

تأثیر مدیریت آبیاری بر سرعت، طول دوره پر شدن دانه و محتوای نسبی آب برگ سه رقم برنج

مهناز کاتوزی^۱، فرخ رحیم‌زاده خوئی^۱ و حسین صبوری^{۲*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۴/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۲/۲۶)

چکیده

به منظور بررسی ارتباط بین سرعت، دوره پر شدن دانه و محتوای نسبی آب برگ با عملکرد برنج آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در بهار سال ۱۳۸۵ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اجرا گردید. پنج سطح آبیاری به عنوان عامل‌های اصلی شامل: غرقاب دائم، آبیاری در روز پس از ناپدید شدن آب، دوره‌های تناوبی ۵، ۸ و ۱۱ روزه و عامل‌های فرعی شامل ارقام برنج بهار (هیبیرید)، درفک (اصلاح شده) و علی کاظمی (بومی) بودند. بالاترین عملکرد مربوط به رقم بهار (۶۷۱۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار غرقاب دائم بود که البته تفاوت معنی‌داری با دور آبیاری ۵ روزه نداشت. رقم درفک در تیمار غرقاب دائم به جز یک روز پس از خوشه‌دهی، در طول مدت پر شدن دانه‌ها، دارای بالاترین وزن دانه بود، اما در تیمار آبیاری در روز پس از ناپدید شدن آب، رقم بهار (۲/۴۱) بالاترین وزن دانه را دارا بود. به طور کلی سرعت پر شدن دانه در رقم علی کاظمی در کلیه تیمارهای اعمال شده بیشتر از رقم قبلی بود. در تمامی تاریخ‌های نمونه‌برداری (۸، ۱۱، ۱۴، ۱۷، ۲۰، ۲۳، ۲۶، ۲۹ و ۳۲ روز پس از خوشه‌دهی) محتوای نسبی آب برگ رقم بومی علی کاظمی نسبت به ارقام بهار و درفک به طور معنی‌داری کمتر بود. آهنگ کاهش محتوای نسبی آب برگ در رقم درفک از همه بیشتر بود و رقم علی کاظمی در بین این دو رقم قرار داشت. نتایج به دست آمده از مطالعه پر شدن دانه نشان داد که رقم بهار با دارا بودن بیشترین طول دوره مؤثر پر شدن دانه و بالاترین عملکرد (۶۷۱۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به ارقام درفک و علی کاظمی رقم مناسب‌تری در مدیریت‌های مختلف آبیاری است.

واژه‌های کلیدی: دور آبیاری، محتوای نسبی آب برگ، کمبود آب، برنج

مقدمه

کم آبی و افزایش عملکرد در واحد سطح است. از بین صفات مؤثر بر عملکرد برنج محتوای نسبی آب برگ، سرعت و طول دوره مؤثر پر شدن دانه به عنوان صفات فیزیولوژیکی مهم، نقش بسزایی در تعیین میزان عملکرد دارند. از آنجا که سرعت و طول دوره مؤثر پر شدن دانه در مدیریت‌های مختلف زراعی تغییر می‌کند (۲)، لذا بررسی چگونگی

برنج با توجه به نیاز آبی بالای برنج و محدودیت منابع آبی، استفاده بهینه از منابع محدود آبی در سال‌های آینده اجتناب‌ناپذیر است. از سوی دیگر هم‌چنین تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد برنج در شرایط تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل در تعیین استراتژی‌های تأثیرگذار در کشت برنج در شرایط

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

۲. استادیار تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، مجتمع آموزش عالی گنبد

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: saboriho@yahoo.com

تغییرات این صفات در دوره‌های مختلف آبیاری لازم به نظر می‌رسد. یامبو و اینگرام (۳۱) در مقایسه شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی برای برنج رقم IR64 به صورت قطع آب با فواصل ۵، ۱۰، ۱۵ روز از ۱۰، ۲۵، ۴۰، ۵۵، ۷۰، ۸۵ و ۱۰۰ روز بعد از بذریابی، نشان دادند که کاهش آب در طول مرحله رویشی اثر معنی‌داری روی عملکرد دانه ندارد. جونگ‌دی و همکاران (۱۹) در آزمایشی روی پتانسیل آب برگ و تنظیم اسمزی در برنج دریافتند که تحت شرایط محدودیت آب در مرحله گل‌دهی، کاهش عملکرد دانه عمدتاً ناشی از افزایش عقیمی سنبلیچه‌ها است. این محققین پیشنهاد کردند که صفات مؤثر در حفظ پتانسیل بالای آب برگ، از طریق افزایش عقیمی سنبلیچه‌ها، باعث کاهش عملکرد دانه می‌شوند. سورتی و همکاران (۲۸) نشان دادند که تنش آبی ۵ روزه در ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ روز بعد از کشت به ترتیب ۷، ۲۳، ۵۵ و ۴۸ درصد عملکرد دانه ارقام برنج را کاهش می‌دهد. لافیته (۲۳) نشان داد که وضعیت آب در گیاه به پتانسیل آب برگ، لوله‌ای شدن برگ و محتوای آب نسبی آن بستگی دارد. در برنج این تفاوت‌ها ناشی از تنوع در کنترل روزنه‌ای، میزان تعرق و اندازه پوشش گیاهی در دوره تنش است. وی گزارش نمود که عملکرد دانه در دوره تنش در برنج به طور معنی‌داری با محتوای آب برگ در دامنه وسیعی از ارقام برنج ارتباط دارد. نامبرده اظهار نمود علی‌رغم این‌که در برخی از ارقام محتوای نسبی آب برگ در افزایش عملکرد مفید بوده، ولی این صفت دست‌یابی به عملکرد بالا را برای ارقام برنج تضمین نمی‌کند.

بالا بودن سرعت پرشدن دانه نقش مهمی در فرار گیاه از تنش‌های محیطی پایان فصل رشد دارد (۱۷ و ۳۰). وزن دانه یکی از اجزا تعیین‌کننده عملکرد دانه و طول دوره پرشدن دانه یک جزء تعیین‌کننده زمان رسیدگی است و به‌نحوه فرایند پرشدن دانه بستگی دارند. محققین تاکنون از روش‌های متعددی برای تخمین سرعت و طول دوره پرشدن دانه استفاده نموده‌اند. جونز و همکاران (۱۸) در مطالعه‌ای روی برنج نشان دادند که ارقام دارای وزن خوشه و وزن صد دانه بالا سرعت پرشدن

دانه بالاتری نیز داشتند. در حالی که در این ارقام تعداد خوشه در مترمربع کمتر بود. این محققین نشان دادند که رابطه بین طول دوره پرشدن دانه با وزن خوشه تعداد دانه‌های هر خوشه مثبت است در صورتی‌که این صفت با تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی، تعداد خوشه و وزن صد دانه رابطه منفی دارد. صبوری و همکاران (۲) گزارش نمودند که ارقام بومی برنج (بینام، هاشمی و علی کاظمی) دارای سرعت پرشدن دانه و طول دوره پرشدن دانه کمتری نسبت به ارقام اصلاح شده دارند. آنها هم‌چنین نشان دادند صفات مذکور تحت تأثیر نوع آرایش کاشت قرار می‌گیرند به طوری‌که با افزایش فاصله کاشت بین بوته‌ها سرعت پرشدن دانه و طول دوره پرشدن دانه افزایش می‌یابد. وان سانفورد (۳۰) در آزمایش روی گندم‌های قرمز نرم زمستانه، سرعت پرشدن دانه را، شیب مرحله خطی منحنی سیگموئیدی پرشدن دانه تعریف کرد. در بررسی وی ژنوتیپ‌هایی با زمان خوشه‌دهی کوتاه و طول دوره مؤثر پرشدن دانه طولانی، رسیدگی فیزیولوژیک طولانی‌تری داشتند، درحالی‌که ژنوتیپ‌هایی که زمان خوشه‌دهی طولانی‌تر داشتند دارای طول دوره مؤثر پرشدن دانه کوتاه‌تری بودند. داینارد و همکاران (۹) از مدل رگرسیون درجه دوم و با روش حداقل مربعات جهت برآورد سرعت پرشدن دانه و طول دوره پرشدن دانه در هیبریدهای ذرت بهره بردند. در این بررسی طول دوره پرشدن دانه از نسبت وزن نهایی دانه بر میانگین سرعت اضافه شدن وزن خشک دانه در طول مرحله خطی به‌دست آمد و اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از آن نظر معنی‌دار شد، درحالی‌که این اختلاف برای سرعت پرشدن دانه چشم‌گیر نبود. بروکنر و فروهبرگ (۷) عنوان کردند که افزایش دما در دوره پرشدن دانه، باعث تسریع در رسیدگی فیزیولوژیک در گندم می‌شود. هم‌بستگی بین سرعت پرشدن دانه با طول دوره پرشدن دانه، تعداد دانه، تعداد پنجه و طول دوره رشد منفی است و ارتباط بین سرعت پرشدن دانه با تعداد پنجه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. هم‌بستگی بین سرعت پرشدن دانه و طول دوره پرشدن دانه با وزن دانه مثبت و معنی‌دار گردید. درحالی‌که

آبیاری و خشک دارند. در نتایج داروچ و بیکر (۸) ژنوتیپ‌های گندم با عملکرد بالا همراه با سرعت پر شدن دانه بالا، عملکرد بالا و ژنوتیپ‌هایی با سرعت پر شدن دانه متوسط و عملکرد بالا با سرعت پر شدن پایین دیده شد. بنابراین امکان داشتن عملکرد بالا و سرعت پر شدن دانه بالا وجود دارد. سرعت رشد نسبی دانه با میانگین سرعت پر شدن دانه ارتباط ضعیفی داشت ($r = -0.01$) و هم‌بستگی بین میانگین سرعت پر شدن دانه با وزن دانه پایین و به میزان 0.08 بود. زمانی که 50 درصد دانه‌ها پر می‌شوند با طول دوره پر شدن دانه هم‌بستگی مثبت و قوی دیده می‌شود ($r = 0.66$). داروچ و بیکر (۸) معادله لجستیک را برای تعیین خصوصیات دوره پر شدن دانه استفاده نمودند:

نظر به این که سرعت پر شدن دانه و محتوای نسبی آب برگ بالا به‌عنوان مهم‌ترین صفات در فرار از شرایط کمبود آب معرفی شده‌اند (۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۳۰) این تحقیق با هدف بررسی تغییرات صفات فیزیولوژیکی مهم (سرعت پر شدن دانه، طول دوره پر شدن دانه و محتوای نسبی آب برگ) در سه رقم برنج تحت مدیریت‌های مختلف آبیاری انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۸۵ در مؤسسه تحقیقات برنج واقع در یک کیلومتر ۱۰ جاده رشت - تهران انجام گردید. ارتفاع محل از سطح دریا 32 متر می‌باشد و در $5^{\circ}12'37$ عرض شمالی و $30^{\circ}38'49$ طول شرقی قرار دارد. با توجه به نتایج تجزیه خاک، مقدار سیلت، شن و رس خاک محل آزمایش به ترتیب 36 ، 9 و 55 درصد بود. کاشت بذرهاى جوانه‌دار شده در خزانه در $15/2/85$ صورت گرفت. قبل از کاشت، محل خزانه با دقت توسط تیلر شخم زده شد و به میزان 46 کیلوگرم ازت در هکتار به‌صورت اوره و 60 کیلوگرم فسفر در هکتار به‌صورت فسفات آمونیم نیز به خزانه اضافه گردید. آزمایش به‌صورت اسپلینت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار پیاده شد. کرت‌های فرعی شامل ارقام بهار (هیبرید)، درفک (اصلاح شده) و علی کاظمی (بومی) بودند

هم‌بستگی بین این صفت با تعداد دانه، تعداد روز تا گرده‌افشانی و طول دوره رشد منفی بود. این پژوهشگران عنوان نمودند که در محیط‌هایی که در اغلب اوقات با تنش‌های سخت روبه‌رو هستند، ژنوتیپ‌هایی با سرعت بالای پر شدن دانه همراه با طول متوسط دوره پر شدن دانه مفید خواهد بود. بر مبنای این تحقیق مانعی در جهت تولید ارقام با سرعت بالای پر شدن دانه، طول دوره پر شدن کوتاه و پتانسیل عملکرد بالا دیده نشد. هم‌بستگی مثبت بین تعداد روز تا گرده‌افشانی و طول دوره پر شدن دانه در غلات دانه ریز مانند گندم نان، جو و یولاف متداول است. این ارتباط حتی در محیط‌های تحت تنش نیز وجود دارد. جیبیهو و همکاران (۱۳) در ارقام گندم دوروم، بنا به پیشنهاد رادفورد (۲۵) از تابع درجه ۳ ($y = a + bt + ct^2 + dt^3$) برای برآورد سرعت و طول دوره پر شدن دانه بهره بردند. این محققین میانگین سرعت پر شدن دانه را از نسبت حداکثر وزن دانه به طول دوره پر شدن دانه به‌دست آوردند. در این بررسی هم‌بستگی فنوتیپی سرعت پر شدن دانه با طول دوره پر شدن دانه 0.01 و با وزن دانه $0.75 * r$ گزارش شد. درحالی‌که هم‌بستگی بین طول دوره پر شدن دانه با وزن $0.67 * r$ بود. رقابت گیاهان برای مواد غذایی جهت رسیدن به حداکثر وزن خود موجب کاهش سرعت پر شدن دانه شد، درحالی‌که طول دوره پر شدن دانه افزایش یافت. در این مطالعه چون هم‌بستگی محیطی بین سرعت پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه منفی و معنی‌دار بوده است، بنابراین تحت شرایط محیطی خاص، افزایش سرعت پر شدن دانه به کاهش طول دوره پر شدن دانه خواهد انجامید. این نتیجه در مطالعه سوفیلد و همکاران (۲۷) در گندم نیز گزارش شده است. هم‌بستگی بین سرعت پر شدن دانه با وزن خوشه و وزن صد دانه مثبت گزارش شد. درحالی‌که هم‌بستگی این صفت با تعداد خوشه در مترمربع منفی بود. طول دوره پر شدن دانه با وزن خوشه، تعداد دانه‌های هر خوشه و برآورد حداکثر وزن خوشه رابطه مثبت داشت. نتایج داروچ و بیکر (۸) نشان داد که حداکثر وزن دانه پیش‌بینی شده و وزن دانه در زمان برداشت، واکنش‌های متفاوتی را به محیط‌های

$$T = \frac{\ln\left(\frac{0.05W}{0.95W}\right) - RB}{-R} \quad [2]$$

وقتی که $W = 0.95 W_f$ است:

$$T = \frac{2/944 - RB}{-R} \quad [3]$$

از نرم افزارهای SPSS (۲۹) و SAS (۱) و دستورهای Proc Logistics و Proc NLIN و با روش DUD (۱) برای محاسبه سرعت و طول دوره پرشدن دانه استفاده شد.

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب به فاصله ۳ روز از زمان ۵۰ درصد گل‌دهی، ۴ نمونه تصادفی از برگ زیر برگ پرچم برداشت شد و بلافاصله وزن تر مساحت مشخصی از آنها ثبت گردید. پس از ثبت وزن برگ‌های تازه آنها را در دمای ثابت ۳۰ درجه سانتی‌گراد و زیر نور چراغ با شدت روشنایی ۶۰۰ تا ۷۰۰ لوکس در داخل آب مقطر قرار داده شدند تا برگ به اندازه نیاز آب جذب نموده و پس از ۶ ساعت به حالت آماس درآید. آن گاه برگ‌های آماس کرده را برداشته و با کاغذ صافی، خشک نموده و وزن آماس شده برگ اندازه‌گیری شد. پس از توزین، برگ‌ها را در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. وزن برگ پس از خشک شدن نیز اندازه‌گیری شد. میزان محتوای نسبی آب برگ به وسیله فرمول زیر محاسبه گردید (۳):

$$RWC = \frac{W_f - W_d}{W_s - W_d} \times 100 \quad [4]$$

که در این فرمول W_f وزن برگ تر، W_d وزن برگ خشک و W_s وزن برگ اشباع شده است.

برای تعیین عملکرد دانه، عملکرد کاه، زیست توده و شاخص برداشت بوته‌های ۲/۵ مترمربع (۴۰ عدد بوته) از هر کرت در زمان رسیدگی برداشت شده و پس از این که ۴۸ ساعت در سطح مزرعه خشک شدند، دانه‌ها با دست جدا گردیده و بوجاری انجام شد. برای تعیین وزن خشک ساقه و دانه، نمونه ۲۵۰ گرمی از کاه و دانه انتخاب شده و وزن خشک آنها پس از ۷۲ ساعت قرار دادن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. پس از تعیین درصد رطوبت، وزن

و کرت‌های اصلی شامل: غرقاب دائم، آبیاری بعد از ناپدید شدن آب از سطح زمین، دور آبیاری ۵ روزه، دور آبیاری ۸ روزه و دور آبیاری ۱۱ روزه بودند. اندازه هر کرت فرعی ۳×۵ متر بود. آرایش کاشت در ارقام به صورت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر انجام شد. پس از نشاکاری، به مدت ۱۰ روز تمام کرت‌ها غرقاب دائم بودند، سپس در زمان مقرر برای هر آبیاری، تیمارهای آبیاری اعمال شدند. ارتفاع آب آبیاری در هر کرت ۵ سانتی‌متر بود. جهت جلوگیری از فرار آب و علف‌کش‌ها مرز کرت‌ها با پوشش نایلونی پوشانیده شدند. اولین وجین علف‌های هرز، ۲۱ روز پس از نشاءکاری و وجین دوم به فاصله ۱۹ روز از وجین اول انجام شد. به منظور مبارزه با پروانه ساقه خوار برنج از سم دیازینون ۱۰ درصد به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار در موقع وجین و در زمان خوشه‌دهی و چند روز قبل از رسیدگی استفاده شد.

برای تعیین سرعت و طول دوره پرشدن دانه، پس از رعایت حاشیه، خوشه‌های اصلی هر واحد آزمایشی در زمان خوشه‌دهی با روبان قرمز رنگ مشخص شده و از ۸ روز پس از خوشه‌دهی به فاصله زمانی ۳ روز، ۳ خوشه اصلی به صورت تصادفی انتخاب گردید و پس از خشکانیدن به مدت ۴۸ ساعت در حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد وزن خشک آنها تعیین گردید. سپس دانه‌های پر خشک جدا و وزن آنها ثبت شد. از میانگین وزن دانه‌های پر خشک برای محاسبات و برآورد پارامترهای معادله لجستیک داروچ و بیکر (۸) جهت توجیه تغییرات وزن دانه نسبت به زمان استفاده شد.

$$W = \frac{W_f}{1 + \exp[-R(X - B)]} \quad [1]$$

در این رابطه W_f و R ، B دارای توجیه فیزیکی هستند. W_f حداکثر وزن دانه، R سرعت پرشدن دانه در طول دوره نمایی معادله و B زمانی است که وزن دانه به نصف حداکثر خود می‌رسد. از آنجا که انتهای دوره نمایی پرشدن دانه‌ها تقریباً ۹۵ درصد وزن نهایی خود را دارند به پیشنهاد داروچ و بیکر (۸) طول دوره پرشدن دانه به صورت زیر محاسبه شد:

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

| شاخص برداشت | میانگین مربعات | | | | | | | | | | منابع تغییر | |
|-------------|----------------|---------------|------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|-----------------------------|-------------|--------------|-------------|--|
| | طول خوشه | طول خوشه پنجه | تعداد پنبه | مساحت برگ پرچم | عرض برگ پرچم | طول برگ پرچم | روز تا رسیدگی | روز تا ۵۰ تا ۵۰ درصد گل دهی | ارتفاع | درجه آزادی | | |
| | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (سانتی متر مربع) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | |
| ۰/۰۰۲* | ۴/۸۹۷** | ۳/۰۳۰** | ۰/۰۴۳ | ۰/۰۰۳ | ۱/۵۱۲ | ۱۳/۰۸* | ۲/۰۲۲** | ۱/۲۰۵ | ۲ | تکرار | | |
| ۰/۰۰۲* | ۵۵/۳۶۲** | ۱۰۷/۲۶۴** | ۲۳۱/۰۷۹** | ۰/۰۵۹* | ۱۵۶/۸۳۲** | ۹۰۲/۹۹** | ۷۸/۰۵۵** | ۱۶۷/۵۸* | ۴ | تیمار | | |
| ۰/۰۰۰۱ | ۲/۰۵۹ | ۰/۴۴۱ | ۲/۷۴۴ | ۰/۰۰۳ | ۰/۹۱۹ | ۰/۰۸۸ | ۰/۱۶۹ | ۰/۱۶۹ | ۸ | خطا (۱) | | |
| ۰/۰۰۲* | ۶۵/۸۴۲** | ۷۴/۱۸۶** | ۵/۸۸۴* | ۰/۰۴۰** | ۱۱/۲۴۳** | ۴۵۴۲/۸۴۰** | ۱۲۷۲/۶۲۲** | ۴۰/۱۵۷۰** | ۲ | رقم | | |
| ۰/۰۰۰۰۸* | ۱/۶۴۷ | ۲/۲۶۴* | ۴/۹۲۰** | ۰/۰۱۴** | ۰/۹۳۱ | ۱۱/۹۵ | ۰/۷۰۵ | ۵/۲۰۵** | ۸ | رقم × آبیاری | | |
| ۰/۰۰۰۰۱ | ۰/۵۸۹ | ۰/۴۰۵ | ۰/۹۵۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۴۴۴ | ۰/۰۸۸ | ۰/۲۸۸ | ۰/۲۳۸ | ۲۰ | خطا (۲) | | |
| ۴/۲۰۳ | ۲/۷۲۴ | ۳/۷۶۶ | ۴/۳۵۵ | ۳/۷۰۲ | ۲/۶۷۳ | ۰/۲۴۵ | ۰/۶۱۱ | ۰/۴۵۵ | | ضریب تغییرات | | |

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ادامه جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

| عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | میانگین مربعات | | | | | | | | | | منابع تغییر |
|--------------------------------|---------------------|-------------|-------------------|-------------|--------------------|----------------|--------------------------|-------------|---------------------|--------------|-------------|
| | وزن هزار دانه (گرم) | تعداد دانه | تعداد دانه بر بوک | تعداد خوشه | تعداد خوشه در بوته | وزن خوشه (گرم) | خروج از غلاف (سانتی متر) | عملکرد | نیولوژیکی (کیلوگرم) | درجه آزادی | |
| | (گرم) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (گرم) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | (سانتی متر) | |
| ۶۱۹۳۳/۶۰** | ۷/۹۵۷** | ۰/۶۷۰ | ۳۹۶/۷۶۶** | ۰/۰۵۸ | ۸۸/۱۸۷** | ۱۶۷۵/۲۸** | ۱۱۵/۹۸۵ | ۰/۰۸۷** | ۲ | تکرار | |
| ۹۵۹۶۷/۸۰/۸۰** | ۹/۹۱۴** | ۲۲۸/۶۹** | ۳۴۹/۰۲۱** | ۰/۰۴۸ | ۶/۷۷۱** | ۲۰۸۸۳** | ۱/۰۹۳۲ | ۱/۷۹۷** | ۴ | تیمار | |
| ۱۲۶۵۷/۵۹ | ۰/۱۸۱ | ۰/۵۷۷ | ۵۳/۹۶۴ | ۰/۱۰۴ | ۱/۵۹۶ | ۳۱/۹۲۲ | ۱/۲۹۹ | ۰/۰۰۲ | ۸ | خطا (۱) | |
| ۱۴۸۹۶۴۸۶۳۹** | ۲۰/۱۵۰** | ۵۶۰/۴۲** | ۷۴۱/۱۳۶** | ۴/۷۶۸** | ۲۱/۵۶۴** | ۳۷۵/۷۰۰** | ۶۳۰۹* | ۱۰/۰۷۳** | ۲ | رقم | |
| ۱۸۰۴۰۲/۴۰ | ۲/۱۹۴** | ۹/۵۰۴** | ۲۵/۱۷۴ | ۰/۴۱۴ | ۰/۴۱۷ | ۸/۲۸۸ | ۰/۸۷۸ | ۰/۰۴۴ | ۸ | رقم × آبیاری | |
| ۴۵۹۶۴/۸۰ | ۰/۲۷۶ | ۰/۶۶۸ | ۳۸/۹۷۷ | ۰/۳۲۷ | ۰/۸۶۰ | ۱۰/۳۹۸ | ۰/۵۰۴ | ۰/۰۰۲ | ۲۰ | خطا (۲) | |
| ۳/۶۷۶ | ۲/۶۰۲ | ۲/۷۰۳ | ۶/۵۷۰ | ۵/۰۲۴ | ۶/۵۰۳ | ۹/۷۶۰ | ۱۵/۸۹۳ | ۱/۰۶ | | ضریب تغییرات | |

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

خشک ساقه و دانه تعیین گردید. از تقسیم وزن دانه خشک به زیست توده (مجموع وزن دانه خشک و کاه خشک) شاخص برداشت محاسبه شد.

داده‌ها به کمک نرم افزار SAS (۱) مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد

اختلاف بین تیمارهای آبیاری و ارقام برای عملکرد اقتصادی و بیولوژیک معنی‌دار بود. اختلاف بین تیمارهای آبیاری و ارقام جز برای سرعت پرشدن دانه و محتوای نسبی آب برگ در ۲۰ روز پس از خوشه‌دهی در کلیه مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار بود (جدول ۲).

شاخص برداشت بهار (۳۰ درصد) بالاتر از دو رقم درفک و علی کاظمی (۲۸ درصد) بود. با توجه به این که رقم بهار دارای بیشترین میزان عملکرد را دارا بود، شاخص برداشت آن نسبت به دو رقم دیگر بالاتر شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها برای شاخص برداشت نشان داد که آبیاری غرقاب، روز پس از ناپدید شدن آب و دور آبیاری ۸ روزه اختلاف معنی‌دار نداشتند در حالی که دور آبیاری ۵ روزه و ۱۱ روزه با سایر تیمارهای اعمال شده اختلاف معنی‌دار داشتند. چراگونگ من و همکاران (۲۰) در بررسی خود گزارش نمودند که ارقام پر محصول عموماً ارتفاع بوته کوتاه و شاخص برداشت بالایی دارند و همه آنها کارایی دسترسی به آب بهتری نسبت به سایر ارقام دارند. آنها نتیجه گرفتند پتانسیل عملکرد بالای واریته‌های متحمل ناشی از شاخص برداشت بالای آنها در شرایط مطلوب رشد است. رقم بهار در کلیه تیمارهای آبیاری دارای بالاترین عملکرد نسبت به سایر ارقام بود (جدول ۳). بهار با ۴/۴۷ کیلوگرم در ۲ مترمربع بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد، درفک با ۴/۳۱ کیلوگرم در ۲ مترمربع و علی کاظمی با ۳/۳۹ کیلوگرم در ۲ مترمربع بعد از آنها قرار داشتند. اختلاف

بین تیمارهای آبیاری نشان داد که تیمار غرقاب (۴/۹۷ کیلوگرم در ۲ مترمربع) بالاترین و دور آبیاری ۱۱ روزه (۳/۳۴ کیلوگرم در ۲ مترمربع) پایین ترین عملکرد بیولوژیک را داشتند و سایر تیمارها بین این دو تیمار آبیاری قرار گرفتند. هرچقدر فواصل آبیاری کوتاه‌تر شد، میزان تولید اندام سبز گیاه بیشتر شد. به عبارت دیگر با افزایش فواصل آبیاری عملکرد بیولوژیک و اقتصادی کاهش یافت. آلوری و همکاران (۶) در بررسی اثر تیمارهای آبیاری ۷، ۱۴ و ۲۱ روزه نشان دادند که با افزایش فواصل آبیاری ارتفاع گیاه، تعداد خوشه و عملکرد بیولوژیک کاهش چشم‌گیری را نشان می‌دهند. اختلاف بین تکرارها، تیمارهای آبیاری و ارقام برای عملکرد دانه معنی‌دار بود. جیانگ و همکاران (۱۶) نیز اختلاف معنی‌داری را بین عملکرد مدیریت‌های آبیاری و ارقام مشاهده نمودند. بالاترین عملکرد مربوط به بهار (۶۷۱۰ کیلوگرم در هکتار) و در حالت غرقاب دائم بود. بین حالت غرقاب دائم و آبیاری پس از ناپدید شدن آب و دور آبیاری ۵ روزه اختلافی دیده نشد. عملکرد دانه در رقم علی کاظمی کمترین مقدار را دارا بود (۴۷۴۸ کیلوگرم در هکتار). جونگ دی و همکاران (۱۹) گزارش نمودند که تحت شرایط محدودیت آب در مرحله گل‌دهی، کاهش عملکرد دانه عمدتاً ناشی از افزایش عقیمی سنبلچه‌ها است. خشکی موجب عقیمی گلچه‌ها در مرحله پرشدن دانه‌ها می‌گردد در نتیجه تعداد دانه‌های پوک افزایش یافته و اختلاف بین ارقام از لحاظ تعداد دانه پر مشاهده شد که موجب اختلاف عملکرد در بین ارقام می‌گردد. اختلاف بین تیمارهای آبیاری پس از ناپدید شدن آب و دور آبیاری ۵ روزه برای عملکرد دانه معنی‌دار نبود. کمترین میزان عملکرد دانه در دوره‌های آبیاری به دور ۱۱ روزه (۴۵۰۹ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت. نحوی (۵) دور آبیاری با فاصله ۵ روز را با حفظ راندمان مصرف آب و بدون کاهش معنی‌دار عملکرد به عنوان راهکاری برای مقابله با کم آبی در مورد رقم خزر پیشنهاد نمود. از آنجا که در این آزمایش نیز اختلاف بین حالت غرقاب دائم و دور آبیاری ۵ روزه معنی‌دار نشد، می‌توان دور آبیاری با فاصله ۵ روز را با حفظ راندمان

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های صفات زراعی و محتوای نسبی آب برگ در ارقام برنج و مدیریت‌های مختلف آبیاری

| محتوای نسبی آب | محتوای نسبی آب | محتوای نسبی آب | محتوای نسبی آب | محتوای نسبی آب | محتوای نسبی آب | محتوای نسبی آب | محتوای نسبی آب | محتوای نسبی آب | محتوای نسبی آب | محتوای نسبی آب | محتوای نسبی آب | عوامل آزمایشی |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------|
| پس از ۲۱ روز | پس از ۱۸ روز | پس از ۱۵ روز | پس از ۱۲ روز | پس از ۹ روز | پس از ۶ روز | پس از ۳ روز | شاخص برداشت (درصد) | بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد | عملکرد | بیولوژیکی (کیلوگرم در ۲ مترمربع) | عملکرد |
| (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | گل‌دهی | گل‌دهی | گل‌دهی | گل‌دهی | گل‌دهی |
| ۶۵/۳۹ ^a | ۶۸/۲۴ ^a | ۷۴/۴۰ ^a | ۷۸/۱۸ ^a | ۸۵/۱۰ ^a | ۹۰/۷۶ ^a | ۹۵/۳۹ ^a | ۳۰ ^a | ۴/۴۷ ^a | ۶۷۱ ^a | ۴/۴۷ ^a | ۳۰ ^a | بهار |
| ۵۵/۸۵ ^b | ۶۱/۳۹ ^b | ۷۰/۹۷ ^b | ۷۷/۵۰ ^a | ۸۲/۶۳ ^b | ۹۱/۳۳ ^a | ۹۴/۷۴ ^{ab} | ۲۸ ^b | ۴/۳۱ ^b | ۶۰۳ ^b | ۴/۳۱ ^b | ۲۸ ^b | درفک |
| ۵۲/۷۳ ^c | ۶۰/۰۴ ^c | ۶۹/۱۵ ^c | ۷۴/۵۸ ^b | ۸۱/۷۸ ^c | ۸۷/۴۰ ^b | ۹۳/۹۶ ^b | ۲۸ ^b | ۳/۳۹ ^c | ۴۷۴ ^c | ۳/۳۹ ^c | ۲۸ ^b | کازمی علمی |
| ۶۲/۴۵ ^a | ۶۹/۰۸ ^a | ۸۱/۱۱ ^a | ۸۵/۶۶ ^a | ۹۱/۸۸ ^a | ۹۵/۳۸ ^a | ۹۸/۸۴ ^a | ۲۹ ^b | ۴/۹۷ ^a | ۷۲۲ ^a | ۴/۹۷ ^a | ۲۹ ^b | دور آبیاری |
| ۶۲/۴۰ ^a | ۶۶/۰۴ ^b | ۷۷/۷۲ ^b | ۸۲/۲۹ ^b | ۹۰/۰۷ ^b | ۹۳/۶۹ ^b | ۹۷/۷۸ ^{ab} | ۲۸ ^b | ۴/۴۰ ^b | ۶۱۶ ^{ab} | ۴/۴۰ ^b | ۲۸ ^b | پس از ناپدید شدن آب |
| ۵۸/۱۸ ^b | ۶۶/۰۱ ^b | ۷۱/۸۶ ^c | ۷۹/۰۱ ^c | ۸۵/۲۱ ^c | ۸۹/۷۱ ^c | ۹۳/۰۷ ^c | ۳۱ ^a | ۳/۹۲ ^c | ۶۰۷ ^{ab} | ۳/۹۲ ^c | ۳۱ ^a | دور ۵ روزه |
| ۵۴/۶۴ ^c | ۵۸/۷۹ ^c | ۶۶/۳۲ ^d | ۷۰/۴۷ ^d | ۷۵/۸۶ ^d | ۸۶/۴۴ ^d | ۹۲/۵۵ ^d | ۲۹ ^b | ۳/۵۵ ^d | ۵۱۸ ^{bc} | ۳/۵۵ ^d | ۲۹ ^b | دور ۸ روزه |
| ۵۲/۲۰ ^d | ۵۶/۱۰ ^d | ۶۰/۶۴ ^c | ۶۶/۳۴ ^c | ۷۲/۸۴ ^c | ۸۳/۴۰ ^c | ۹۱/۲۸ ^d | ۲۷ ^c | ۳/۳۴ ^c | ۴۵۰ ^c | ۳/۳۴ ^c | ۲۷ ^c | دور ۱۱ روزه |

* میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند و برای هر عامل آبیاری تفاوت دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، معنی‌دار نیست.

ادامه جدول ۲. مقایسه میانگین‌های صفات زراعی و محتوای نسبی آب برگ در ارقام برنج و مدیریت‌های مختلف آبیاری

| عوامل آزمایشی | ۸ روز پس از | ۱۱ روز پس از | ۱۴ روز پس از | ۱۷ روز پس از | ۲۰ روز پس از | ۲۳ روز پس از | ۲۶ روز پس از | ۲۹ روز پس از | ۳۰ روز پس از |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | خوشه‌دهی | خوشه‌دهی | خوشه‌دهی | خوشه‌دهی | خوشه‌دهی | خوشه‌دهی | خوشه‌دهی | خوشه‌دهی | خوشه‌دهی |
| رقم | | | | | | | | | |
| بهار | ۰/۲۵ ^a | ۰/۷۶ ^b | ۱/۲۰ ^b | ۱/۶۴ ^b | ۱/۹۷ ^a | ۱/۱۶ ^a | ۲/۲۶ ^a | ۲/۳۱ ^a | ۲/۳۳ ^a |
| درفک | ۰/۲۰ ^b | ۰/۸۲ ^a | ۱/۳۰ ^a | ۱/۷۴ ^a | ۱/۹۱ ^a | ۲/۲۰ ^a | ۲/۲۸ ^a | ۲/۳۱ ^a | ۲/۳۳ ^a |
| علی کاظمی | ۰/۰۶ ^c | ۰/۳۴ ^c | ۰/۸۳ ^c | ۱/۲۸ ^c | ۱/۸۱ ^a | ۱/۹ ^b | ۲/۱۰ ^b | ۲/۱۳ ^b | ۲/۱۳ ^b |
| دور آبیاری | | | | | | | | | |
| غرقاب | ۰/۱۷ ^c | ۰/۸۳ ^a | ۱/۱۹ ^a | ۱/۶۶ ^a | ۲/۰۱ ^a | ۲/۲۰ ^a | ۲/۳۰ ^a | ۲/۳۳ ^a | ۲/۳۵ ^a |
| پس از ناپدید شدن آب | ۰/۲۴ ^a | ۰/۷۶ ^a | ۱/۲۱ ^a | ۱/۶۶ ^a | ۱/۹۹ ^a | ۲/۱۷ ^{ab} | ۲/۲۶ ^a | ۲/۳۰ ^{ab} | ۲/۳۲ ^{ab} |
| دور ۵ روزه | ۰/۲۲ ^b | ۰/۸۴ ^a | ۱/۱۶ ^a | ۱/۵۹ ^{ab} | ۱/۸۹ ^a | ۲/۱۳ ^{bc} | ۲/۲۲ ^{ab} | ۲/۲۵ ^{abc} | ۲/۲۶ ^{abc} |
| دور ۸ روزه | ۰/۱۵ ^d | ۰/۶۲ ^b | ۱/۰۶ ^b | ۱/۵۳ ^b | ۱/۸۲ ^a | ۲/۰۹ ^c | ۲/۱۷ ^{ab} | ۲/۲۱ ^{bc} | ۲/۲۲ ^{bc} |
| دور ۱۱ روزه | ۰/۰۵ ^c | ۰/۳۵ ^c | ۰/۸۷ ^c | ۱/۳۲ ^c | ۱/۸۷ ^a | ۲/۰۱ ^d | b۲/۱۱ | ۲/۱۶ ^c | ۲/۱۷ ^c |

*: میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند و برای هر عامل آزمایشی تفاوت دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند معنی دار نیست.

پیشنهاد می‌گردد چون به نظر می‌رسد تعداد خوشه و تعداد دانه در خوشه بالا، پایین‌تر بودن وزن دانه آنرا جبران کند. از آنجا که اثر متقابل زیادی بین رقم و نوع تیمار آبیاری اعمال شده دیده شد، پیشنهاد می‌شود که برای شرایط اقلیمی هر منطقه و رقم متداول آن منطقه آزمایش جداگانه‌ای انجام شود تا بتوان با مدیریت مناسب آب به عملکرد بالاتر دست یافت. با توجه به داده‌های جدول ۳ مشخص می‌شود که در ارقام بهار، درفک و علی کاظمی با افزایش فاصله آبیاری‌ها، سرعت پر شدن دانه افزایش یافته است بین سرعت پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه هم‌بستگی منفی و ناچیزی وجود دارد. جیبیهو و همکاران (۱۳) نیز هم‌بستگی منفی بین سرعت پر شدن دانه و طول دوره مؤثر پر شدن دانه گزارش نمودند.

در رقم بهار طول دوره مؤثر پر شدن دانه در تیمارهای دور آبیاری ۵ روزه، ۸ روزه و ۱۱ روزه افزایش یافت. با افزایش طول دوره پر شدن دانه این رقم توانسته است مواد ذخیره‌ای بیشتری را در پایان فصل رشد در اختیار دانه‌ها قرار دهد. لافیته (۲۳) دریافت که در طول پر شدن دانه از بین اجزای عملکرد، متوسط وزن دانه بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. ارقام اصلاح شده و بهار حتی پس از رسیدن دانه‌ها، دارای برگ‌هایی سبز و در نتیجه فعالیت فتوسنتزی می‌باشند، لذا طول دوره مؤثر پر شدن دانه در این ارقام بیشتر از ارقام بومی است.

به‌طور کلی سرعت پر شدن دانه در رقم درفک در کلیه تیمارهای اعمال شده بیشتر از رقم بهار بود هم‌چنین سرعت پر شدن دانه در رقم علی کاظمی در کلیه تیمارهای اعمال شده بیشتر از دو رقم قبلی بود زیرا این رقم نسبت به ارقام اصلاح شده و بهار دارای دوره رسیدگی (۲۰ روز) کوتاه‌تر است (۴)، لذا در شرایط تنش دانه‌های خود را با سرعت بیشتری پر می‌کند. نتایج مقایسه میانگین‌ها برای صفات مورد بررسی در مرحله پر شدن دانه نشان داد که ارتباط منفی بین سرعت پر شدن دانه و حداکثر وزن دانه وجود دارد (جدول ۳). با توجه به این که ارقام بهار و درفک

مصرف آب و بدون کاهش معنی‌دار عملکرد به‌عنوان راه‌کاری برای مقابله با کم‌آبی در مورد ارقام درفک و علی کاظمی و برنج بهار پیشنهاد نمود. یامبو و اینگرام (۳۱) در بررسی دوره‌های مختلف آبیاری مشاهده نمودند که در تنش آبی، آبیاری دور ۵ روزه در مرحله زایشی سبب کاهش عملکرد به میزان ۲۵ تا ۴۰ درصد می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در مناطقی که کمبود منابع آبی وجود دارد و یا در شرایط خشک‌سالی، به‌جای حالت غرقاب، از آبیاری دور ۵ روزه می‌توان استفاده نمود ولی نباید این امر در مرحله زایشی صورت گیرد به‌عبارت دیگر در مرحله زایشی از آبیاری تکمیلی استفاده شود.

سرعت پر شدن دانه

رقم درفک در شرایط غرقاب به‌جز در ۱ روز پس از خوشه‌دهی در سایر تاریخ‌های نمونه‌برداری دارای بالاترین میزان وزن دانه بود اما در تیمار روز پس از ناپدید شدن آب، رقم بهار بالاترین وزن دانه را دارا بود و این نشان‌دهنده تحمل بالاتر این رقم به شرایط کمبود آب کوتاه مدت نسبت به دو رقم دیگر بود. در دور آبیاری ۵ روزه درفک دارای بالاترین وزن دانه بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد بالاتر بودن وزن دانه بهار در ۲۰ روز پس از خوشه‌دهی ناشی از خطای نمونه‌برداری باشد. در دور آبیاری ۸ روزه، بهار در زمان‌های پایانی نمونه‌برداری نسبت به دو رقم دیگر بالاترین وزن دانه را داشت (جدول ۳). از آنجا که عملکرد بوته براساس وزن نهایی دانه محاسبه می‌گردد، افزایش وزن دانه در زمان رسیدگی از عوامل تحمل بیشتر بهار نسبت به دو رقم دیگر می‌باشد. در دور آبیاری ۱۱ روزه، درفک دارای بالاترین وزن دانه در کلیه نمونه‌برداری‌ها بود (جدول ۳). علی کاظمی در کلیه تاریخ‌های نمونه‌برداری نسبت به دو رقم دیگر کمترین وزن دانه را داشت. دامنه‌ای از تغییرات برای وزن دانه در دو رقم درفک و بهار مشاهده شد اما با توجه به این که تعداد خوشه چه و تعداد دانه در خوشه بهار (به ترتیب ۱۲ و ۱۲۰) بیشتر از درفک (به ترتیب ۱۰ و ۱۰۶) است (۴)، برای حصول عملکرد بالاتر در شرایط مشابه آزمایش استفاده از بهار

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات ورد بررسی برای تیمارهای مختلف آبیاری در سطح رقم

| محتوای نسبی | محتوای نسبی | | | | محتوای نسبی | محتوای نسبی | محتوای نسبی | محتوای نسبی | محتوای نسبی | تیمار |
|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|---------------|
| | آب برگ ۱۸ | آب برگ ۱۵ | آب برگ ۱۲ | آب برگ ۸ | | | | | | |
| روز پس از | روز پس از | روز پس از | روز پس از | روز پس از | روز پس از | روز پس از | روز پس از | روز پس از | روز پس از | |
| گل‌دهی | گل‌دهی | گل‌دهی | گل‌دهی | گل‌دهی | گل‌دهی | گل‌دهی | گل‌دهی | گل‌دهی | گل‌دهی | شاخص |
| (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | (درصد) | برداشت (درصد) |
| ۷۳/۳۳۰ | ۸۶/۹۱۶ | ۸۹/۶۷۰ | ۹۳/۹۳۰ | ۹۴/۴۰۰ | ۹۹/۸۹۳ | ۸۳۰/۴ | ۵۸/۵۰ | ۳۲ | غرقاب | |
| ۷۰/۶۰۰ | ۷۹/۱۱۰ | ۸۰/۰۷۰ | ۹۰/۴۲۰ | ۹۴/۱۶۰ | ۹۷/۴۶۳ | ۶۶۱/۲ | ۵۵/۵۰ | ۲۹ | روز پس از ناپدید شدن | |
| ۷۲/۸۰۰ | ۷۴/۸۹۰ | ۸۰/۳۸۰ | ۸۹/۲۸۶ | ۹۰/۲۷۰ | ۹۳/۹۷۰ | ۷۰۱/۲ | ۵۳/۶۰ | ۳۱ | دور آبیاری ۵ روزه | |
| ۶۲/۳۳۰ | ۶۷/۹۳۰ | ۷۲/۲۸۰ | ۷۷/۷۵۰ | ۸۹/۵۰۰ | ۹۳/۸۶۰ | ۶۲۹/۲ | ۵۱/۸۰ | ۳۱ | دور آبیاری ۸ روزه | |
| ۶۱/۱۱۶ | ۶۳/۱۶۰ | ۶۸/۵۲۰ | ۷۴/۱۴۰ | ۸۵/۴۷۰ | ۹۱/۸۱۰ | ۵۳۳/۲ | ۴۸/۶۰ | ۲۹ | دور آبیاری ۱۱ روزه | |
| بهار | | | | | | | | | | |
| درفک | | | | | | | | | | |
| ۶۱/۱۰۰ | ۷۹/۵۱۰ | ۸۵/۰۷۳ | ۹۱/۷۱۰ | ۹۷/۴۷۰ | ۹۸/۰۵۰ | ۷۴۶/۴ | ۴/۹۹۳ | ۲۸ | غرقاب | |
| ۶۸/۸۲۰ | ۷۷/۴۶۰ | ۸۷/۴۴۰ | ۹۰/۲۱۰ | ۹۷/۵۰۰ | ۹۷/۱۹۰ | ۶۳۴/۴ | ۴/۶۶۰ | ۲۹ | روز پس از ناپدید شدن | |
| ۶۴/۲۰۰ | ۷۰/۶۳۰ | ۷۸/۵۰۰ | ۸۳/۶۷۰ | ۹۰/۳۷۰ | ۹۳/۴۸۰ | ۶۴۰/۰ | ۴/۳۰۰ | ۳۱ | دور آبیاری ۵ روزه | |
| ۵۷/۲۲۰ | ۶۶/۵۶۰ | ۷۰/۳۶۰ | ۷۵/۰۴۰ | ۸۹/۴۴۰ | ۹۳/۳۳۰ | ۵۱۰/۴ | ۴/۱۴۰ | ۲۷ | دور آبیاری ۸ روزه | |
| ۵۵/۸۳۰ | ۶۰/۸۳۰ | ۶۶/۱۶۰ | ۷۲/۵۲۰ | ۸۳/۸۲۰ | ۹۱/۸۱۰ | ۴۸۶/۴ | ۴/۴۹۰ | ۲۸ | دور آبیاری ۱۱ روزه | |
| علی کاظمی | | | | | | | | | | |
| ۶۳/۸۲۳ | ۷۶/۹۱۳ | ۸۲/۲۵۰ | ۹۰/۰۰۰ | ۹۴/۲۸۰ | ۹۸/۵۸۰ | ۵۸۹/۲ | ۴/۲۰ | ۲۸ | غرقاب | |
| ۶۷/۸۹۰ | ۷۶/۶۰۰ | ۷۹/۳۶۰ | ۸۹/۵۹۰ | ۹۱/۴۲۰ | ۹۸/۶۸۰ | ۵۲۸/۰ | ۳/۹۴۰ | ۲۷ | روز پس از ناپدید شدن | |
| ۶۱/۳۱۰ | ۷۰/۰۷۰ | ۷۸/۱۶۰ | ۸۲/۶۹۰ | ۸۸/۵۱۰ | ۹۱/۸۶۰ | ۵۰۸/۰ | ۳/۸۴۰ | ۳۲ | دور آبیاری ۵ روزه | |
| ۵۵/۸۳۰ | ۶۴/۱۸۰ | ۶۸/۷۹۰ | ۷۴/۸۰۰ | ۸۱/۸۹۰ | ۹۰/۵۷۰ | ۴۱۶/۰ | ۳/۴۰۰ | ۲۹ | دور آبیاری ۸ روزه | |
| ۵۱/۴۵۰ | ۵۸/۰۳۰ | ۶۴/۳۴۰ | ۷۱/۸۶۰ | ۸۰/۹۳۰ | ۹۰/۲۵۰ | ۳۳۳/۲ | ۳/۲۰ | ۲۴ | دور آبیاری ۱۱ روزه | |
| ۰/۶۲۵ | ۰/۲۶۲ | ۰/۵۲۸ | ۰/۰۹۸ | ۱/۴۱۰ | ۰/۸۵۵ | ۰/۳۲۳ | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۹۳ | (/۵) LSD | |

ادامه جدول ۳. مقایسه میانگین صفات ورد بررسی برای تیمارهای مختلف آبیاری در سطح رقم

| تیمار | خوشه‌دهی | روز پس از ۳۲ | خوشه‌دهی | روز پس از ۲۹ | خوشه‌دهی | روز پس از ۲۶ | خوشه‌دهی | روز پس از ۲۳ | خوشه‌دهی | روز پس از ۲۰ | خوشه‌دهی | روز پس از ۱۷ | خوشه‌دهی | روز پس از ۱۴ | خوشه‌دهی | روز پس از ۱۱ | خوشه‌دهی | |
|---|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|--|---|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|-------|
| غرقاب روز پس از ناپدید شدن دور آبیاری ۵ روزه | ۲/۴۱۱ | ۲/۳۸۸ | ۲/۳۴۱ | ۲/۲۴۳ | ۲/۵۵۶ | ۱/۳۰۲ | ۱/۷۳۹ | ۱/۸۴۱ | ۰/۲۸۹ | دور آبیاری ۸ روزه دور آبیاری ۱۱ روزه | ۲/۳۸۸ | ۲/۳۸۷ | ۲/۳۵۸ | ۲/۲۹۶ | ۲/۱۶۹ | ۱/۵۶۵ | ۱/۱۰۰ | |
| | ۲/۳۲۶ | ۲/۳۰۷ | ۲/۲۶۸ | ۲/۱۷۹ | ۲/۰۰۵ | ۱/۶۸ | ۱/۶۸ | ۱/۲۶۱ | ۰/۲۵۸ | | ۲/۳۲۶ | ۲/۳۰۷ | ۲/۲۶۸ | ۲/۱۷۹ | ۲/۰۰۵ | ۱/۶۸ | ۱/۶۸ | ۱/۲۶۱ |
| | ۲/۲۸۲ | ۲/۲۶۶ | ۲/۲۲۷ | ۲/۱۴۳ | ۱/۹۶۹ | ۱/۶۵۵ | ۱/۲۰۷ | ۰/۸۳۹ | ۰/۲۳۱ | | ۲/۲۸۲ | ۲/۲۶۶ | ۲/۲۲۷ | ۲/۱۴۳ | ۱/۹۶۹ | ۱/۶۵۵ | ۱/۲۰۷ | ۰/۸۳۹ |
| | ۲/۲۴۸ | ۲/۲۱۹ | ۲/۱۴۸ | ۱/۹۸۸ | ۱/۶۷۰ | ۱/۱۸۸ | ۱/۶۸۵ | ۰/۳۳۰ | ۰/۰۵۸ | | ۲/۲۴۸ | ۲/۲۱۹ | ۲/۱۴۸ | ۱/۹۸۸ | ۱/۶۷۰ | ۱/۱۸۸ | ۱/۶۸۵ | ۰/۳۳۰ |
| | ۲/۴۵۷ | ۲/۴۳۵ | ۲/۳۸۸ | ۲/۲۹۱ | ۲/۱۰۰ | ۱/۷۷۴ | ۱/۳۱۹ | ۰/۸۴۱ | ۰/۱۲۲ | | ۲/۴۵۷ | ۲/۴۳۵ | ۲/۳۸۸ | ۲/۲۹۱ | ۲/۱۰۰ | ۱/۷۷۴ | ۱/۳۱۹ | ۰/۸۴۱ |
| | ۲/۴۰۳ | ۲/۳۷۸ | ۲/۳۲۵ | ۲/۲۱۳ | ۱/۹۹۷ | ۱/۶۳۹ | ۱/۱۶۸ | ۰/۷۱۱ | ۰/۳۲۲ | | ۲/۴۰۳ | ۲/۳۷۸ | ۲/۳۲۵ | ۲/۲۱۳ | ۱/۹۹۷ | ۱/۶۳۹ | ۱/۱۶۸ | ۰/۷۱۱ |
| غرقاب روز پس از ناپدید شدن دور آبیاری ۵ روزه دور آبیاری ۸ روزه دور آبیاری ۱۱ روزه | ۲/۳۲۵ | ۲/۳۱۹ | ۲/۳۰۴ | ۲/۲۶۸ | ۱/۵۱۹ | ۱/۶۹۱ | ۱/۲۲۲ | ۰/۳۷۰ | دور آبیاری ۵ روزه دور آبیاری ۸ روزه دور آبیاری ۱۱ روزه | ۲/۳۲۵ | ۲/۳۱۹ | ۲/۳۰۴ | ۲/۲۶۸ | ۱/۵۱۹ | ۱/۶۹۱ | ۱/۲۲۲ | ۰/۳۷۰ | |
| | ۲/۲۵۲ | ۲/۲۴۱ | ۲/۲۱۶ | ۲/۱۵۸ | ۲/۰۲۹ | ۱/۷۷۴ | ۱/۳۵۹ | ۰/۸۶۸ | | ۲/۲۵۲ | ۲/۲۴۱ | ۲/۲۱۶ | ۲/۱۵۸ | ۲/۰۲۹ | ۱/۷۷۴ | ۱/۳۵۹ | ۰/۸۶۸ | |
| | ۲/۲۲۵ | ۲/۲۱۳ | ۲/۱۸۲ | ۲/۱۰۱ | ۱/۹۰۸ | ۱/۵۲۶ | ۰/۹۸۶ | ۰/۵۰۲ | | ۰/۰۸۴ | ۲/۲۲۵ | ۲/۲۱۳ | ۲/۱۸۲ | ۲/۱۰۱ | ۱/۹۰۸ | ۱/۵۲۶ | ۰/۹۸۶ | |
| | ۲/۱۸۶ | ۲/۱۵۹ | ۲/۱۲۲ | ۲/۰۲۸ | ۱/۸۱۹ | ۱/۴۳۲ | ۰/۹۱۹ | ۰/۴۷۴ | | علی کاظمی | ۲/۱۸۶ | ۲/۱۵۹ | ۲/۱۲۲ | ۲/۰۲۸ | ۱/۸۱۹ | ۱/۴۳۲ | ۰/۹۱۹ | ۰/۴۷۴ |
| | ۲/۱۴۶ | ۲/۱۴۶ | ۲/۰۹۱ | ۱/۹۴۵ | ۱/۹۴۷ | ۱/۰۷۶ | ۰/۵۴۷ | ۰/۲۲۰ | | | ۲/۱۴۶ | ۲/۱۴۶ | ۲/۰۹۱ | ۱/۹۴۵ | ۱/۹۴۷ | ۱/۰۷۶ | ۰/۵۴۷ | ۰/۲۲۰ |
| | ۲/۱۳۳ | ۲/۱۳۳ | ۲/۰۹۲ | ۱/۹۷۳ | ۱/۶۸۷ | ۱/۱۷۶ | ۰/۶۱۶ | ۰/۲۵۴ | | | ۲/۱۳۳ | ۲/۱۳۳ | ۲/۰۹۲ | ۱/۹۷۳ | ۱/۶۸۷ | ۱/۱۷۶ | ۰/۶۱۶ | ۰/۲۵۴ |
| ۲/۰۵۱ | ۲/۰۵۱ | ۲/۰۲۸ | ۱/۹۵۹ | ۱/۷۳۳ | ۱/۲۵۱ | ۰/۶۳۹ | ۰/۳۳۹ | ۲/۰۵۱ | ۲/۰۵۱ | | ۲/۰۲۸ | ۱/۹۵۹ | ۱/۷۳۳ | ۱/۲۵۱ | ۰/۶۳۹ | ۰/۳۳۹ | | |
| ۰/۰۷۹ | ۰/۰۸۹ | ۰/۱۰۴ | ۰/۱۷۷ | ۰/۲۹۶ | ۰/۰۱۴ | ۰/۰۶۲ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۳۷ | ۰/۰۷۹ | | ۰/۰۸۹ | ۰/۱۰۴ | ۰/۱۷۷ | ۰/۲۹۶ | ۰/۰۱۴ | ۰/۰۶۲ | ۰/۰۱۱ | |
| | | | | | | | | (/۵)LSD | | | | | | | | | | |

ادامه جدول ۳. مقایسه میانگین صفات ورد بررسی برای تیمارهای مختلف آبیاری در سطح رقم

| آبیاری | سرعت پر شدن دانه (میلی گرم در روز) | نوره مؤثر پر شدن دانه (روز) | حداکثر وزن دانه (میلی گرم) |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| بهار | | | |
| غرقاب | ۰/۱۹۵ | ۲۳/۷ | ۲/۴۳ |
| پس از ناپدید شدن آب | ۰/۱۹۷ | ۲۳/۷ | ۲/۴۱ |
| دور آبیاری ۵ روزه | ۰/۲۰۴ | ۲۵/۶ | ۲/۳۴ |
| دور آبیاری ۸ روزه | ۰/۲۱۲ | ۲۵/۳ | ۲/۲۹ |
| دور آبیاری ۱۱ روزه | ۰/۲۳۳ | ۲۸/۱ | ۲/۲۶ |
| درفک | | | |
| غرقاب | ۰/۱۹۹ | ۲۶ | ۲/۴۷ |
| پس از ناپدید شدن آب | ۰/۲۰۲ | ۲۶/۸ | ۲/۴۲ |
| دور آبیاری ۵ روزه | ۰/۲۱۹ | ۲۱ | ۲/۳۳ |
| دور آبیاری ۸ روزه | ۰/۲۲۱ | ۲۳/۴ | ۲/۲۵ |
| دور آبیاری ۱۱ روزه | ۰/۲۵۱ | ۲۴/۶ | ۲/۲۳ |
| علی کاظمی | | | |
| غرقاب | ۰/۲۳۸ | ۲۵/۳ | ۲/۲۴ |
| پس از ناپدید شدن آب | ۰/۲۴۱ | ۲۵/۵ | ۲/۱۸ |
| دور آبیاری ۵ روزه | ۰/۲۶۹ | ۲۶/۹ | ۲/۱۷ |
| دور آبیاری ۸ روزه | ۰/۲۷۵ | ۲۶ | ۲/۱۵ |
| دور آبیاری ۱۱ روزه | ۰/۳۰۸ | ۲۴ | ۲/۰۶ |

با عملکرد بالا دارای سرعت پر شدن پایینی بودند هم‌بستگی منفی و معنی‌دار بین صفات مذکور منطقی به نظر می‌رسد.

محتوای نسبی آب برگ

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که تفاوت بین محتوای نسبی آب برگ ارقام بهار و درفک در تاریخ‌های ۱۵، ۱۸ و ۲۱ روز پس از ۵۰ درصد گل‌دهی محسوس‌تر است در حالی که این اختلاف تا ۱۵ روز پس از ۵۰ درصد گل‌دهی (جز در تاریخ ۹ روز پس از گل‌دهی) محسوس نبود. در تمامی تاریخ‌های مورد بررسی محتوای نسبی آب برگ رقم بومی علی کاظمی

نسبت به ارقام بهار و درفک به‌طور معنی‌داری کمتر بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که با افزایش فاصله آبیاری‌ها، محتوای نسبی آب برگ به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (جدول ۳). در شرایط غرقاب، بهار در آخرین تاریخ نمونه‌گیری بالاترین درصد محتوای نسبی آب برگ را نسبت به دو رقم دیگر داشت (جدول ۳). در سایر تیمارهای اعمال شده، آبیاری در روز پس از ناپدید شدن آب، آبیاری دور ۵ روزه، ۸ روزه و ۱۱ روزه بهار دارای بالاترین درصد محتوای نسبی آب برگ در تمام تاریخ‌های نمونه‌برداری بود (جدول ۳). بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که بهار با دارا بودن تحمل بالاتر و هم‌چنین داشتن برگ‌های سبز تا چند روز پیش از برداشت

جدول ۴. محتوای نسبی آب برگ در تیمارهای اعمال شده (درصد)

| رقم | آبیاری | ۶۰ روز پس از نشاکاری | ۶۳ روز پس از نشاکاری | ۶۶ روز پس از نشاکاری | ۶۹ روز پس از نشاکاری | ۷۰ روز پس از نشاکاری | ۷۳ روز پس از نشاکاری | ۷۶ روز پس از نشاکاری |
|-----------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| هیبرید | غرقاب | ۹۹/۸۹ | ۹۴/۴۰ | ۹۳/۹۳ | ۸۹/۶۷ | ۸۶/۹۱ | ۷۴/۳۳ | ۶۹/۹۴ |
| هیبرید | پس از ناپدید شدن آب | ۹۷/۱۴ | ۹۴/۱۶ | ۹۰/۴۲ | ۸۰/۰۷ | ۷۹/۱۱ | ۷۰/۶۰ | ۶۷/۷۱ |
| هیبرید | دور آبیاری ۵ روزه | ۹۴/۹۷ | ۹۰/۲۷ | ۸۹/۶۲ | ۸۰/۳۸ | ۷۴/۸۹ | ۷۲/۸۰ | ۶۷/۷۱ |
| هیبرید | دور آبیاری ۸ روزه | ۹۹/۸۶ | ۸۹/۵۰ | ۷۷/۷۵ | ۷۲/۲۸ | ۶۷/۹۳ | ۶۴/۳۳ | ۶۱/۴۷ |
| هیبرید | دور آبیاری ۱۱ روزه | ۸۱/۹۱ | ۸۴/۴۷ | ۷۴/۱۴ | ۶۸/۵۲ | ۶۴/۱۶ | ۶۱/۱۴ | ۶۰/۱۲ |
| درفک | غرقاب | ۹۸/۰۵ | ۹۷/۴۷ | ۹۱/۷۱ | ۹۰/۱۳ | ۸۳/۹۸ | ۷۳/۴۳ | ۷۰/۵۱ |
| درفک | پس از ناپدید شدن آب | ۹۷/۱۹ | ۹۵/۵۰ | ۹۰/۲۱ | ۸۷/۴۴ | ۷۷/۴۶ | ۶۸/۷۴ | ۶۵/۱۳ |
| درفک | دور آبیاری ۵ روزه | ۹۳/۴۸ | ۹۰/۳۷ | ۸۳/۶۷ | ۷۸/۵۰ | ۷۰/۶۳ | ۶۴/۲۰ | ۵۴/۷۶ |
| درفک | دور آبیاری ۸ روزه | ۹۳/۲۴ | ۸۹/۴۴ | ۷۵/۰۴ | ۷۰/۳۶ | ۶۶/۵۶ | ۵۷/۲۲ | ۵۱/۷۰ |
| درفک | دور آبیاری ۱۱ روزه | ۹۱/۷۸ | ۸۳/۸۲ | ۷۲/۵۲ | ۶۶/۱۶ | ۶۰/۷۳ | ۵۵/۷۳ | ۴۹/۲۵ |
| علی کاظمی | غرقاب | ۹۸/۵۹ | ۹۴/۲۸ | ۹۰ | ۸۲/۲۵ | ۷۶/۵۸ | ۶۴/۴۹ | ۵۹ |
| علی کاظمی | پس از ناپدید شدن آب | ۹۸/۶۸ | ۹۲/۴۲ | ۸۹/۵۹ | ۷۹/۳۶ | ۷۶/۶۰ | ۶۷/۷۹ | ۵۴/۸۴ |
| علی کاظمی | دور آبیاری ۵ روزه | ۹۱/۷۶ | ۸۸/۵۱ | ۸۲/۶۹ | ۷۸/۱۶ | ۷۰/۰۷ | ۶۱/۳۱ | ۵۲/۰۹ |
| علی کاظمی | دور آبیاری ۸ روزه | ۹۰/۵۷ | ۸۹/۸۱ | ۷۴/۸۰ | ۶۸/۷۹ | ۶۴/۱۸ | ۵۵/۸۳ | ۵۰/۷۵ |
| علی کاظمی | دور آبیاری ۱۱ روزه | ۹۰/۲۵ | ۸۰/۹۴ | ۷۱/۸۶ | ۶۴/۳۴ | ۵۸/۰۳ | ۵۱/۴۵ | ۴۷/۲۴ |

بررسی روند تغییرات محتوای نسبی آب برگ نشان داد که با پیشرفت زمان، محتوای نسبی آب برگ کاهش می‌یابد (جدول ۴). هم‌چنین شدت تغییرات رقم علی کاظمی در تیمارهای غرقاب، آبیاری در روز پس از ناپدید شدن آب از درفک و بهار بیشتر است (جدول ۴). در دور آبیاری ۵ روزه ارقام علی کاظمی و درفک روند یکسانی را نشان دادند. کاهش محتوای نسبی آب برگ رقم بهار در این تیمار کمتر از علی کاظمی و درفک بود (جدول ۴).

تنش آبی صفات مهمی از جمله عملکرد بیولوژیکی، عملکرد و وزن دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به هم‌بستگی منفی و معنی‌داری که بین سرعت پر شدن دانه، عملکرد و وزن هزار دانه و هم‌چنین کاهش عملکرد و وزن دانه در تیمارهای تحت تنش مشاهده گردید، می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که بین ارقام مورد بررسی، رقم بهار دارای

توانسته محتوای نسبی آب برگ خود را در حد مطلوبی حفظ نماید. با توجه به این‌که بهار دارای ارتفاع کوتاه‌تر، محتوای نسبی آب برگ و عملکرد بالاتر در کلیه شرایط آبیاری بوده است، می‌توان چنین پیشنهاد نمود که بهار رقم مناسب برای مناطق با شرایط مشابه است، زیرا با کاهش میزان آب عملکرد این رقم با شیب کمتری کاهش می‌یابد. از رقم درفک می‌توان در مقام دوم استفاده نمود. رقم علی کاظمی در تمام تیمارهای آبیاری محتوای نسبی آب برگ کمتری نسبت به دو رقم دیگر داشت (جدول ۳) و در آخرین تاریخ‌های نمونه‌برداری دارای برگ‌هایی به رنگ سبز کم‌رنگ و خشک‌تر نسبت به سایرین بود. در هر سه رقم با پیشرفت زمان محتوای نسبی آب برگ کاهش یافت (جدول ۲ و ۳)، در صورتی که این مقدار کاهش در رقم بهار با سرعت کمتری صورت گرفت و رقم علی کاظمی دارای بیشترین سرعت در کاهش میزان محتوای نسبی آب برگ بود.

می‌باشد. هم‌چنین رقم علی کاظمی به‌دلیل زودرس بودن در شرایط عادی، دارای سرعت پر شدن دانه سریع‌تری نسبت به سایر ارقام مورد بررسی است. در نتیجه سرعت پر شدن دانه این رقم در شرایط کمبود آب آهنگ تندتری یافته و به همان میزان از عملکرد کاسته می‌شود. در نتیجه کشت این گیاه زمانی که با محدودیت آبی مواجه هستیم، توصیه نمی‌گردد. رقم درفک به‌دلیل قرار گرفتن بعد از رقم بهار می‌تواند جایگزین این رقم در شرایط کمبود آب گردد که در این حالت عملکرد نسبت به رقم بهار کاهش خواهد یافت. توصیه می‌گردد که در بررسی‌های آینده، دوره‌های آبیاری متفاوت بیشتری همراه با ارقام دیگری که از لحاظ عملکرد در حد مطلوبی می‌باشند مورد مطالعه و تحقیق قرار گیرند.

عملکرد بالاتری در تمام تیمارهای آبیاری بود و این رقم برای تمام دوره‌های آبیاری قابل توصیه است و در شرایط تنش مشابه حالت مورد بررسی برای حصول عملکرد بالا بهتر است از رقم بهار استفاده نمود. با توجه به تغییرات محتوای نسبی آب برگ و عملکرد در آبیاری‌های مختلف می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که صفت محتوای نسبی آب برگ با تغییر دوره آبیاری کاملاً دستخوش تغییر می‌شود. لذا می‌توان از این صفت در سایر بررسی‌های مربوط به دوره‌های آبیاری و تنش خشکی استفاده نمود. نتایج حاصل از برآزش سرعت پر شدن دانه نشان داد که بهار با دارا بودن بیشترین طول دوره مؤثر پر شدن دانه و بالاترین عملکرد (۶۷۱۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به ارقام درفک و علی کاظمی رقم مناسب‌تری در شرایط کمبود آب

منابع مورد استفاده

۱. سلطانی، ا. ۱۳۷۷. کاربرد نرم افزار SAS در تجزیه‌های آماری (برای رشته‌های کشاورزی). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۲. صبوری، ح.، ع. م. رضایی، س. ع. م. میدی، م. اصفهانی و م. کاوسی. ۱۳۸۳. مقایسه مدل‌های رگرسیون لجستیک، تکه‌ای و خطی در تخمین سرعت و طول دوره پر شدن دانه ارقام برنج در آرایش‌های مختلف کاشت. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۵(۳): ۶۰۳-۶۱۲.
۳. علیزاده، ا. ۱۳۸۴. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا، تهران.
۴. کاتوزی، م.، ف. رحیم زاده خوئی و ح. صبوری. ۱۳۸۷. ارزیابی ارقام برنج در تیمارهای مختلف آبیاری بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۱(۳): ۳۳-۴۷.
۵. نحوی، م. ۱۳۷۹. تعیین مناسب‌ترین فاصله دور آبیاری بر اساس آنالیز شاخص‌های رشد و عملکرد برنج (رقم خزر). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
6. Alluri, K., R. S. Vodouhe. K. J. Treharne and I. W. Buddenhagen. 1978. Evaluation of rice varieties for drought avoidance and drought escape mechanisms. Rice in Africa. Academic Press Inc., London, UK.
7. Bruckner, P.L. and R.C. Froberg. 1987. Rate and duration of grain filling in spring wheat. Crop Sci. 27: 451-455.
8. Darroch, A. B. and R.J. Baker. 1990. Grain filling in three spring wheat genotypes. Crop Sci. 30: 525-529.
9. Daynard, T.B., J. W. Tanner and W. G. Duncan. 1970. Duration of the grain filling period and Its relation to grain yield in corn (*Zea mays* L.). Crop Sci. 11: 45-47.
10. De-Datta, S. K. 1981. Principles and Practices of Rice Production. Los Banos, Philippines, IRRI.
11. Draper, N. R. and H. Smith. 1981. Applied Regression Analysis. John Wiley, New York.
12. Fukai, S. 1999. Phenology in rain fed low land rice. Field Crop Res. 64: 51-60.
13. Gebeyhou, G., D. R. Knott and R. J. Baker. 1981. Relationships among duration of vegetative and grain filling phases, yield-components and grain yield in durum wheat cultivars. Crop Sci. 27: 287-290.
14. Hwang, C. J., K. T. Kim, N. K. Oh and J. U. Jeong. 1989. The effect of drought at the reproductive stage on degeneration, sterility, ripening and nutrient uptake of rice. Rice 31: 36-42.
15. Jerakongman, S., S. Rajatasereekul, K. Naklang, P. Romyen, S. Fukai, E. Skulkhu, B. Jumpaket and K. Nathabutr. 1996. Growth and grain yield of contrasting rice cultivars grown under different conditions of water availability. Field Crops Res. 44: 139-150.
16. Jiang, H., G. L. Jiang, G. L. Wang, J. L. Wu, Z. B. He and J. L. Shen. 1991. Identification of drought resistance in rice germplasm resources. Jiangsu Agric. Sci. 1: 10-12.

17. Johnson, D. R. and J. W. Tanner. 1972. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 12: 485-486.
18. Jones, D. B., M. L. Peterson and S. Geng. 1978. Association between grain filling rate and duration yield component in rice. *Crop Sci.* 19: 641-645.
19. Jongdee, B., S. Fukai and M. Cooper. 2002. Leaf water potential and osmotic adjustment as physiological traits to improve drought tolerance in rice. *Field Crops Res.* 76: 153-163.
20. Kim, H. Y., S. K. Lee, G. S. Chung and J. K. Sohn. 1988. Screening of rice drought resistance in a sloping field. *Research-Reports of the Rural Development Administration, Rice* 30: 36-43
21. Kobata, T. and S. Takami. 1989. Water status and grain production of several japonica rice's under grain –filling stage drought. *Jap. J. Crop Sci.* 58: 212-216.
22. Kumar, R. and R. Kumar. 2002. Effect of drought on growth, leaf rolling, plant water status and yield of rice (*Oryza sativa* L.). *Ind. J. Agron.* 47: 61-66
23. Laffitte, R. 2002. Relationship between leaf relative water content during reproductive stage deficit and grain formation in rice. *Field Crops Res.* 76: 165-174.
24. Poneleit, G. G. and D. B. Egli. 1979. Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. *Crop Sci.* 19:385-388.
25. Radford, P. J. 1967. Growth analysis formulae their use and abuse. *Crop Sci.* 7:171-175.
26. Singh, Y. P. and J. P. Misra. 1974. Effect of irrigation periods on yeild and yeild component in Rice (*oryza sativa* L.) *Indian J. Agron.* 19: 60-63
27. Sofield, I., L. T. Evans, M. G. Cook and L. F. Wardlaw. 1977. Factors in fluencing the rate and duration of grain filling in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.* 4: 785-797.
28. Sorte, N. V., R. D. Deolate, N. R. Shastri, N. N. Kukade and M. G. Bhute. 1992. Effect of short term water stress on yield and yield attributes in upland paddy cultivars. *J. Soils and Crops.* 2: 11-16.
29. SPSS INC. SPSS 8.0 for windows. 1998. Brief Guid. Prentice Hall, London.
30. Van-Sanford, D. A. 1985. Variation in kernel growth characters among soft red winter wheat. *Crop Sci.* 25:626-630.
31. Yambo, E. B. and K. T. Ingram. 1988. Drought stress index for rice. *Philip. J. Crop Sci.* 13:150-161.