

بررسی تأثیر نوبت‌های مختلف آبیاری بر کارآیی مصرف آب و عملکرد برنج رقم خزر

مجید نحوی*، محمدرضا یزدانی*، مهرزاد اله قلی پور* و مریم حسینی*

چکیده

این تحقیق برای بررسی استفاده بهینه از آب آبیاری در زراعت برنج رقم خزر با چهار نوبت آبیاری (با فواصل دو، پنج، هشت و ۱۱ روز) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مؤسسه تحقیقات برنج در رشت اجرا شد. ابعاد کرت‌ها ۵ × ۳ متر، با دیواره بتونی با عمق ۵۰ سانتی‌متر، بافت خاک سیلت - رسی و فواصل نشاءها ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متر بود. آب آبیاری توسط لوله‌های پلی‌اتیلن از مخزن به کرت‌ها منتقل و میزان آب مصرفی در هر نوبت با کنتور اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه مربوط به هر تیمار از شش مترمربع برداشت شد. تفاوت تیمارها از نظر عملکرد دانه، تعداد دانه پر نشده و مقدار آب مصرفی معنی‌دار بود ($p < 0/01$). تفاوت وزن ۱۰۰ دانه در تیمارهای مختلف آبیاری معنی‌دار بود ($p < 0/05$). تفاوت عملکرد در دو فاصله آبیاری دو و پنج روز معنی‌دار نبود ولی تفاوت آب مصرفی آنها معنی‌دار بود ($p < 0/01$). بنابراین برای صرفه‌جویی در مصرف آب و با توجه به مقدار عملکرد فاصله آبیاری پنج روز را می‌توان برای رقم خزر توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: آب؛ برنج؛ راندمان مصرف آب؛ عملکرد؛ نوبت آبیاری

مقدمه

است (۱۹). در یک بررسی در هند در فواصل آبیاری چهار روزه قبل از ۵۰ درصد گلدهی و نگهداری آب در خاک به ارتفاع پنج سانتی‌متر تا زمان برداشت بیشترین عملکرد حاصل شد (۱۸). در یک بررسی برای تعیین شاخص تنش خشکی برای رقم IR64، ایجاد تنش به مدت پنج یا ۱۰ روز در مرحله زایشی سبب کاهش عملکرد به میزان ۲۵-۴۰ درصد شد (۲۳).

در یک بررسی، بهترین دور آبیاری برای رقم قریب و مهر پنج روز و رقم چمپا هشت روز گزارش شد (۶). در یک آزمایش بر روی رقم بینام بهترین دور آبیاری پنج روز و عمق مناسب غرقابی پنج سانتی‌متر اعلام شد (۱۱).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که با افزایش دور آبیاری از دو تا هفت روز عملکرد محصول افزایش می‌یابد ولی با ادامه افزایش دور آبیاری عملکرد محصول کاهش می‌یابد. این تأثیر در وزن ۱۰۰ دانه، ارتفاع و عملکرد بیولوژیک کاملاً مشهود است. با افزایش دور آبیاری (از هفت روز و بیشتر) جذب آب و مواد غذایی توسط ریشه با مقاومت زیادی روبرو بوده و در نتیجه این مقاومت در جذب مقدار محصول کاهش می‌یابد (۱۰).

در یک آزمایش، با انجام آبیاری متناوب میزان عملکرد هشت تا ۱۰ درصد بیشتر از آبیاری غرقاب دایم بود. همچنین میزان آب مصرفی در تیمار متناوب ۲۷ تا ۳۷ درصد کمتر از آبیاری تیمار غرقابی بود. بنابراین بهترین فعالیت ریشه، بیشترین تعداد پنجه، میزان ماده خشک و مقدار

مقدار مصرف آب در زراعت برنج قبل از نشاءکاری، در خزانه و در مرحله داشت (به صورت غرقاب) قابل توجه است. برای بهینه کردن مصرف آب در برنج باید مقدار نیاز آبی آن برآورد شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در استان‌های گیلان و مازندران نیاز خالص آبیاری کمتر از سایر نقاط کشور می‌باشد. نیاز آبی برنج در بندر انزلی حداقل (حدود ۷۰۳۰) و در شوشتر حداکثر (۱۹۱۸۰ مترمکعب در هکتار) است. گیاه برنج تا رسیدن کامل به حدود هشت تا ۲۰ هزار متر مکعب آب در هکتار احتیاج دارد و برای تولید یک کیلوگرم ماده خشک به ۷۰۰ لیتر آب نیاز است (۱۲). سطح زیرکشت برنج در ایران در آمارگیری سال ۲۰۰۰ برابر با ۵۸۷ هزار هکتار و میزان تولید بالغ بر دو میلیون تن شلتوک می‌باشد که معادل ۰/۳۸ درصد تولید کل جهان است. میانگین عملکرد نیز ۴۱۷۳ کیلوگرم در هکتار و استان‌های گیلان و مازندران هر یک با ۲۳۰ هزار هکتار بیشترین سطح کشت را دارا می‌باشند (۱۷).

کمبود آب بر میزان رشد و چگونگی فیزیولوژی غلات تأثیر دارد. کاهش جذب ناشی از بسته شدن روزنه‌ها، افزایش تنفس و کاهش رشد برگ می‌باشد. بنابراین خشکی بر حسب زمان، طول و شدت دوره تنش سبب کاهش عملکرد دانه از طریق تأثیر بر هر یک از اجزای آن می‌شود (۱). در یک بررسی برای ارزیابی تنش رطوبتی بر روی ۲۰ رقم برنج آپلند نتیجه‌گیری شد که تأثیر تنش رطوبتی از ۲۰ روز قبل تا ۱۰ روز بعد از گلدهی بر درصد پر کردن دانه‌ها کمتر بوده

پتاس (K_2O) خالص در هکتار محاسبه و قبل از تسطیح به زمین اصلی داده شد. پس از انتقال نشاءها به زمین اصلی به مدت یک هفته تمام کرت‌ها برای استقرار نشاءها به صورت غرقابی دایم و بعد از آن تیمارهای آب در کرت‌ها برمبنای برنامه تنظیم شده اعمال شد. مقدار آب مورد نیاز برای هر کرت توسط سیستم لوله‌کشی مجهز به شیرهای کنترل تأمین و توسط کنتور اندازه‌گیری شد. در طول مرحله رویشی مقدار بارندگی توسط یک دستگاه باران‌سنج در مزرعه اندازه‌گیری و بر مقدار آب مصرفی هر پلات اضافه شد. قبل از کاشت، از خاک هر کدام از کرت‌های آزمایشی نمونه‌برداری شده و برای اندازه‌گیری تعدادی از پارامترهای خاک به آزمایشگاه خاک و آب ارسال شد. پس از برداشت نیز از کرت‌ها نمونه‌برداری و به آزمایشگاه ارسال شد.

در هر ۱۵ روز از خاک هر کرت تا عمق ۳۰ سانتی‌متر و قبل از آبیاری مجدد توسط اوگر نمونه‌برداری و رطوبت وزنی خاک محاسبه شد. این خاک در داخل قوطی‌های آلومینیومی درپوش‌دار به آزمایشگاه منتقل و پس از تعیین وزن تر در داخل دستگاه آون با درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و پس از خشک شدن مجدداً توزین شد. زمین اصلی آزمایش پس از دو نوبت شخم تسطیح و توسط مارکر برای نشاءکاری علامت‌گذاری شد. در هر آبیاری ارتفاع آب هر کرت پنج سانتی‌متر بالای سطح خاک بود.

کلروفیل مربوط به آبیاری متناوب بود (۱۴). نتایج یک آزمایش در مازندران نشان داد که مقدار عملکرد در روش غرقاب دایم بیشترین و در روش اشباع در کل دوره کمترین مقدار بود. در روش کشت نشایی اشباع عملکرد نسبت به تیمار غرقاب دایم ۱۰ درصد کمتر ولی میزان بهره‌وری آب بیشترین مقدار بود. در روش خشکه‌کاری عملکرد فقط هشت درصد کمتر بود (۷ و ۸). در یک آزمایش در استان خوزستان در تیمار آبیاری هر روز نسبت به تیمار یک روز در میان مصرف آب $31/4$ درصد کمتر ولی عملکرد و ماده خشک به ترتیب دو و $11/9$ درصد بیشتر بود (۱۳).

این بررسی با هدف استفاده بهینه از آب آبیاری، افزایش بهره‌وری مصرف آب و تعیین بهترین فاصله آبیاری برای رقم اصلاح شده خزر انجام شد (۱۴).

مواد و روشها

در این تحقیق فواصل آبیاری برنج رقم خزر دو، پنج، هشت و ۱۱ روز در نظر گرفته شد و در چهار تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. آزمایش در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج در رشت در کرت‌هایی با مرز بتونی (عمق مرزها ۵۰ سانتی‌متر) و ابعاد 3×5 متر اجرا شد. بذریاشی در خزانه انجام و نشاءها پس از ۳-۴ برکه شدن به زمین اصلی منتقل شدند. تعداد نشاء در هر کپه ۳-۴ عدد و فاصله دو نشاء از یکدیگر ۲۵ سانتی‌متر بود. مقدار کود برای هر کرت بر مبنای ۹۰ کیلوگرم ازت خالص و ۱۰۰ کیلوگرم

وجین دستی نوبت اول دو هفته پس از نشاءکاری انجام شد. قبل از هر وجین برای شمارش علف‌های هرز هر کرت با استفاده از کادر 0.5×0.5 متر به‌طور تصادفی از چهار نقطه نمونه برداری شد و علف‌های هرز غالب سوروف^۱، جگن‌ها^۲ و قاشق‌واش^۳ شمارش شد. برای تعیین صفات تعداد پنجه، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه (پر و خالی) و وزن ۱۰۰ دانه از هر پلات ۱۰ نمونه برداشت شد. در هر پلات پس از حذف حاشیه، از شش مترمربع متن برداشت انجام شد. مقدار عملکرد پس از برداشت محصول تعیین شد. عملکرد پلات‌ها بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد به کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. محاسبات آماری با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از برنامه آماری MstatC (۹) انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد. به دلیل یکسان بودن فاصله تیمارها اقدام به تفکیک SSها با استفاده از ضرایب متعامد برای صفت عملکرد و مقدار آب مصرفی گردید (جدول ۵).

نتایج

بررسی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش قبل و بعد از کاشت نشان می‌دهد که خاک محدودیتی از نظر هدایت الکتریکی و اسیدیته نداشته و ظرفیت تبادل

کاتیونی و مواد آلی در حد متعارف می‌باشد (جداول ۱ و ۲). میزان ازت و فسفر قابل جذب خاک کمتر از حد بحرانی برای گیاه برنج بوده که این کمبود با مصرف کود اوره و سوپر فسفات تریپل جبران شده است. مقدار پتاسیم بالاتر از حد بحرانی است ولی برای جلوگیری از تخلیه و همچنین نیاز زیاد گیاه برنج به عنصر پتاسیم به مقدار مناسب کود کلرور پتاسیم تأمین شد.

درصد رطوبت وزنی تیمارها در زمان‌های متفاوت پس از نشاءکاری در جدول (۳) ارائه شده است. ارقام نشان می‌دهد که با گسترش سطح سبز گیاه و همچنین افزایش تابش نور خورشید، تعرق رطوبت به تدریج کاهش می‌یابد.

با افزایش تعداد روزهای پس از نشاءکاری مقدار درصد رطوبت خاک قبل از هر آبیاری روند کاهشی داشته و حتی در یک تاریخ نیز در تیمارهای مختلف روند کاهشی است. چون به تدریج میزان درجه حرارت محیط و شاخ و برگ گیاه افزایش می‌یابد لذا میزان نیاز به رطوبت نیز زیاد می‌شود. در نتیجه بر اساس فنولوژی گیاه برنج باید فواصل آبیاری را کاهش داد یعنی می‌توان در ابتدای فصل رشد فواصل آبیاری را بیشتر کرد و به تدریج در زمان گلدهی و پر شدن دانه‌ها این فواصل را کاهش داد.

در طول فصل کاشت میزان بارندگی ۳۰ میلی‌متر بود که در مقدار آب مصرفی هر کرت منظور شد. تفاوت عملکرد، تعداد دانه پر نشده، وزن ۱۰۰ دانه و مقدار آب مصرفی بین تیمارها معنی‌دار بود ($p < 0.01$). نتایج گزارش‌ها نشان می‌دهد که با افزایش فواصل آبیاری عملکرد گیاه

1 - *Echinochloa curoso* gall

2 - *Cyperus* sp and *Scirpus* sp

3 - *Alisma*-plantag

جدول ۱ - نتایج تجزیه خاک مزرعه

زمان نمونه برداری	هدایت الکتریکی ($EC \times 10^3$)	اسیدیته کل (PH)	CEC ($Me/100g$)	کربن آلی (درصد)	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب (P.P.M)	پتاسیم قابل جذب (F.P.M)
قبل از کاشت	۱/۶۶	۷/۳۴	۳۰/۰	۱/۶۴	۰/۱۶	۸/۴۷	۱۶۰
بعد از کاشت	۰/۹۰	۷/۱۸	۳۰/۰	۱/۵۴	۰/۱۵	۷/۸۰	۲۰۰

جدول ۲ - مشخصات فیزیکی خاک

عمق نمونه برداری (سانتی متر)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	نقطه اشباع (درصد)	نقطه پژمردگی (درصد)	نوع بافت
۰-۳۰	۱/۰۹	۱۰/۰	۴۴/۰	۴۶/۰	۷۱/۰	۲۰/۰	رسی سیلتی

جدول ۳ - میزان درصد رطوبت وزنی خاک در فواصل آبیاری متفاوت

روز پس از نشاءکاری			
فواصل آبیاری (روز)	۳۴	۴۵	۷۳
۲	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰
۵	۵۱/۲	۴۰/۳	۳۷/۹
۸	۴۶/۱	۳۸/۶	۳۴/۰
۱۱	۴۱/۹	۳۷/۱	۳۳/۹

کاهش می‌یابد که علاوه بر کاهش عملکرد به دلیل پر نکردن فضای کانوپی موجب رشد بیشتر علف‌های هرز می‌شود.

مقدار ماده خشک تولید شده (به‌ویژه در اواخر فصل رشد) اهمیت بیشتری دارد. بنابراین تنش آب در این دوره بیشترین تأثیر را در کاهش عملکرد دارد. با افزایش فواصل آبیاری تعداد دانه‌های پوک نیز افزایش می‌یابد (۱۹ و ۲۴).

کم می‌شود. زیرا تنش موجب کاهش تعداد پنجه و ارتفاع بوته شده و بر تعداد دانه‌های پر نیز مؤثر است. رابطه افزایش فواصل آبیاری با افزایش تعداد دانه‌های پر نشده مستقیم است. یعنی هرچه فاصله آبیاری زیاد شود تعداد دانه‌های پر نشده افزایش می‌یابد و در نهایت موجب کاهش عملکرد می‌شود (۱۸، ۲۰، ۲۲ و ۲۳). در ضمن، تعداد پنجه در واحد سطح نیز

جدول ۴ - مقایسه میانگین تیمارها برای صفت مختلف

صفت	عملکرد دانه	پنجه	دانه پر نشده	دانه پر در خوشه	وزن ۱۰۰ دانه	مقدار آب مصرفی
فواصل آبیاری (روز)	(کیلوگرم)	(تعداد)	در خوشه (تعداد)	(تعداد)	(گرم)	(هکتار/متر مکعب)
۲	۴۲۲۵ ^a	۱۲/۳ ^a	۲۲/۸ ^b	۹۲/۴۳ ^a	۲/۶ ^a	۱۰۳۸۵/۶ ^a
۵	۴۰۹۱ ^a	۱۲/۳ ^a	۲۵/۶ ^{ab}	۸۷/۲۳ ^a	۲/۵ ^{ab}	۸۷۱۳/۳ ^b
۸	۳۷۲۷ ^b	۱۰/۳ ^a	۲۶/۲۳ ^{ab}	۸۳/۹ ^a	۲/۴ ^b	۶۹۷۵/۶ ^c
۱۱	۳۴۳۳ ^b	۱۰/۷ ^a	۲۹/۸۳ ^a	۸۵/۰۳ ^a	۲/۴ ^b	۵۳۶۲/۲ ^d

در هر ستون تفاوت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک معنی‌دار نیست ($p > 0/05$).

واش بود که مقدار آنها قبل از وجین اول بیشتر از وجین دوم بود. در اواخر دوره رشد میزان علف هرز در تیمارهای سه و چهار (آبیاری با فواصل هشت و ۱۱ روز) بیشتر از تیمارهای یک و دو (آبیاری با فواصل دو و پنج روز) بود زیرا در اوایل رشد، بذور علف‌های هرز جوانه‌دار شده و

همچنین با افزایش دوره‌های آبیاری تعداد پنجه نیز کاهش می‌یابد و بر روی تعداد دانه پر تأثیر ندارد (۱۶).

تفاوت میزان علف هرز در بین تیمارها قبل از وجین اول و دوم معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). علف هرز غالب مزرعه شامل سوروف، جگن‌ها و قاشق

رویشی برنج باید رطوبت خاک در حد اشباع ولی یک هفته قبل تا یک هفته بعد از گلدهی به صورت غرقاب باشد. بنابراین برای رقم خزر می‌توان آبیاری با فاصله پنج روز را توصیه نمود.

خشک بودن سطح پلات‌ها، فضای لازم برای رشد علف‌های هرز را فراهم می‌نماید (۱۴).

در نهایت برای صرفه‌جویی در مصرف آب و استفاده بهینه از آب آبیاری، در مرحله رشد

منابع مورد استفاده

برنج کشور. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی ۱۵ صفحه.

۸ - عرب زاده، ب. (۱۳۸۳) بررسی کم آبیاری تنظیم شده در کشت خشکه‌کاری برنج. مؤسسه تحقیقات برنج کشور گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. ۱۵ صفحه.

۹ - عزیزاده، ب. و تازی نژاد، ا. (۱۳۸۰) کاربرد نرم‌افزار Mstatc در تجزیه‌های آماری (جلد اول). انتشارات ستوده. ۲۶۰ صفحه.

۱۰ - فرداد، ح. و شیردلی، ع. (۱۳۷۴) اثر دور آبیاری بر عملکرد محصول دانه جو و رشد آن. علوم کشاورزی ایران ۲۶(۱): ۳۲-۲۳.

۱۱ - قایمی، م. ر. (۱۳۶۸) نتایج بررسی تأثیر رژیم آبیاری بر عملکرد محصول برنج (رقم بی‌نام). مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. ۱۱ صفحه.

۱۲ - کریمی، ه. (۱۳۷۰) گیاهان زراعی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم. ۳۸۷ صفحه.

۱۳ - گیلانی، ع. ع. و آبسالان، ش. (۱۳۸۳) بررسی اثر رژیم‌های آبیاری سطحی بر روی عملکرد و شاخص‌های رشد سه رقم برنج در استان خوزستان. مؤسسه تحقیقات برنج کشور. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. ۲۱ صفحه.

۱ - امام، ی. و نیک‌نژاد، م. (۱۳۷۳) مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.

۲ - بی‌نام (۱۳۷۷) غلات در آینه آمار (۷۶-۱۳۶۷). انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و بودجه اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی. ۲۹۸ صفحه.

۳ - توکلی، ح.، کریمی، م. و موسوی، س. ف. (۱۳۶۸) اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر رشد رویشی و زایشی ذرت. علوم کشاورزی ایران ۲۰(۳ و ۴): ۱-۱۰.

۴ - خدام‌باشی، م.، کریمی، م. و خواجه‌پور، م. ر. (۱۳۶۹) اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر روند رشد سویا. علوم کشاورزی ایران ۲۱(۲ و ۳): ۳-۹.

۵ - رضایی، م. و نحوی، م. (۱۳۸۲) اثر دور آبیاری بر مقدار مصرف آب و عملکرد برنج در گیلان. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۸۳: ۲۴۰-۲۳۳.

۶ - سیادت، ح. (۱۳۵۱) بررسی‌های خاک و آب در زراعت برنج در ایران، نشریه شماره ۲۵۶- مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. ۱۰ صفحه.

۷ - عرب زاده، ب. (۱۳۸۳) بررسی کم آبیاری تنظیم شده در کشت نشایی برنج. مؤسسه تحقیقات

- 14 . Bali A, Shah MH, Bali A, Hassan B, Singh KN and Kanth Rh (1997) Effect of weed control and irrigation regimes on transplanted rice (*oryza s.*) in Kashmir valley. Indian Journal of Agricultural Sciences 67(10): 451-453.
- 15 . Bouman BAM (2001) Water-efficient management strategies in rice production. Int. Rice Res. Notes 16(2): 17-22.
- 16 . De Datta SK (1981) Principles and practices of rice production during grain filling stage. Bulletin District of Taichung Agricultural Improvement Station. 39: 41-50.
- 17 . FAO (2000) Production year book. 323 p.
- 18 . Goel AC and Verma, KS (1988) Effect of different water regimes on transplanted rice. Agricultural - Science - Digest Karnal. 8(2): 74-76.
- 19 . Jones CA (1981) Effect of drought stress on percentage filled grains in upland rice. Tropical - Agriculture 58(3): 201-203.
- 20 . Lee-JF S, Chen S, AN Hsu and Song S (1993) Effects of Management for soil moisture regime on growth and quality of rice during grain filling stage. Bultin of Taichung District Agricultural Improvement Station. 39: 41-50.
- 21 . Matsushima S (1978) Physiological Aspects of water Control in the Cultivation of Indica Rice Varieties, in Rice in Asia University of Tokyo. PP: 252-276.
- 22 . Mohamed A, Ibrahim M, Elgohary SA, Wilardson SL and Sisson DR (1995) Irrigation interval effects on rice production in the Nile Delta. Irrigation Science 6: 29-33.
- 23 . Yambao, EB and Ingram KT (1988) Drought stress index for rice. Philippine - Journal - of - Crop - Science 13(2): 105-111.
- 24 . Yoshida S (1981) Fundamentals of rice crop science. IRRI. 486 p.