

## بررسی واکنش ارقام و لاین های برنج نسبت به عمق های مختلف آب آبیاری در منطقه

### لنجان اصفهان\*

حمیدرضا سالمی و حسنعلی عابدی\*\*

\* برگرفته از طرح تحقیقاتی، با عنوان: «بررسی واکنش ارقام بومی برنج نسبت به سطوح مختلف آب مصرفی در منطقه لنجان اصفهان»

\*\* اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، نشانی: اصفهان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان،

ص. پ. ۱۹۹-۸۱۷۸۵، دورنگار: ۷۷۵۹۰۰۷ (۰۳۱۱)، پیام نگار: hr\_salemiuk@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۵/۵؛ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۵/۱/۱۹

### چکیده

به منظور بررسی تحمل ارقام و لاین های برنج به تنش خشکی و تعیین اثر این تنش بر عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه، آزمایشی در سال های زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ در ایستگاه تحقیقات شهید فزوه اصفهان اجرا شد. آزمایش به صورت طرح آماری کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. سه تیمار میزان آب آبیاری شامل آبیاری با عمق ۳/۵ سانتی متر در تمام دوره فصل رشد (I<sub>1</sub>)، آبیاری با عمق ۲/۲ سانتی متر در تمام دوره فصل رشد (I<sub>2</sub>)، و تیمار کنترل عمق آب آبیاری بین صفر تا ۱/۵ سانتی متر (I<sub>3</sub>) در کرت های اصلی و هشت رقم برنج (گرده محلی، زاینده رود، سازندگی، حسنی، ۶۷-۹۷، ۶۷-۱۱۳، ۶۷-۴۷، ۶۷-۷۲ و ۶۷-۷۲) در کرت های فرعی قرار گرفتند. طی دوره و در پایان فصل رشد، صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد در تیمارهای مختلف اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که تأثیر مقادیر مختلف آب مصرفی بر شاخص های درصد پوکی، ارتفاع بوته، طول خوشه، طول ریشه، وزن خشک ریشه، و کارایی مصرف آب (WUE) در سطح یک درصد ( $p \leq 0.01$ ) معنی دار شد. این اثر بر بقیه شاخص ها معنی دار نگردید. همچنین ارقام مورد بررسی تفاوت کاملاً معنی داری ( $p \leq 0.01$ ) از نظر تعداد روز تا رسیدگی کامل دارای تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد ( $p \leq 0.01$ ) بودند. میانگین WUE در تیمار I<sub>3</sub> حداکثر و برابر ۷۷/۰ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. همچنین رقم زاینده رود دارای بالاترین مقدار WUE بود. بعد از این رقم، ارقام ۶۷-۱۱۳ و سازندگی بیشترین مقدار WUE را دارا بودند. با توجه به اهمیت بهینه سازی آب مصرفی به عنوان دیدگاه اصلی در روش های اعمال تنش خشکی و بروز بحران آب در مناطق خشک و نیمه خشک کشور، تیمار I<sub>3</sub> پیشنهاد گردید.

### واژه های کلیدی

آب آبیاری، اجزای عملکرد، اصفهان، برنج، تنش آبی، عملکرد دانه

### مقدمه

گذشته مشکل آب را در استان حاد کرده است. البته در سال های مطلوب نیز به دلیل پایین بودن میزان بارش نسبت به میانگین جهان و حتی کشور و بالا بودن تبخیر بالقوه، مسئله آب و چالش های آن امری جدی است و از این رو می توان خشکی را از اجزای ذاتی کشاورزی در استان اصفهان به شمار آورد. از مجموع ۷/۸ میلیون هکتار اراضی

با توجه به بحران خشکسالی در سال های اخیر و مقاومت برنج کاران در مورد حذف برنج از الگوی کشت، صرفه جویی در آب آبیاری کمک بزرگی است به کشاورزان پایین دست حوزه آبخیز زاینده رود و تأمین آب بخش صنعت و شرب استان اصفهان. شرایط آب و هوایی چند سال

فاریاب کشور، ۷/۴ درصد به کشت برنج اختصاص دارد، در صورتی که ۱۲/۶ درصد از ۸۳ میلیون متر مکعب آب بخش کشاورزی برای آبیاری برنج زارها به مصرف می رسد. بر اساس گزارش کشاورز و صادق زاده (Keshavarz & Sadeghzadeh, 2000)، سطح زیر کشت این محصول در ایران برابر ۵۶۰ هزار هکتار، معادل ۴ درصد کل جهان است و میانگین عملکرد نیز ۴۱۷۳ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است. استان اصفهان با حدود ۲۰۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت برنج در رتبه پنجم و از لحاظ کیفیت و کمیت با میانگین ۵۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بین مقام های اول و دوم در کشور قرار دارد (Abedi, 1998). با توجه به مطالب فوق، بهینه سازی مصرف آب در بخش کشاورزی استان که یکی از مصرف کنندگان عمده منابع آب، الزامی به نظر می رسد. حوزه زاینده رود در دهه های آینده وارد مرحله بحرانی می شود و در صورت ادامه روند فعلی افزایش جمعیت و مدیریت های ناکارا در امر تقاضا و تأمین آب، با مشکلات عدیده ای مواجه خواهد شد.

پیرمردیان و همکاران (Pirmoradian et al., 2000) در تحقیقی در مورد بازده کاربرد آبیاری برنج نشان دادند که افزایش بازده کاربرد در حالت استفاده مجدد از رواناب خروجی، نسبت به حالتی که از رواناب استفاده نشود، بین ۱۵ تا ۱۹ درصد است. افزایش این مقدار بازده استفاده از آب در حالت استفاده مجدد از رواناب خروجی برای دو سال متوالی به ترتیب برابر ۱/۲۲ و ۱ کیلوگرم به ازای هر میلی متر گزارش شده است. همچنین نتایج نشان می دهد که با اعمال یک تأخیر زمانی ۱۴ روزه در نشاکاری، علاوه بر ۱۶ درصد کاهش آب مصرفی گیاه، مقدار بازده استفاده از آب به ازای واحد آب مصرفی در دو حالت عدم استفاده مجدد از رواناب خروجی و استفاده از آن به ترتیب ۱۰ و ۱۳/۶ درصد و همچنین به ازای واحد تبخیر- تعرق ۱۱ درصد افزایش می یابد.

در تحقیقی در ایستگاه پژوهشی دانشکده کشاورزی

دانشگاه شیراز به مدت دو سال به منظور تعیین ضریب گیاهی و نیاز آبی برنج رقم چمپای کامفیروز نوع زودرس، محدوده تغییرات تبخیر- تعرق گیاه برنج در طول فصل رشد ۳/۷۶-۹/۳۴ میلی متر در روز اندازه گیری شد. در سال های ۱۳۷۵ و ۱۳۷۶، میزان کل تبخیر- تعرق در دوره رشد به ترتیب برابر ۵۶۰ و ۷۵۷ میلی متر، میانگین نفوذ عمقی در طول دوره به ترتیب برابر ۳/۴ و ۳/۵ میلی متر در روز و کل نیاز آبی به ترتیب برابر ۱۹۸۳ و ۲۳۶۱ میلی متر برآورد شد (Pirmoradian et al., 2002).

به منظور استفاده بهینه از آب آبیاری، نحوی و همکاران (Nahvi et al., 2000) در مورد برنج رقم خزر در رشت تحقیقاتی انجام دادند. پژوهشگران مؤسسه تحقیقات برنج کشور دریافتند که آبیاری با دور ۲ و ۵ روزه تفاوت معنی داری ندارد. از این رو به منظور صرفه جویی در مصرف آب با حفظ عملکرد قابل قبول، دور آبیاری ۵ روزه برای رقم خزر توصیه شد.

به منظور یافتن راهی برای صرفه جویی در مصرف آب برنج، روش های آبیاری بارانی و استغراقی برای کشت مستقیم و نشایی ارقام خزر و IR53236-342 مقایسه شدند (Yazdani et al., 2000). نتایج نشان می دهد که آب مصرفی در روش آبیاری بارانی ۲۳/۶ درصد کمتر از آبیاری استغراقی است اما کاهش عملکرد محصول به میزان ۳۰ درصد برآورد شد.

به منظور امکان سنجی صرفه جویی در مصرف آب آبیاری و پی بردن به تأثیر کاهش رطوبت در هر مرحله از رشد برنج، رضوی پور و همکاران (Razavipure et al., 2000) آزمایشی طی سال های ۷۳-۱۳۷۱ در رشت اجرا کردند. تیمارها شامل آبیاری شاهد با ۵ سانتی متر غرقاب دائم در کلیه مراحل رشد گیاه و کاهش رطوبت خاک تا ۸۰ و ۶۰ درصد رطوبت اشباع بود. نتایج نشان داد که برنج می تواند در رطوبت های بدون غرقاب رشد خوبی داشته باشد و تا زمانی که رطوبت خاک از ۸۰ درصد اشباع پایین تر نرفته

متر مکعب برای منطقه فومن با خاک فشرده رسی عمیق، تا حدود ۱۹۰۰۰ متر مکعب در هکتار برای جلگه سفیدرود با خاک‌های سیلتی متغیر است.

در ژاپن، میزان تبخیر- تعرق اندازه گیری شده گیاه برنج در طول فصل رشد، برای رقم زودرس ۴۴۰ میلی‌متر، میان‌ه‌رس ۵۴۰ میلی‌متر، و دیررس ۶۴۵ میلی‌متر (Fukuda & Tsutsui, 1979) و نیاز آبی کل بین ۱۰ تا ۲۰ میلی‌متر در روز گزارش شده است. میانگین شدت تبخیر- تعرق برنج از ۴/۴ میلی‌متر در روز در کشور چین تا ۹/۸ میلی‌متر در روز در کشور ویتنام تغییر می‌کند.

نتایج آزمایش در ایستگاه تحقیقات برنج آمل توسط عرب‌زاده و توکلی (Arabzadeh & Tavakoli, 2005) نشان داد که تیمار دارای ارتفاع آب به عمق ۵ سانتی‌متر (غرقاب دائم) و تیماری که در تمام مراحل رشد، خاک در وضعیت اشباع است (عمق آب صفر سانتی‌متر) به ترتیب با ۴۳۷۳ و ۳۹۴۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد شلتوک را داشته‌اند. اما میزان بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب آبیاری+ بارش برای تیمار عمق آب صفر سانتی‌متر در تولید شلتوک به ترتیب با ۷ و ۶/۱ کیلوگرم بر میلی‌متر بیشترین مقدار است. از این رو پیشنهاد شده است که در کشت نشایی نیازی به وجود ارتفاع آب در سطح شالیزارها نیست و اشباع دائم خاک کفایت می‌کند.

کابانگون و همکاران (Cabangon et al., 2001) با استفاده از روش‌های اصلاح نژاد و مدیریت مصرف آب، Wp را در کشت برنج افزایش دادند. آنها بهره‌وری آب بر مبنای تبخیر و تعرق در بذور مقاوم به خشکی برنج را از ۴/۸ به ۰/۵۳ گرم بر کیلوگرم افزایش دادند.

در مؤسسه IRRI<sup>۳</sup> لافیتیه و همکاران (Lafitte et al., 2002) به منظور معرفی ژن‌های مقاوم به خشکی در برنج آسیایی O.sativa تحقیقات وسیعی کرده‌اند. این محققان، از تلاقی گونه‌های Japonica (در اراضی مرتفع) و indica (در اراضی پست) به گونه‌های ترکیبی با

است عملکرد محصول نقصان نمی‌یابد. خسارت‌پذیری برنج در رطوبت‌های کمتر از ۸۰ درصد اشباع آغاز و در مراحل استقرار نشا و گلدهی آسیب بیشتری به گیاه وارد می‌شود.

سعادت‌ی و همکاران (Saadati et al., 1999) طی تحقیقی در آمل نشان دادند که از تیمار با رژیم آبی متناوب غرقاب + خشکاندن (۵-۰ سانتی‌متر) و با ۳۳ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به تیمار غرقاب دائم حداکثر محصول به دست می‌آید.

در برنج، توان تولید به ازای واحد جریان آب ورودی<sup>۱</sup> به مزرعه حدود ۰/۶-۰/۲۵ گرم بر کیلوگرم است در حالی که این مقدار در گندم ۱/۶-۰/۸ و در ذرت ۱/۶-۳/۹ گرم بر کیلوگرم است (Arabzadeh, 2002). پایین بودن WP<sub>IFT</sub> در برنج ناشی از بیشتر بودن میزان فرونشست عمقی در این گیاه نسبت به دیگر گیاهان زراعی است. ضمن اینکه از آب ذخیره شده در منطقه بالای لایه سخت خاک<sup>۲</sup> نیز به دلیل سیستم ریشه‌ای کم‌عمق در این گیاه بهره‌برداری نمی‌شود. هنگامی که رطوبت خاک به زیر نقطه اشباع برسد گیاه در معرض تنش آبی قرار می‌گیرد. اگر مقدار آب کاربردی در دوره آماده سازی زمین نیز محاسبه گردد، توان تولید آب در برنج کمتر می‌شود (Arabzadeh, 2002).

در مورد آبیاری غرقابی برنج، مک‌کولی (Mc Cauley, 1990) می‌گوید که این روش یک ابزار مدیریتی مناسب به منظور کنترل آفات، دسترسی آسان به مواد غذایی، و جلوگیری از تنش آبی است و نه یک ضرورت برای گیاه. ضمن اینکه به کارگیری این روش نیاز به مصرف مقادیر زیاد آب دارد.

آزمایش‌های هرو (Herve, 1997) در منطقه گیلان نشان می‌دهد که تبخیر- تعرق کل دوره رشد برنج برابر ۵۲۸۸ مترمکعب در هکتار و میانگین تبخیر- تعرق روزانه حدود ۵/۴ میلی‌متر است. همچنین آب مصرفی مزرعه از ۷۳۰۰

1- Water Productivity-WPIFT  
3- International Rice Research Institute

2- Hard pan

در مورد برنج ۱۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار و حتی بیشتر گزارش داده اند، برنامه ریزی دقیق و سنجیده را به منظور استفاده صحیح از منابع آب ضروری می سازد.

با توجه به اینکه در خصوص تعیین حجم آب مصرفی بهینه گیاه برنج در منطقه لنجان اصفهان کوشش کافی نشده است، در این پژوهش تلاش شد حجم آب مصرفی بهینه، اثر عمق های مختلف آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام بومی برنج، و میزان WUE تعیین و ارقام و لاین های متحمل به خشکی در منطقه معرفی شود.

### مواد و روش ها

#### - مواد

محل اجرای این طرح تحقیقاتی، ایستگاه تحقیقات شهید فزوه در ۲۰ کیلومتری غرب شهرستان اصفهان، جاده نجف آباد در مسیر قهدریجان است. ارتفاع این ایستگاه ۱۶۱۲ متر بالاتر از سطح دریا و طول جغرافیای آن ۳۶' ۵۱° و عرض جغرافیایی آن ۳۶' ۳۲° است. این منطقه با متوسط بارش ۱۲۵ میلی متر در سال جزء مناطق خشک محسوب است. حداقل دما ۱۴- و حداکثر دما ۳۶ درجه سانتی گراد است. در جدول های شماره ۱ و ۲ نتایج تجزیه خاک و آب محل اجرای آزمایش آورده شده است. این آزمایش در زمینی به مساحت تقریبی ۳۰۰۰ متر مربع در سال های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ اجرا شد.

توانایی بالا در خصوص مقاومت به خشکی دست یافتند. همچنین با استخراج این ژن ها از برنج افریقایی O.glaberrima و وارد کردن آنها به برنج O.sativa مقاومت این گونه برنج در برابر خشکی به طور چشمگیری افزایش یافت.

مقایسه روش آبیاری غرقابی پیوسته با روش غرقابی ناپیوسته نشان داد که روش غرقابی ناپیوسته باعث صرفه جویی آب می شود بی آنکه کاهش محسوس و معنی دار در عملکرد دانه به وجود آید. گزارش شده که نگهداری مداوم رطوبت خاک در حالت نزدیک به اشباع در حالی که باعث ۵ درصد کاهش محصول می شود، ۳۵ درصد آب مصرفی را در مقایسه با شرایط غرقابی کاهش می دهد (Li & Cui, 1996).

بررسی های عابضی و دامادزاده (Abedi & Damadzadeh, 1997) در اصفهان نشان می دهد که لاین های ۶۷-۹۷، ۶۷-۶۷، زاینده رود، و سازندگی که از ارقام محلی آزاد شده اند نسبت به تنش های آبی تحمل بیشتری دارند و در شرایط غیر غرقاب در مقایسه با سایر ارقام عملکرد بهتری دارند. همچنین مشخص شد که کمبود آب در مرحله رشد باعث کاهش عملکرد محصول می شود و در مرحله زایشی به طور مستقیم روی اجزای عملکرد تاثیرگذار است. بالا بودن میزان آب مصرفی در واحد سطح اراضی زراعی کشور، در مقایسه با کشورهای دیگر، که کشاورز و صادق زاده (Keshavarz & Sadeghzadeh, 2000)

### جدول شماره ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	سدیم Na <sup>+</sup>	کلسیم+ منیزیم Mg <sup>2+</sup> +Ca <sup>2+</sup>	کلر Cl <sup>-</sup>	بی کربنات CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	هدایت الکتریکی Ec (دسی زیمنس بر متر)	کربن آلی OC (درصد)	اسیدیته گل اشباع	پناسیم قابل جذب K	فسفر قابل جذب p (درصد)	ازت کل N (درصد)
				(میلی اکی والان در لیتر)							(قسمت در میلیون قسمت)		
رسی نرم	۴۹/۲	۲۸/۸	۲۲	۲۸	۲۹	۵۶	۱/۶	۶/۲	۸۴	۷/۶	۲۲	۶۳/۳	۸۴

جدول شماره ۲- نتایج تجزیه آب محل اجرای آزمایش

میلی اکی والان در لیتر			اسیدیته				هدایت الکتریکی	
مجموع کاتیونها	سدیم Na <sup>+</sup>	کلسیم + منیزیم Mg <sup>2+</sup> + Ca <sup>2+</sup>	مجموع آنیونها	سولفات SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	کلر Cl <sup>-</sup>	بیکربنات CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	pH	EC (دسی‌زیمنس بر متر)
۳۵/۵	۱۸/۵	۱۷	۳۵	۸/۶	۲۴	۲/۴	۷/۴	۳/۹

### - روش

آب روی زمین جاری بود عملیات شله‌زنی انجام شد. ماله‌کشی در حالی اجرا شد که ۳ تا ۵ سانتی‌متر آب روی زمین بود و پس از خارج شدن گل از حالت گل‌آب (گل سفت) کاشت آغاز شد. عملیات نشا و آبیاری در خرداد ماه انجام شد. بر اساس تحقیقات عابدی (Abedi, 1998)، تیمارهای فرعی به صورت ۵ خط با فاصله ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر اجرا شدند. فاصله بوته‌ها ۲۰ سانتی‌متر و تعداد نشا ۶ در هر کپه لحاظ شد.

کود مصرفی برای تیمارها یکسان در نظر گرفته شد و بر اساس نتایج تجزیه خاک و طبق توصیه مؤسسه خاک و آب به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات دوپتاس ۴۶ درصد، و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره محاسبه شد. کود اوره در سه مرحله: قبل از کاشت، بعد از پنجه‌دهی کامل، و بعد از خوشه دهی مصرف گردید. کود فسفره کلاً قبل از کاشت و پتاس ۴۰ روز پس از کاشت مصرف شد. میزان آب مورد نیاز در زراعت برنج بستگی به تبخیر از سطح مزرعه، نفوذ عمقی، دما، رطوبت محیط، وجود علف‌های هرز، ابعاد کرت، و ارقام دارد. میزان آب مصرفی در این آزمایش با استفاده از خط‌کش مدرج که در کرت‌ها نصب شده بود و کنتور حجمی اندازه‌گیری شد. اجرای سیستم آبرسانی (انتقال و توزیع) با لوله پلی‌اتیلن و اتصالات مربوطه از قبیل شیرفلکه، میزان هرز روی آب را به صفر رساند. بین تیمارهای آبیاری، به منظور جلوگیری از نفوذ جانبی، در عمق ۲۵ سانتی‌متری از یک لایه پلاستیک ضخیم به صورت عمودی در طول کرت‌ها استفاده شد. فواصل کرت‌ها در تیمارهای اصلی ۱۵۰ و در تیمارهای فرعی ۷۰ سانتی‌متر در

این آزمایش بر پایه طرح کرت‌های خرد شده<sup>۱</sup> شامل سه تیمار آبیاری به عنوان پلات‌های اصلی و هشت رقم و لاین به عنوان پلات‌های فرعی در سه تکرار و در مدت دو سال (۸۳-۱۳۸۱) اجرا شد. تیمارهای مدیریت آبیاری عبارت بود از:

I<sub>1</sub>: آبیاری با عمق ۳/۵ سانتی‌متر در تمام دوره فصل رشد (تیمار شاهد)

I<sub>2</sub>: آبیاری با عمق ۲/۲ سانتی‌متر در تمام دوره فصل رشد  
I<sub>3</sub>: تیماری است که عمق آب بین صفر تا ۱/۵ سانتی‌متر حفظ شد، (عمق صفر همان حالت اشباع است). دور آبیاری در این تیمار در اوایل دوره رشد سه روز و در گرمترین روزها دو روز تعیین شد.

ارقام مورد بررسی شامل گرده محلی، زاینده‌رود، سازندگی، حسنی (شمالی) و لاین‌های ۹۷-۶۷، ۱۱۳-۶۷، ۴۷-۶۷، ۷۲-۶۷ بود. ابعاد کرت‌های آبیاری ۱۷/۵×۱۵ متر در نظر گرفته شد. در این آزمایش از خزانه سنتی استفاده شد که در فروردین ماه هر سال پس از شخم زدن، خزانه آبیاری و گل‌خرابی<sup>۲</sup> در آن انجام می‌شود. زمین در این حالت با ماله صاف و پس از خارج شدن گل از حالت گل-آب (دوغ‌آبی) بذرپاشی می‌شود. در زمین خزانه، استفاده از شبدر در تناوب شبدر-برنج به عنوان کود سبز بسیار مناسب است. از این‌رو، خزانه آزمایش در زمین زیر کشت شبدر احداث شد. مقدار کود مصرفی در زمین خزانه (۳۰۰ مترمربع) ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره ۴۶ درصد بود. به دلیل نشاکاری سنتی، زمین تا عمق ۳۰-۲۵ سانتی‌متر در اردیبهشت شخم زده و پس از آبیاری زمین در حالی که

منظور مبارزه با رشد جلبک در خزانه و زمین اصلی، از سولفات مس به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد.

شلتوک در مهرماه و به روش دستی برداشت شد. حدود ۱۰ روز قبل از برداشت، با توجه به بافت سنگین خاک، آب مزرعه قطع شد و ساقه ها با داس بریده شدند. ساقه های شلتوک درو شده به مدت ۱ تا ۳ روز برای خشک شدن در مزرعه رها و سپس به خرمنگاه منتقل شدند. کوبیدن و بوجاری پس از ۲۴ ساعت و با استفاده از خرمنگوب انجام شد. در جدول شماره ۳ تاریخ اجرای عملیات زراعی ارائه شده است.

نظر گرفته شد. آب مطلوب برای برنج، آبی است که شوری آن کمتر از ۱ دسی زیمنس بر متر باشد (Abedi, 1998). در منطقه لنجان اصفهان، مزارع حاشیه رودخانه مشکلی از لحاظ شوری و قلیائیت آب آبیاری ندارند ولی مزارعی که از رودخانه فاصله دارند و منبع آب آنها چاه های نیمه عمیق است مشکل شوری دارند. مزرعه آزمایشی در گروه مزارع اخیر قرار داشت. با توجه به غالب بودن علف هرز سوروف<sup>۱</sup> در خزانه برنج، از علف کش های اردرام و ساترن به مقدار ۷ و ۶ لیتر در هکتار استفاده شد. علف های هرز زمین اصلی با سموم بوتاکلر و رونستاد و همچنین وجین کردن کنترل گردید. به

جدول شماره ۳- تاریخ اجرای عملیات زراعی برای سال های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ در مزرعه برنج

عملیات زراعی	۱۳۸۱	۱۳۸۲
نشاکاری	۲۵ خرداد	۱۹ خرداد
قطع آب	۱۰ مهر	۲۷ شهریور
برداشت	۲۵ مهر	۱۵ مهر

اندازه گیری شد. تعداد دانه در خوشه با شمارش دانه های پنج خوشه در موقع برداشت تعیین شد.

مشاهده و اندازه گیری سیستم ریشه در گیاه کاری بسیار وقت گیر و مشکل است، به خصوص اینکه هر اقدامی برای این گونه مطالعات مستلزم به هم زدن وضعیت طبیعی ریشه هاست. در این آزمایش به روش نمونه گیری دست نخورده با استفاده از استوانه فلزی، نمونه های دست نخورده از عمق مورد نظر خاک برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. برای اندازه گیری طول ریشه ها، ریشه های مرطوب در ظرف حاوی آب ریخته شد و با یک انبرک نوک تیز، ریشه های خمیده راست و اگر روی هم قرار گرفته بودند از یکدیگر جدا شدند. سپس با چشم غیر مسلح طول هر یک از ریشه ها از روی کاغذ میلی متری به دست آمد. یکی دیگر از پارامترهای اندازه گیری شده در این آزمایش، وزن ریشه هاست که تأثیر تنش خشکی را بر رشد

داده های مربوط به شاخص ارتفاع بوته و تعداد پنجه، با اندازه گیری ۱۰ بوته از هر تیمار و میانگین گیری آن در مرحله خوشه دهی کامل تهیه شد. پارامترهای تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه دهی و تعداد روز تا رسیدگی کامل با استفاده از مدت زمان خیساندن بذر تا مرحله مورد نظر اندازه گیری و محاسبه شد. طول و عرض دانه شلتوک با کولیس اندازه گیری و ۱۰ دانه از هر تیمار انتخاب و میانگین آنها ثبت شد. هزار دانه، به صورت تصادفی شمارش و وزن آن با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۱ گرم به دست آمد. عملکرد دانه پس از خشکاندن شلتوک و رساندن رطوبت به ۱۴ درصد تیمارها با ترازوی دقیق با دقت ۰/۱ گرم اندازه گیری شد. با شمارش تعداد دانه های پوک در پنج خوشه و محاسبه درصد آن نسبت به دانه های سالم در هنگام برداشت محصول درصد پوکی تعیین شد. طول خوشه بعد از برداشت از قسمت آخر سنبله تا نوک خوشه با خط کش

گزارش می‌شد (جدول شماره ۵). همچنین، رقم زاینده‌رود با متوسط عملکرد دو سال ۸۸۰۰ کیلوگرم در هکتار در گروه a و رقم حسنی (از ارقام محلی شمال) با عملکرد ۵۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در گروه f قرار گرفت (جدول شماره ۶).

در خصوص شاخص ارتفاع بوته، تیمارهای I<sub>1</sub> و I<sub>2</sub> در گروه‌های a و ab، و تیمار I<sub>3</sub> با حداقل مقدار در گروه b (جدول شماره ۵) قرار گرفت. بیشترین میزان طول ریشه مربوط به تیمار I<sub>1</sub> در گروه a و کمترین آن مربوط به تیمار I<sub>3</sub> در گروه b دیده شد.

کاهش آب مصرفی موجب افزایش درصد پوکی این شاخص به میزان ۳۲ درصد گردید. بیشترین مقدار وزن هزار دانه و عرض دانه شلتوک مربوط به رقم گرده (گروه a) و کمترین آن مربوط به رقم زاینده‌رود (گروه e) بود. براساس شاخص تعداد روز تا رسیدگی کامل، رقم ۶۷-۷۲ با ۱۵۲ روز (گروه a) دیررس‌ترین و رقم گرده با ۱۴۷ روز (گروه c) زودرس‌ترین رقم تعیین شد. نتایج در مورد شاخص تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی مشابه نتیجه فوق بود. بیشترین ارتفاع بوته در ارقام ۶۷-۷۲ و سازندگی (گروه a) و کمترین این شاخص در رقم حسنی (گروه c) مشاهده شد. بیشترین درصد پوکی (۱۶/۸ درصد) مربوط به رقم حسنی در گروه a و کمترین آن مربوط به رقم سازندگی (۶/۵ درصد) در گروه c به دست آمد. همچنین، رقم سازندگی حداکثر تعداد دانه در خوشه و حسنی کمترین تعداد دانه در خوشه را دارا بود. بیشترین طول ریشه و وزن خشک ریشه مربوط به رقم ۶۷-۹۷، کمترین این شاخص‌ها مربوط به ارقام گرده و سازندگی بود. شاخص میانگین تعداد پنجه در خصوص رقم گرده حداکثر شد و در گروه a جدول مقایسه میانگین‌ها قرار گرفت. این شاخص در مورد رقم ۶۷-۴۷ (گروه d) حداقل گردید.

اندازه‌گیری میزان آب مصرفی در تیمارهای مختلف این تحقیق و در جدول شماره ۷ ارائه شده است. همچنین مقادیر WUE در تیمارهای مختلف آبیاری و برای ارقام مختلف در جدول شماره ۸ آورده شده است.

ریشه‌ها نشان می‌دهد. ریشه‌ها پس از شستشو به مدت ۱۰ تا ۲۰ ساعت در گرمخانه‌ای با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک ریشه‌ها به دست آمد (Alizadeh, 1999). در این تحقیق آب مصرفی در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری و پارامتر کارایی مصرف آب<sup>۱</sup> که نسبت عملکرد ماده خشک محصول به آب مصرفی است، محاسبه شد.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب اثر عمق‌های مختلف آبیاری بر شاخص‌های کمی محصول برنج در جدول شماره ۴ ارائه شده است. همان‌طور که این جدول نشان می‌دهد اثر هشت رقم مورد مطالعه در این تحقیق بر شاخص تعداد روز تا رسیدگی کامل در سطح ۵ درصد و در خصوص بقیه شاخص‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد.

همچنین اثر عمق‌های مختلف آبیاری بر شاخص‌های WUE، طول ریشه، وزن خشک ریشه، ارتفاع بوته، طول خوشه، و درصد پوکی بسیار معنی‌دار شد. این اثر بر سایر شاخص‌ها معنی‌دار نگردید. اثر متقابل آبیاری و رقم بر شاخص‌های WUE، وزن خشک ریشه، طول خوشه، و عرض دانه شلتوک بسیار معنی‌دار شد. این اثر بر سایر شاخص‌ها معنی‌دار نگردید. بر اساس داده‌های مندرج در جدول شماره ۵ که مربوط به نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری بر شاخص‌های کمی برنج در مدت دو سال آزمایش است، از نظر عملکرد دانه شلتوک، تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی، تعداد روز تا رسیدن کامل، وزن هزار دانه، میانگین تعداد پنجه، عرض و طول دانه، و تعداد دانه در خوشه بین تیمارهای آبیاری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و هر سه تیمار در گروه a قرار گرفتند. در خصوص شاخص WUE، درصد پوکی، طول ریشه، وزن خشک ریشه، ارتفاع بوته، و طول خوشه، مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری اختلاف معنی‌داری را نشان داد. در این آزمایش بیشترین عملکرد در تیمار I<sub>1</sub> به میزان ۷۶۵۰ و کمترین عملکرد در تیمار I<sub>3</sub> به میزان ۶۵۹۰ کیلوگرم در هکتار

جدول شماره ۴- تجزیه واریانس مرکب اثر عمق های آبیاری بر شاخص های کمی برنج (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز رسیدگی کامل	طول ریشه	وزن خشک ریشه	ارتفاع بوته	طول خوشه	وزن هزار دانه	درصد پوکی	عملکرد دانه	تعداد پنبه	عرض دانه شلتوک	طول دانه شلتوک	تعداد دانه در خوشه	کارآیی مصرف آب
سال (Y)	۱	۳۸۹۵**	۷۳۰۸۵۲**	۷۰/۸**	۴۸۶/۶**	۲۶۷۸**	۱۶**	۲۸/۳**	۹/۷ ns	۱۰/۴**	۲۹/۳ ns	۰/۲۷ ns	۰/۲۹*	۱۹۱۴**	۰/۱۳**
تکرار (سال)	۴	۵۴۳	۵۲	۱/۴۸	۳۹۱/۴	۱۰۳۴	۱/۲۲	۶/۳	۵۳	۳/۴	۷۹/۴	۰/۱۹	۰/۱۹	۱۹۰	۰/۰۰۰۶۹
آبیاری (A)	۲	۳۶۸ ns	۳/۵ ns	۲۷/۹**	۱۰۲۸/۵**	۳۶۱**	۱۷/۲**	۷/۸ ns	۱۵۸/۲**	۴/۴ ns	۱۲/۱ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۳۴ ns	۲۷۱/۲ ns	۰/۱۴۵**
آبیاری × سال	۲	۲۰۳/۷ ns	۳/۹ ns	۲۳۲/۷**	۱۵۵۶**	۲۵۱**	۱۳/۳**	۲/۱ ns	۵۶ ns	۲/۱*	۰/۴۶ ns	۰/۰۲۸ ns	۰/۰۰۷ ns	۴۹ ns	۰/۰۰۰۹۶**
خطای (A)	۸	۲۶۶/۴	۵۳	۱۸/۷	۴۳۱/۴	۹۶/۱	۷/۱	۲/۷	۱۸	۴	۱۱/۴	۰/۰۲۶	۰/۰۶۸	۴۶۲	۰/۰۰۰۰۵۸
رقم (B)	۷	۳۷۷**	۵۴/۹*	۱۵/۸**	۲۲۳۹**	۵۸۴**	۳۴/۹**	۱۶۵**	۲۰۲**	۲۴/۹**	۳۱**	۰/۱۹**	۳/۵**	۴۹۱۱**	۰/۱۸**
آبیاری × رقم	۱۴	۱۲۱/۷ ns	۲۷/۳ ns	۹/۸ ns	۸۳۳/۶**	۴۳/۴ ns	۴/۲**	۱/۱۱ ns	۳۴/۷ ns	۰/۵۲ ns	۱۴/۶ ns	۰/۰۴۲**	۰/۰۶ ns	۸۲/۸ ns	۰/۰۰۵۹**
رقم × سال	۷	۱۹۵/۴ ns	۵۵/۲*	۲۹/۶**	۲۳۵۲**	۶۸۹**	۱/۷ ns	۳/۸**	۲۹ ns	۴**	۲۳/۷*	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۲۴ ns	۲۸۱/۲ ns	۰/۰۰۰۰۶۷ ns
سال × آبیاری × رقم	۱۴	۱۳۵/۸ ns	۲۷/۲ ns	۹/۷*	۷۸۹/۱**	۶۵/۷*	۰/۹۹ ns	۳/۱*	۲۰/۶ ns	۰/۳۵ ns	۱۸/۷*	۰/۰۴**	۰/۰۴۹ ns	۱۱۸/۲ ns	۰/۰۰۰۰۵۸ ns
	۸۴	۱۲۶/۶	۲۲/۷	۵/۱	۱۷۴/۱	۳۴/۶	۱/۶۷	۰/۸	۲۹/۲	۰/۴۸	۹/۱	۰/۰۱	۰/۰۴۳	۱۴۵/۱	۰/۰۰۰۱۴
ضریب تغییرات CV (درصد)	-	۱۰/۲	۶/۲	۹/۶	۲۸/۳	۵/۶	۶/۲	۴	۲۹	۹/۴	۱۲/۷	۴	۲/۵	۱۳/۵	۱/۹۵

\* اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، \*\* اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، و ns نبود اختلاف معنی دار



جدول شماره ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های کمی برنج در مقادیر مختلف آبیاری به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد (میانگین دو ساله)

شاخص	زمان تا ۵۰	زمان تا رسیدگی	طول ریشه	وزن خشک	ارتفاع بوته	طول خوشه	وزن	درصد	عملکرد	تعداد	عرض	طول	تعداد دانه	کارایی مصرف آب
نوع تیمار آبیاری	درصد رسیدگی (روز)	تا رسیدگی کامل (روز)	(سانتی متر)	ریشه (گرم)	(سانتی متر)	(سانتی متر)	هزاردانه (گرم)	پوکی (درصد)	دانه (کیلوگرم در هکتار)	پنجه (عدد)	دانه‌شلتوک (میلی متر)	دانه‌شلتوک (میلی متر)	درخوشه (عدد)	(کیلوگرم بر متر مکعب)
شاهد (I <sub>1</sub> )	۱۱۲ a	۱۴۸ a	۲۵/۹ a	۷۷/۵ a	۱۱۲ a	۲۳/۴ a	۲۲/۴ a	۸ a	۷۶۵۰ a	۲۴ a	۲/۶ a	۸/۴ a	۹۱ a	۰/۴۲ c
I <sub>2</sub>	۱۰۷ a	۱۴۹ a	۲۲/۸ b	۱۰۴/۳ ab	۱۰۴/۳ ab	۲۰/۸ a	۲۲/۱ a	۸/۹ a	۷۵۰۰ a	۲۳ a	۲/۵ a	۸/۳ a	۸۹ a	۰/۶۳ b
I <sub>3</sub>	۱۱۲ a	۱۵۱ a	۲۲/۷ b	۹۵/۵ b	۹۵/۵ b	۱۹/۳ b	۲۱/۷ a	۱۱/۷ b	۶۵۹۰ a	۲۲ a	۲/۴ a	۷/۹ a	۸۶ a	۰/۷۷ a

جدول شماره ۶- مقایسه میانگین شاخص‌های کمی برنج در ارقام مورد بررسی به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد (میانگین دو ساله)

شاخص	زمان تا ۵۰	زمان تا رسیدگی	طول ریشه	وزن خشک	ارتفاع بوته	طول خوشه	وزن	درصد	عملکرد	تعداد	عرض	طول	تعداد دانه	کارایی مصرف آب
نوع تیمار آبیاری	درصد رسیدگی (روز)	تا رسیدگی کامل (روز)	(سانتی متر)	ریشه (گرم)	(سانتی متر)	(سانتی متر)	هزاردانه (گرم)	پوکی (درصد)	دانه (تن در هکتار)	پنجه (عدد)	دانه‌شلتوک (میلی متر)	دانه‌شلتوک (میلی متر)	درخوشه (عدد)	(کیلوگرم بر متر مکعب)
گرده	۱۱۴ a	۱۴۷ c	۲۲/۱ c	۴۳/۷ cd	۹۹/۹ b	۱۷/۸ d	۲۷/۴ a	۱۱/۷ b	۸ bc	۲۶ a	۳/۳ a	۷/۶ d	۷۳ c	۰/۶۵ d
۶۷-۴۷	۱۱۳ ab	۱۴۹ abc	۲۴/۲ a	۴۶/۶ cb	۱۰۰/۱ b	۲۱/۶ ab	۲۲/۳ c	۱۰/۲ bc	۷/۴ d	۲۲ d	۲/ b۷	۸/۱ c	۹۸ ab	۰/۶۱ f
۶۷-۹۷	۱۱۴ a	۱۴۸ cb	۲۴/۸ a	۵۹/۶ ab	۱۰۶/۱ a	۲۰/۴ c	۲۰/۴ d	۱۰/۴ bc	۷/۶ cd	۲۴ bcd	۲/۴ c	۸/۲ c	۹۲ b	۰/۶۳ e
۶۷-۷۲	۱۱۵ a	۱۵۲ a	۲۴/۳ a	۴۱/۶ d	۱۰۹/۸ a	۲۰/۷ c	۲۲/۶ c	۸/۷ bc	۶ e	۲۴ abc	۲/۴ c	۹/۱ a	۷۵ c	۰/۴۹ g
۶۷-۱۱۳	۱۱۱ ab	۱۵۲ a	۲۴ ab	۵۲/۳ ab	۱۰۸/۹ a	۲۲/۱ ab	۱۹/۶ e	۸/۱ bc	۸/۲ b	۲۳ cd	۲/۳ d	۸/۵ b	۱۰۵ a	۰/۶۷ b
سازندگی	۱۱۰ abc	۱۵۱ ab	۲۳/۷ ab	۳۲ e	۱۰۹/۳ a	۲۲/۳ a	۱۹/۶ e	۶/۵ c	۸/۱ bc	۲۴ bcd	۲/۴ c	۸/۶ b	۱۰۶ a	۰/۶۶ c
حسنی	۱۰۳ c	۱۵۱ ab	۲۲/۵ cb	۳۹ ed	۹۳/۹ c	۲۰/۵ c	۲۵/۵ b	۱۶/۸ a	۵/۳ f	۲۳ cd	۲/۸ b	۸/۶ b	۶۲/۴ d	۰/۴۳ h
زاینده‌رود	۱۰۵ cb	۱۴۹ abc	۲۳/۷ ab	۴۰/۲ ed	۱۰۵/۶ a	۲۱/۳ bc	۱۹/۲ e	۶/۶ c	۸/۸ a	۲۵ ab	۲/۳ d	۸/۶ b	۹۹ ab	۰/۷۲ a

بررسی واکنش ارق ۱۰ام و لاین های برنج نسبت به عمق های مختلف آب آبیاری در منطقه لنجان اصفهان

جدول شماره ۷- میزان آب مصرفی ماهیانه در تیمارهای مختلف

ماه	تیمار		
	I <sub>3</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>
اردیبهشت	۱۷۵۰	۱۷۵۰	۱۷۵۰
خرداد	۲۰۰۰	۳۴۰۵	۴۶۰۶
تیر	۱۹۰۰	۲۳۵۵	۴۲۸۷
مرداد	۱۷۰۰	۲۱۴۰	۳۹۳۷
شهریور	۱۲۰۰	۲۰۰۰	۳۴۲۰
جمع (مترمکعب در هکتار)	۸۵۵۰	۱۱۶۵۰	۱۸۰۰۰

جدول شماره ۸- مقادیر WUE مربوط به ارقام مورد مطالعه در آزمایش (کیلوگرم بر مترمکعب)

ارقام	تیمار آبیاری		
	I <sub>3</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>
گرده	۰/۸۳	۰/۶۸	۰/۴۶
۶۷-۶۷	۰/۷۷	۰/۶۳	۰/۴۲
۹۷-۶۷	۰/۷۹	۰/۶۵	۰/۴۳
۷۲-۶۷	۰/۶۱	۰/۵۱	۰/۳۴
۱۱۳-۶۷	۰/۸۶	۰/۷۰	۰/۴۷
سازندگی	۰/۸۵	۰/۶۹	۰/۴۶
حسنى	۰/۵۳	۰/۴۵	۰/۳۰
زاینده رود	۰/۹۱	۰/۷۵	۰/۵۰
میانگین	۰/۷۷	۰/۶۴	۰/۴۲

خاک وجود نداشت و خاک، آب موجود را تا حد ۹۰ درصد رطوبت اشباع از دست می داد. به طور کلی پتانسیل تبخیر در تیمار I<sub>3</sub> پایین تر از دیگر تیمارها بود. در این آزمایش رقم زاینده رود بیشترین و رقم حسنی کمترین مقدار WUE را داشت. در تیمار I<sub>3</sub> عمق آب آبیاری به صفر می رسید. نتایج حاکی از این مطلب است که به رغم کاهش عملکرد دانه در تیمارهای I<sub>2</sub> و I<sub>3</sub> این تیمارها به دلیل مقادیر بیشتر WUE و به منظور صرفه جویی در مصرف آب، باید به عنوان روش های برتر آبیاری انتخاب شوند. با توجه به این مطلب که تیمارهای آبیاری در کرت های اصلی قرار گرفتند، تفاوت عملکردها معنی دار نشد ولی افت عملکردی حدود ۱۴ درصد به میزان ۱۰۶۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار

میزان آب مصرفی در تیمارهای I<sub>1</sub>، I<sub>2</sub>، I<sub>3</sub> به ترتیب برابر ۱۸۰۰۰، ۱۱۶۵۰ و ۸۵۵۰ مترمکعب در هکتار اندازه گیری شد. در تیمار I<sub>1</sub>، به دلیل وجود آب دائم در کرت ها و دمای بالاتر آب موجود در پای گیاه، میزان تبخیر و تعرق (به ویژه تبخیر از سطح آب) بیشتر بود. در این تیمار با کم شدن عمق آب، بین هر دو آبیاری، سطح آب مجدداً به ۳/۵ سانتی متر می رسید از این رو دفعات آبیاری و حجم آب مصرفی بیشتر به دست آمد. از سوی دیگر، با توجه به بار هیدرولیکی موجود در کرت های این تیمار و عایق بندی ها، میزان نشت جانبی از دیگر تیمارها بیشتر بود. این در حالی است که در تیمار I<sub>3</sub> بین هر دو آبیاری بعد از رسیدن عمق آب به صفر تا ۲۴ ساعت و بیشتر، آبی در سطح

در ارقام مختلف با دماهای متفاوت است. با توجه به این واقعیت که ارقام محلی نسبت به ارقام غیر بومی سازگاری بیشتری با شرایط منطقه دارند، شاخص‌های تعداد دانه در خوشه، ارتفاع بوته و عملکرد دانه در رقم حسنی (شمالی) حداقل و درصد پوکی حداکثر شده است. به نظر می‌رسد رقم زاینده‌رود از نظر تحمل به خشکی، شوری آب آبیاری، و سردی آب (منبع چاه) نسبت به کلیه ارقام دیگر مقاوم‌تر است و به همین دلیل کاهش پوکی و افزایش عملکرد قابل توجهی را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه کلیه ارقام مورد بررسی در تمامی شاخص‌های اندازه‌گیری شده در جدول شماره ۶ دارای تفاوت معنی‌داری هستند به نظر می‌رسد غالب این اختلاف‌ها مربوط به خصوصیات ژنتیکی ارقام است. در اثر کاهش آب آبیاری، ارتفاع بوته و طول خوشه به میزان ۱۵ و ۱۸ درصد کاهش یافته است که دلیل آن جلو افتادن عمل زایش (کاهش طول دوره زایش) و زودرس شدن گیاه است. البته طول ریشه نیز در اثر تنش آبی ۱۲ درصد کاهش نشان می‌دهد که در مقایسه با کاهش اندام‌های بالایی گیاه این نسبت، کمتر است. طول و عرض دانه شلتوک در تیمار  $I_1$  حداکثر است و دلیل آن رسیدن مواد غذایی و آب به گیاه و طولانی شدن زمان سبزی‌نگی بوته‌ها در مراحل آخر رشد است.

پیرمادیان و همکاران (Pirmoradian *et al.*, 2002) در آزمایش‌های خود در کوشک استان فارس، کل نیاز آبی برنج را بسیار بیشتر از آب مصرفی برنج در این آزمایش برآورد کرده‌اند. به نظر می‌رسد گرم‌تر بودن منطقه کوشک و در دسترس نبودن آب کافی برای برنجکاران منطقه اصفهان از دلایل این اختلاف باشد. البته نتایج اندازه‌گیری آب مصرفی برنج در آزمایش هرو (Herve, 1997) با نتایج این تحقیق بسیار نزدیک است. در آزمایش رضوی‌پور و همکاران (Razavipour *et al.*, 2002) خسارت‌پذیری برنج و کاهش معنی‌دار عملکرد در شرایط غیر غرقاب از رطوبت‌های پایین‌تر از ۸۰ درصد اشباع شروع شده است در حالی که در تحقیق حاضر در شرایط بحرانی تیمار  $I_3$  که

$I_3$  با حدود ۵۰ درصد صرفه‌جویی در آب مصرفی حاصل شد. این نتایج در سازگاری کامل با نتایج اعلام شده از سوی لی و کویی (Li & Cui, 1996) است. همچنین نتایج تحقیق حاضر با گزارش نحوی و همکاران (Nahvi *et al.*, 2000) مبنی بر معنی‌دار نشدن اثر دوره‌های مختلف آبیاری بر عملکرد دانه همخوانی کامل دارد. در تحقیقات هرو (Herve, 1997) در استان گیلان افت عملکرد نیز با ۳۵ درصد صرفه‌جویی در آب، فقط ۵ درصد بوده است. افت عملکرد بیشتر در آزمایش حاضر را می‌توان با گرمای شدید منطقه اصفهان (حداکثر دمای مطلق در تابستان در بعضی از سال‌ها به ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد) در مرحله لقاح مرتبط دانست. کاهش عملکرد در تیمار  $I_3$  به دلیل کاهش مقادیر تعداد پنجه، تعداد دانه در خوشه، و افزایش درصد پوکی است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که ارقام زاینده‌رود و ۱۱۳-۶۷ بالاترین عملکرد دانه را داشته‌اند. با توجه به منبع آب آبیاری با شوری حدود ۴ دسی‌زیمنس بر متر، بالابودن عملکرد دانه احتمالاً نشانگر تحمل‌پذیری این ارقام به شوری است. وزن هزاردانه با کاهش آب آبیاری کاهش یافته است. تفاوت این شاخص در ارقام گرده و زاینده‌رود به میزان ۳۰ درصد ناشی از شکل دانه در این دو رقم است. نسبت طول به عرض دانه که شکل دانه تعریف شده در رقم زاینده‌رود بیشتر از گرده است.

اکثر ارقام برنج در مراحل قبل از لقاح و شیرگی شدن به عمق آب به میزان حداقل یک سانتی‌متر در پای بوته نیاز دارند. در صورتی که این نیاز به هر دلیل مرتفع نشود، لقاح به خوبی صورت نمی‌گیرد و پوکی افزایش می‌یابد. این مشکل در مناطق خشک و نیمه‌خشک حادث‌تر است زیرا روزهای بلند و گرم و نیز تابش نور شدید با مرحله لقاح توأم شده و به دنبال آن درصد پوکی به میزان ۳۱ درصد در تیمار  $I_3$  افزایش یافته است. تفاوت مقادیر این شاخص در ارقام مختلف غالباً مربوط به تاثیرات محیطی، سازگاری و ناسازگاری ارقام، و مصادف شدن در مرحله رسیدگی و لقاح

برنج با عمق ۱/۵-۰ سانتی متر است. در خصوص ارقام، با توجه به مقادیر به دست آمده WUE، ارقام زاینده رود، ۶۷-۱۱۳، و سازندگی در شرایط بحران آب و کیفیت نامناسب آب (شوری آب حدود ۴ دسی زیمنس بر متر) برای کشت مناسب اند. در شرایط کاربرد تیمار حداقل آب مصرفی ( $I_3$ )، ممکن است ترک های مویین در اثر کمبود رطوبت، در خاک ایجاد شود. از این رو نباید اجازه داد که رطوبت خاک از حدی کمتر شود که به گسترش و عمیق شدن ترک ها انجامد. ضروری است عملیات گل خرابی در مرحله آماده سازی زمین با دقت و اصولی اجرا شود. پیشنهاد می شود این تحقیق در قالب طرح تحقیقی- ترویجی در شالیزارهای منطقه لنجان اجرا شود و با تدوین دستورالعمل ترویجی، کاربرد روش آبیاری برنج با حداقل آب مصرفی برای سال های بحرانی در دستورکار مدیریت شالیزارها قرار گیرد. همچنین شرکت آب منطقه ای اصفهان و چهار محال بختیاری به عنوان متولی تأمین و توزیع آب می توانند، در سال های خشک برای اراضی تحت کشت برنج استان بر اساس حداقل آب مصرفی این گیاه قرار داد فروش آب منعقد کنند. در این صورت برنج کاران نیز باید مزارع خود را با حداقل آب تخصیصی و با استفاده از ارقام توصیه شده اداره کنند.

رطوبت خاک به ۹۰ درصد حد اشباع می رسد کاهش عملکرد دانه معنی دار نشده است. این نتیجه، مطلب فوق را تأیید می کند.

دامنه تغییرات میانگین توان تولید در محصول برنج به ازای هر کیلوگرم آب ورودی به مزرعه در مراحل آماده سازی زمین و رشد گیاه ( $WP_{IFT}$ ) در جهان بین ۰/۲۵ تا ۰/۶ گرم گزارش شده است (Arabzadeh, 2002). در تحقیق حاضر این شاخص مهم بین ۰/۴۲ تا ۰/۷۷ (جدول شماره ۸) متغیر است. سنگین بودن خاک محل آزمایش، فرهنگ بالای آبیاری، صرفه جویی آب در منطقه اصفهان، و بحران آب در مناطق خشک از دلایل بالاتر بودن  $WP$  در این مناطق است.

بررسی صفات کمی، حجم آب مصرفی، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش نشان می دهد که از نظر تاثیر تنش آبی بر شاخص های مورد اندازه گیری، تیمار  $I_3$  نسبت به سایر تیمارها برتری دارد.

### نتیجه گیری

تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر سطوح مختلف عمق آبیاری روی عملکرد، اجزای عملکرد ارقام برنج، و میزان WUE اجرا شد. در شرایط اجرای این تحقیق، به رغم کاهش میانگین عملکرد شلتوک، نتایج بیانگر اولویت آبیاری

### قدردانی

از آقای مهندس منوچهر ترابی برای پشتیبانی های همه جانبه ایشان از این طرح تحقیقاتی و از آقایان امراله شاهین، مجید کاکائی، مجید زیدی، مجید حقوقی، و حسن محمدی تکنسین های بخش های تحقیقات فنی و مهندسی و برنج و آقایان مهدی مهدی و فرزین ترابی برای مساعدت در یادداشت برداری ها، اندازه گیری ها، امور کامپیوتری، و عملیات اجرایی سپاسگزاری می شود.

### مراجع

- 1- Abedi, H. and Damadzadeh, M. 1997. C Test Experiments 1993-96. Research Report. No. 343. Iranian Scientific Research Council. (in Farsi)
- 2- Abedi, H. 1998. Rice. Agricultural Research, Education and Extension Organization. No. 58. Iranian Scientific Research Council. (in Farsi)
- 3- Alizadeh, A. 1999. Water, Soil and Plant Relationship. Imam Reza University. Mashhad. Iran. (in Farsi)
- 4- Arabzadeh, B. 2002. Water and irrigation in rice culture. Rice Research Institute of Iran. 137- 140. (in Farsi)

- 5- Arabzadeh, B. and Tavakoli, A. 2005. Optimal management of deficit irrigation for rice in transplanted (TP) forming. *J. of Agri. Sci. and natural resources*. 12(4): 11-20. (in Farsi)
- 6- Cabangon, R. J., Cstillo, E. G., Bao, L. X., Lu, Wang, G. H., Cui, Y. L., Tuong, T. P., Bouman, B. A. M., Li, Y. H., Chen, C. D. and Wang, J. Z. 2001. Impact of alternate wetting and drying irrigation on rice growth and resource-use efficiency. In: Barker, R., Li, Y. H. and Tuong, T. P. (Eds.) *Water-saving Irrigation for Rice. Proceeding of an International Workshop*. International Water Management Institute. Colombo. Sri Lanka. 55-79.
- 7- Fukuda, H. and Tsutsui, H. 1979. *Rice Irrigation in Japan*. Japan.
- 8- Herve, P. 1997. Guilan, a successful irrigation project in Iran. *Irrig. Drain. Sys.* 10, 95-107.
- 9- Keshavarz, A. and Sadeghzadeh, K. 2000. Agricultural water management: Current situation, future perspective and some strategies for its optimization. *Proceeding of the 10<sup>th</sup> Seminar of Iran National Committee on Irrigation and Drainage*. Nov. 15-16. Tehran. Iran. 377-397. (in Farsi)
- 10- Lafitte, H. R., Courtois, B. and Atlin, G. N. 2002. The international rice research institute's experience in field screening for drought tolerance and implications for breeding. In: Saxena, N. P. and O'Toole, J. C. (Eds.) *Field Screening for Drought Tolerance in Crop Plants with Emphasis on Rice*. International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Patancheru. India. 25-40.
- 11- Li, Y. H. and Cui, Y. L. 1996. Real time forecasting of irrigation water requirements of paddy fields. *Agr. Water Manag.* 31, 185-193.
- 12- Mc Cauley, G. N. 1990. Sprinkler vs. flood irrigation in traditional rice production regions of southeast Texas. *Agron. J.* 82, 677-683.
- 13- Nahvi, M., Yazdani, M. R. and Soroush, H. R. 2000. Study the effect of interval irrigation on water using in rice, yield and yield components. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> seminar of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage*. Nov. 15-16. Tehran. Iran. 289-296. (in Farsi)
- 14- Pimoradian, N., Kamgar- Haghhigh, A. A. and Sepaskhah, A. R. 2000. Estimating application and water use efficiencies of a rice field in Kooshkak area of Fars Province. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> seminar of Iranian National committee on Irrigation and Drainage*. Nov. 15-16. Tehran. Iran. 27-35. (in Farsi)
- 15- Pirmoradian, N., Kamgar- Haghghi, A. A. and Sepaskhah, A. R. 2002. Water requirement and  $K_C$  value of rice in Kooshkak area of Fars Province. *J. of Agric. Sci. and natural resources*. 6(3): 15-21. (in Farsi)
- 16- Razavipur, T., Yazdani, M. and Kavosi, M. 2000. Effect of water stress and rice different growing stages on grain yield- binam variety. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> soil science congress of Iran*. Mashhad. Iran. 613-618. (in Farsi)
- 17- Saadati, N., Asadi, R. and Nasiri, M. 1999. Study the effect of water stress at rice different growing stages on water using and grain yield. *Research Report*. No. 451. Iranian Scientific Research Council. 19-26. (in Farsi)
- 18- Yazdani, M. R., Fatollahzadeh, F., Sharifi, M. M., Padasht, F. and Kavosi, M. 2000. Comparision of application sprinkler and submerged irrigation methods for direct seeding and planting rice. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> Seminar of Iranian National Committee Irrigation and Drainage*. Nov. 15-16. Tehran. Iran. 51-67. (in Farsi)

## **Investigation on Response of Rice Cultivars and Lines to Various Water Irrigation Depths in Lenjan District of Isfahan**

**H. R. Salemi and H. Abedi**

To illustrate the impact of various levels of irrigation water on grain yield and yield components of rice, a study was conducted based on randomized complete blocks as a split plot design with 3 replicates and 3 treatments for 2 years. Three depths of irrigation water including: Irrigation under 3.5cm water during growth period ( $I_1$ ), Irrigation under 2.2cm water during growth period ( $I_2$ ) and 0-1.5cm above the soil surface ( $I_3$ ) were considered as main plots and 8 rice varieties (Geredeh mahali, Zayandeh- rud, Sazandegi, Hasani, 67-97, 67-113, 67-47 and 67-72) as subplots in an experimental site located in Shahid Fozveh Research Station. The treatments were compared based on yield grain, yield components and water Use Efficiency (WUE). Results showed that irrigation treatments had significant effects on sterility percent, plant height, panicle length, root length, dry root weight, and WUE ( $\rho \leq 0.01$ ). Significant differences ( $\rho \leq 0.01$ ) were observed in number of days until 50% of grain ripening, root length, dry root weight, plant height, panicle length, 1000 kernels, sterility percent, grain yield, seed length, seed width, number of tiller, number of grain in panicle and WUE among the cultivars. Also cultivars had significant effect ( $\rho \leq 0.05$ ) on number of days until complete ripening. The highest WUE was measured  $0.91 \text{ kg/m}^3$  in  $I_3$  for Zayandeh-rud and for 67-113 and for Sazandegi the measured WUE were 0.86 and 0.85, respectively. Considering the importance of water consumption optimization as the main scope in arid and semi - arid lands of Iran, the treatment of  $I_3$  was recommended.

**Key words:** Grain Yield, Irrigation Water, Isfahan, Rice, Water Stress, Yield Components