qr	3900/83l-u
رژیم آبیاری سوم	V6	0/835 e-g	46/248 op	0/660 rs	3628/16m-v
	V7	0/805 f-m	62/809 b-h	1/020 kl	4224/33h-q
	V8	0/720 j-p	53/974 j-n	1/033 k	5405/33c-f
	V9	1/106 a	51/780 mn	0/961 ml	5484/67b-e
	V10	0/670 o-s	57/223 i-l	0/870 no	5055/01d-i
	V11	0/730 h-o	39/607 q-s	0/540 uv	3147/67s-x
	V12	0/740 f-n	49/420 no	0/630 st	4368/66g-p
رژیم آبیاری چهارم	V1	0/785 f-n	59/079 f-j	1/273 e-g	3922/33k-u
	V2	0/745 g-o	45/460 op	0/881 n	4065/67i-t

4811/83d-k	1/460 c	52/237 l-n	0/806 f-m	V3
3325/66q-w	0/470 wx	43/566 p-r	0/680 o-r	V4
3639/17l-v	0/511 vw	33/070 tu	0/605 rs	V5
1869/50y	0/411 x	28/761 u	0/725 i-p	V6
2939/01u-x	0/750 pq	42/598 p-r	0/766 f-o	V7
3660/67l-v	0/791 p	49/320 no	0/630 p-s	V8
3167/33r-x	0/760 pq	39/655 q-s	0/935 b-d	V9
3497/67p-w	0/612 st	49/230 no	0/615 q-s	V10
2711/83v-y	0/471 wx	31/380 u	0/581 s	V11
2607/50w-y	0/471 wx	36/556 st	0/700 n-q	V12

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5% تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول7-ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات رویشی ژنوتیپ‌های برنج

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-عملکرد دانه	1								
2- سطح برگ پرچم	-0/175**	1							
3- وزن برگ پرچم	0/486**	0/042	1						
4- سطح برگ	0/347**	0/226**	0/580**	1					
5- وزن برگ	0/400**	0/030	0/742**	0/619**	1				
6- طول ساقه	0/447**	-0/033	0/399**	0/486**	0/404**	1			
7-وزن ساقه	0/358**	0/177**	0/427**	0/646**	0/479**	0/694**	1		
8- میانگین طول کل برگ‌ها	0/434**	0/121*	0/573**	0/879**	0/587**	0/556**	0/672**	1	
9- میانگین عرض کل برگ‌ها	0/418**	0/079	0/716**	0/718**	0/566**	0/281**	0/394**	0/604**	1

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

منابع

Abdola, A. A. and 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. Crop Production. 8(1): 223-230.

Carmelita, M., Albertoa, R., Wassmanna, R., Hiranob, T., Miyatac, A., Hatanob, R., Kumara, A., Padrea, A. and Amante, M. 2011. Comparisons of energy balance and evapotranspiration between flooded and aerobic rice fields in the Philippines. Agricultural Water Management. (98): 1417–1430.

Chowdhury, M. D., Kumar, R. V., Sattar, A. and Brahmachari, K. 2014. Studies on the water use efficiency and nutrient uptake by rice under system of intensification. Bioscan. 9(1): 85–88.

Dong, N. M., Brandt, K. K., Sørensen, J., Hung, N. N., Hach, K. K., Tan, K. K. and 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 Biol. Biochem. 47: 166–174.

Durand, M., Porcheron, B., Hennion, N., Maurousset, L., Lemoine, R. and 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. Plant Physiology. 170(1): 1460-1479.

Farrell, T. C., Fox, K. M., Williams, R. I., Fukai, S. and Lewin, L. G. 2004. How to improve reproductive cold tolerance of rice in Australia. International Rice Cold Tolerance Workshop CSIRO Discovery, Canberra. 22-23 July.

Ghasemi-Nasr, M., Karandish, F., Naft-Chali, A. D. and 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.

Ghosh, B. and Chakma, N. 2015. Impacts of rice intensification system on two C. D. blocks of Barddhaman district, West Bengal. Current Science. 109(2): 342-346.

Horie, T., Yoshida, H., Shiraiwa, T., Nakagawa, H., Kuroda, E., sasaki, T., Hagiwara, M., Kobata, T., Ohnishi, M. and Kobayashi, K. 2003. Analysis of benotype by environment interaction in yield formation processes of rice grown under aWide environmental range in Asia. 10. Asia Rice Network (ARICENET) research and preliminary results. JPN. J. Crop Sci. 72(Extra issue2): 88-89 (in Japanse.(

Limouchi, K., Siadat, S. A. and Gilani, A. 2013. Sowing dates effect on yield and growth indexes of rice cultivars in northern Khozestan. Iranian society of Agronomy and plant breeding sciences. 6(2): 167-184 .

Limouchi, K., Siadat, S. A. and Gilani, A. 2015. Study of planting different dates on the panicle characteristics and yield of rice cultivars in North Khuzestan. Journal of Crop Production and Processing. 14(4): 77-87.

Mohd-Zain, N. A. and Razi-Ismail, M. 2016. Effects of potassium rates and types on growth, leaf gas exchange andbiochemical changes in rice (Oryza sativa) planted under cyclic water stress. Agricultural Water Management. 164(1): 83-90.

Mosavy, S. A., Khaledian, M. R., Ashrafzadeh, A. and 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.

Nehbandani, A., Soltani, A. and 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.

Pandey, A, Kumar, A., Pandey, D. S. and Thongbam, P. D. 2014. Rice quality under water stress. Indian Journal of Advances in Plant Research. 1(2): 23-26.

Salehifar, M., Rabiei, B., Afshar-Mohammadian, M. and 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 .

Sedaghat, N., Pirdashti, H., Asadi, R. and Mousavi-Taghani, Y. 2015. Effect of Different Irrigation Methods on Rice Water Productivity. Journal of Water Research in Agriculture. 28(1): 1-9.

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.

Srayloo, M., Sabouri, H. and 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.

Tan, X., Shao, D., Liu, H., Yang, F., Xiao, C. and Yang, H. 2013. Effects of alternate wetting and drying irrigation on percolation and nitrogen leaching in paddy fields. Paddy Water Environ. 11: 1–15.

Tarlera, S., Capurro, M. C., Irisarri, P., Scavino, A. F., Cantou, G. and 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.

Tavala, R., Aalami, A., Sabouri, H. and 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. Cereal Research. 5(1): 107-119.

Tuong, T. P., Bouman, B. A. M. and Mortimer, M. 2005. More rice, less waterintegrated approaches for increasing water productivity in irrigated rice-based systems in Asia. Plant Prod. Sci. 8: 231– 41.

Tuyen, D. D. and Prasad, D. T. 2008. Evaluating difference of yield trait among rice genotypes (Oryza sativa L.) under low moisture condition using candidate gene markers. Omonrice. 16: 24-33.

Uphoff, N., Kassam, A. and 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 J. Water Conserv. 61: 1–13.

Wu, N., Guan, Y. and Shi, Y. 2011. Effect of water stress on physiological traits and yield in rice backcross lines after anthesis. Energy Procedia. 5: 255–260

Xu, L., Yu, J., Han, L. and 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

Zargaran Khouzani, M. R. 2021. Perennial Cereal Grains: A Promise Requiring Patience and Prioritization,Fifth International Congress on Agricultural and Environmental Development with emphasis on the United Nations Development Program,Tehran,

Bi-Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 11, Issue 1, Spring and Summer 2021

Evaluation of the effect of different irrigation regimes On the growth characteristics and yield of aerobic rice genotypes In northern Khuzestan

Kaveh Limouchi[1], Mohammad Reza Zargaran Khouzani[2*]

1- Ph.D Agronomy. Young Researchers and Elite Club, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.

2- PhD Student in Agrotechnology, Crop Ecology, Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Corresponding Author; Email: mr.zargarankh@gmail.com

(Received: 31 July 2021; Accepted:29 August 2021)

Abstract

The aim of this study was to determine the role of different irrigation regimes on flag leaf and other leaves, stem length, stem weight, average leaf length and width of aerobic rice genotypes was carried out during 2014 and 2015 in Shavoor Agricultural Research Station in northern of Khuzestan. Four irrigation regimes (1, 3, 5 and 7 days) in main plots and twelve rice genotypes in subplots with three replications. The results of combined analysis showed that there was a significant difference between genotypes, irrigation regimes and their interactions in all traits. One-day and three-day irrigation regimes had the highest and the seven-day irrigation regimen the lowest in terms of less time in nutrient accumulation in all traits. Grain yield, while having the highest positive and significant correlation (0.486 **) with flag leaf weight in terms of providing the most photosynthetic material for the main reservoir in the All genotypes tended to produce the most grain yield in the second irrigation regime (the three-day irrigation interval); genotype IR 81025-B-327-3, with 6555.10 kg ha-1 of grain yield, out-performed the remaining genotypes in this level of irrigation regime. Examination of the growth index showed that all genotypes reached their maximum growth by reducing the irrigation cycle in a shorter period of time, while more resistant genotypes maintained their growth process in the conditions of better irrigation cycle reduction, which can be due to breeding and Corrected figures used.

Keywords: **Irrigation, Vegetative, Reproductive, Growth, Photosynthetic.**