

بررسی اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد برنج در شرایط تنش آبی

مجتبی رضایی^{۱*}، ناصر دواتگر^۲، محمدرضا خالدیان^۳، افشین اشرف‌زاده^۴، مسعود کاوسی^۵ و محسن زواره^۶

* نویسنده مسئول، - دانشجوی دکتری مهندسی آبیاری و زهکشی دانشگاه ساری mrezaei@yahoo.com

۲- عضو هیأت علمی پژوهشی، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

۳- استادیار دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۴- استادیار دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۵- عضو هیأت علمی پژوهشی، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

۶- استادیار دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثر پدیده تنش خشکی بر عملکرد برنج رقم محلی هاشمی در شرایط شوری آب آبیاری آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به صورت کشت گلدانی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اجرا شد. پنج سطح از شوری آب آبیاری شامل شوری کمتر از یک دسی‌زیمنس بر متر به عنوان شاهد و شوریه‌های برابر با دو، چهار، شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر، همچنین پنج رژیم آبیاری شامل غرقاب دائم، آبیاری تناوبی و شروع آبیاری در نقاط رطوبتی ۱۰۰، ۹۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی تیمارهای آزمایش را تشکیل می‌دادند. درانتهای فصل کشت عملکرد و اجزای آن اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد تنش حاصل از شوری آب آبیاری تأثیر عمده‌ای بر تمامی صفات مورد بررسی دارد. نتایج نشان داد در شوری آب آبیاری کمتر از یک دسی‌زیمنس بر متر روش آبیاری تناوبی توصیه می‌شود.

کلید واژه‌ها: استان گیلان، روش آبیاری، تنش شوری.

Study of The Effect of Saline Water on Rice Yield under Water Stress Conditions

M. Rezaei¹, N. Davatgar², M. R. Khaledian³, A. Ashrafzadeh⁴, M. Kavossi⁵ and M. Zavareh⁶

1- Ph.D. Student, Irrigation and Drainage, University of Sari, Sari, Iran.

2- Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran.

3- University of Guilan, Rasht, Iran.

4- University of Guilan, Rasht, Iran.

5- Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran.

6- University of Guilan, Rasht, Iran.

Received: 4.Feb.2012

Accepted: 20.Nov.2012

Abstract

The aim of this study is to assess the consequences of coincidence of water and salinity stress on yield of a popular local rice variety. A factorial pot experiment using a randomized complete blocks design with three replications was carried out at the Rice Research Institute of Iran, Rasht. Five different levels of water salinity and five irrigation regimes were considered in this study i.e. water salinity treatment: fresh water (1 dS/m, as control), 2, 4, 6 and 8 dS/m and irrigation regimes: full irrigation, AWD (Alternative Wetting and Drying), and irrigation at 100, 90 and 80 percent of field capacity (FC). Yield and yield components were determined at the end of the season. The result showed that salinity stress has a severe effect on rice yield and yield components. The results showed that when the irrigation water salinity is lower than 1 dS/m, intermittent irrigation is relevant.

Keywords: Guilan province, Irrigation method, Salinity stress.

مقدمه

استان گیلان با دارا بودن ۲۳۰ هزار هکتار اراضی تحت کشت برنج یکی از مهمترین مراکز تولید برنج کشور است. آب مورد نیاز این اراضی از سد سفیدرود و شبکه آبیاری آن تأمین می‌شود. تغییرات اقلیمی در چند سال اخیر و وقوع خشک‌سالی‌های ناشی از آن همچنین احداث سدهای متعدد در بالادست سد سفیدرود موجب شده است که حجم آب ورودی به سد کاهش قابل توجهی داشته باشد. با وقوع خشک‌سالی نه تنها حجم آب موجود در سد کاهش می‌یابد، بلکه کیفیت آن نیز کاهش یافته و آب به سمت شوری بیشتر پیش می‌رود. کاهش میزان آب ورودی به اراضی تحت کشت برنج، تغییر کیفیت آب همچنین تحویل پساب‌های کشاورزی به جای آب شیرین نگرانی‌های جدی در خصوص پایداری کشت برنج در استان گیلان به وجود آورده است.

تاکنون پژوهش‌های متعددی به منظور شناخت بیشتر واکنش برنج به تنش خشکی و یافتن راه‌حلهایی جهت کاهش اثر این نوع از تنش انجام شده است (۸ و ۹). علی‌رغم کسب دستاوردهای امیدبخش لزوم انجام مطالعات بیشتر در این زمینه احساس می‌شود (۱۸). تنش خشکی ناشی از آبیاری غیر غرقابی به رغم کاهش میزان آب مصرفی، به دلیل مختل کردن انتقال املاح و مواد غذایی به گیاه و کاهش فتوسنتز باعث کاهش تعداد پنجه، سطح برگ، تجمع ماده خشک، تعداد دانه پر در خوشه، وزن صد دانه و در نهایت کاهش عملکرد خواهد شد (۱، ۸ و ۱۵). با این وجود اثبات شده است که برنج نسبت به افت جزئی پتانسل آب خاک مقاوم است و پتانسیلهایی در محدوده ۱۰- تا ۳۰- کیلوپاسکال در عمق توسعه ریشه موجب کاهش عملکرد آن نمی‌شوند (۸). این واقعیت به ارائه روش آبیاری تناوبی منجر شده که نقش آن در کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آن به اثبات رسیده و حتی مواردی از افزایش عملکرد برنج در صورت کنترل مناسب رطوبت خاک نیز گزارش شده است (۱۴، ۱۶ و ۱۸). برخی مطالعات داخلی انجام‌شده نیز نشان‌دهنده مؤثر بودن روش آبیاری تناوبی برنج در کاهش مصرف و افزایش بهره‌وری آب در شرایط ایران است (۲ و ۳). در مطالعات انجام‌شده در استان گیلان فاصله زمانی مناسب برای آبیاری تناوبی ارقام محلی برنج برابر با هشت روز و برای ارقام اصلاح‌شده و هیبرید برابر با پنج روز توصیه شده است (۱ و ۲). عقیده بر این است که ارقام بومی و محلی ایران به شرایط غیر غرقابی مقاوم بوده و حتی تنش خشکی تا حد رطوبت خاک ۸۰ درصد رطوبت اشباع یا دوره‌های آبیاری سه روز پس از محوشدن آب از سطح زمین نیز باعث کاهش محصول این ارقام نخواهد شد. ولی کاهش بیشتر رطوبت در میزان عملکرد اثر منفی دارد (۲ و ۳). استفاده از روش آبیاری تناوبی به منظور کاهش مصرف آب مدتی است که در مزارع شمال ایران انجام می‌گیرد. این روش که مبتنی بر مطالعات گسترده در مؤسسه تحقیقات برنج کشور است به عنوان روشی مطمئن برای مقابله با شرایط کم آبی معرفی شده است.

علاوه بر مشکل کم‌آبی و تنش خشکی حاصل از آن، مواردی همچون شوری آب و خاک در مناطق مجاور دریا، کاهش آب ورودی به شبکه‌های آبیاری و متعاقب آن شورشدن آب آبیاری همچنین ورود آب‌های با کیفیت پایین از بالادست که می‌توانند موجب تنش شوری شوند، نیز بایستی مورد توجه قرار گیرد. مطالعات متعددی در زمینه بررسی اثر شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در دنیا به انجام رسیده است که از این میان می‌توان به مطالعات انجام‌شده توسط سلطانا و همکاران^۱، اش و همکاران^۲، ژنگ و شنون^۳ و کاستیو و همکاران^۴ اشاره کرد (۷، ۱۱، ۱۳ و ۱۷). از میان مطالعات انجام‌شده در ایران نیز می‌توان پژوهش‌های صورت‌گرفته توسط کاووسی، همایی و یوسفی را نام برد (۴، ۵ و ۶). در این مطالعات شوری‌های بین ۱/۱ تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر به عنوان مقادیری از شوری آب آبیاری گزارش شده‌اند که موجب کاهش عملکرد برنج نمی‌شوند. با این وجود در مطالعات مربوط به تنش شوری به هم‌زمانی تنش‌های شوری و خشکی و چگونگی واکنش برنج به این هم‌زمانی توجه لازم مبذول نشده است. طبق اطلاع نویسندگان، تنها تحقیقی که در این زمینه در ایران به انجام رسیده متعلق به یوسفی است که واکنش برنج به تنش هم‌زمان شوری در هنگام با تنش خشکی را در استان فارس مورد بررسی قرار داده و عنوان کرده است که آبیاری تناوبی می‌تواند موجب کاهش اثر نامطلوب آبیاری با آب شور و سازگاری گیاه شود (۶). این پدیده را می‌توان به کمتر شدن میزان جذب آب و نمک محلول در شرایط تنش خشکی و در نتیجه کاهش تجمع نمک در بافت‌های گیاهی نسبت داد. این واکنش طبیعی گیاه را می‌توان به عنوان راه‌کاری جهت استفاده از آب شور در کشت برنج در استان گیلان نیز مد نظر قرار داد. تاکنون بررسی خاصی در مورد هم‌زمانی تنش‌های شوری و خشکی در شرایط استان‌های شمالی کشور که بیشترین سطح زیر کشت برنج ایران را به خود اختصاص داده‌اند انجام نشده است. پژوهش حاضر با هدف مطالعه اثر هم‌زمان تنش‌های خشکی و شوری بر برنج رقم محلی هاشمی در شرایط استان گیلان انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹ در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به صورت کشت گلدانی برنج رقم محلی هاشمی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت به اجرا درآمد. تیمارها شامل پنج سطح از

1- Sultan et al.

2- Asc et al.

3- Zeng and Shannon

4- Castillo et al.

عملیات زراعی طبق عرف انجام گرفت. در نهایت وزن کاه، عملکرد، زیست‌توده، تعداد پنجه، تعداد خوشه بارور و تعداد خوشه نابارور اندازه‌گیری و پس از تجزیه واریانس، مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در جدول (۴) و نتایج مربوط به مقایسه میانگین صفت عملکرد در جدول (۵) ارائه شده است. نتایج ارائه شده در جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری تأثیر بسیار معنی دار بر بیشتر صفات اندازه‌گیری شده دارد اما در مقابل، خشکی تنها بر عملکرد و زیست‌توده تأثیرگذار است. به عبارت دیگر می‌توان گفت در این پژوهش اثر شوری آب آبیاری در تغییر رفتار گیاه بسیار بیشتر از اثر مدیریت آب آبیاری بوده است. در هیچ کدام از صفات اندازه‌گیری شده اثر متقابل بین دو تنش خشکی و شوری مشاهده نشده است.

اثر شوری آب آبیاری

بررسی اثر شوری‌های مختلف آب آبیاری بر عملکرد نشان می‌دهد رقم مورد بررسی در این آزمایش به شدت به شوری آب آبیاری حساس است و همان‌گونه که در جدول (۵) مشاهده

شوری آب آبیاری و پنج روش آبیاری با سه تکرار و در مجموع ۷۵ گلدان به شرح جدول (۱) بود. برای جلوگیری از ورود باران به گلدان‌ها آزمایش زیر پناهگاه به ارتفاع پنج متر که سقف آن با پلاستیک روشن پوشانده شده بود انجام گردید. اطراف پناهگاه به منظور جلوگیری از افزایش دمای ناشی از عدم جریان هوا کاملاً باز بود و هوا به راحتی در آن جریان داشت. پناهگاه مذکور در وسط مزرعه تحقیقاتی قرار داشت.

مقداری خاک شالیزاری با بافت سیلتی رسی در گلدان‌های پلاستیکی به قطر و ارتفاع ۳۰ سانتی متر ریخته شد سپس خاک‌های غرقاب شده و نشاکاری با سه نخ نشای ۲۵ روزه انجام شد. کودهای فسفر و پتاسیم به‌طور یک‌جا و نیمی از نیتروژن به صورت پایه در قالب منابع کودی سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و اوره و در زمان آماده‌سازی خاک کاملاً با آن مخلوط شد. مابقی نیتروژن نیز در مرحله حداکثر پنجه‌زنی مصرف و با خاک مخلوط شد. اطلاعات حاصل از تجزیه شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش در جدول (۲) و مشخصات مربوط به منحنی مشخصه این خاک در جدول (۳) ارائه شده است. آب شور مورد استفاده در آبیاری با استفاده از CaSO_4 و NaCl خالص با نسبت یک به دو تهیه شد. لازم به ذکر است آبیاری در ده روز ابتدایی پس از کشت با آب معمولی انجام شد و سپس تیمارهای مورد نظر با استفاده از آب شور اعمال شدند. برای جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها در چند مرحله آبشویی با آب معمولی انجام شد. در زمان مقرر، آبیاری با ارتفاع پنج سانتی‌متر از سطح خاک انجام شد و تمامی

جدول ۱- تیمارهای آزمایش شامل شوری‌های آب آبیاری و رژیم‌های آبیاری

شوری آب آبیاری (dS/m)	رژیم آبیاری
۱	غرقاب دائم (FI)
۲	آبیاری تناوبی (AWD)
۴	آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (FC)
۶	آبیاری در ۹۰ درصد ظرفیت زراعی (90FC)
۸	آبیاری در ۸۰ درصد ظرفیت زراعی (80FC)

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی خاک مورد استفاده

pH	نیترژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	ECe (dS/m)
۷/۴	۰/۱۵۵	۱۷	۲۹۰	۰/۷

جدول ۳- نتایج بررسی فیزیکی خاک مورد استفاده

نقاط رطوبتی	اشباع	FC*	% 90 FC	% 80 FC
رطوبت حجمی (درصد)	۶۵	۵۰	۴۵	۴۰

* رطوبت حجمی خاک در ظرفیت مزرعه (۳۳ کیلوپاسکال)

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

خطا	منابع تغییرات و درجه آزادی			تکرار	صفات اندازه گیری شده
	اثر متقابل	خشکی	شوری		
۴۸	۱۶	۴	۴	۲	
۴۳/۷۴۰	۳۶/۱۶۰ ^{NS}	۸۸/۸۶۰ ^{NS}	۳۵۰/۲۲۰ ^{**}	۷۷/۹۷	وزن کاه
۸/۹۷۴۰	۱۶/۳۱۲ ^{NS}	۲۹/۰۷۹ ^{**}	۸۲۸/۷۰۵ ^{**}	۶۰/۶۰۰	عملکرد
۷۶/۴۶۲	۱۳۵/۶۳۲ ^{NS}	۱۲۴/۵۳۸ ^{NS}	۳۸۱۰/۲۸۵ ^{**}	۴۴۳/۰۳۷	نسبت عملکرد به وزن کاه
۴۸/۴۲۸	۳۰/۶۹۳ ^{NS}	۱۴۱/۵۷۲ [*]	۱۶۰۴/۰۳۵ ^{**}	۳۳/۱۸۲	زیست توده
۲۸/۳۴۱	۴۳/۳۸۴ ^{NS}	۴۲/۱۳۲ ^{NS}	۱۷۱۶/۷۳۱ ^{**}	۱۹۶/۶۲۴	شاخص برداشت
۳۹/۳۹۶	۲۵/۷۱۳ ^{NS}	۷/۳۸۰ ^{NS}	۳۰۸/۷۱۳ ^{**}	۱۸/۴۹۳	تعداد پنجه
۱۵/۶۶۸	۱۴/۲۸۰ ^{NS}	۱۲/۲۸۰ ^{NS}	۲۲۸/۲۴۷ ^{**}	۹/۶۴۰	تعداد خوشه پر شده
۱۳/۰۷۹	۲۲/۹۸۰ ^{NS}	۲۲/۹۱۳ ^{NS}	۲۳/۳۸۰ ^{NS}	۲/۷۷۳	تعداد خوشه پر نشده
۲۰/۵۰۹	۲۰/۸۰۵ ^{NS}	۲۹/۹۴۷ ^{NS}	۸۴۶/۵۷۴ ^{**}	۱۹/۴۵۳	تعداد کل خوشه
۴۰۸۰/۹۵۸	۳۱۵۳/۸۱۹ ^{NS}	۳۶۹۷/۷۱۰ ^{NS}	۹۹۹۰/۴۰۰ ^{**}	۳۵۸۹/۳۱۱	درصد خوشه پر شده (به نسبت تعداد پنجه)
۴/۱۹۳	۱/۸۴۶ ^{NS}	۱/۹۹۶ ^{NS}	۱۷/۲۸۵ ^{**}	۱۲/۲۱۸	نسبت خوشه پر نشده به خوشه پر شده

NS، * و ** به ترتیب اختلاف معنی دار در سطوح پنج و یک درصد و معنی دار نبودن اختلاف

تأثیر شوری بر درصد خوشه پر شده توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است که به عنوان مثال می توان به پژوهش انجام شده توسط کلمان دوفینا و همکاران^۱ (۱۲) اشاره کرد. تعداد پنجه و درصد خوشه پر شده مهمترین عوامل در رسیدن برنج به حداکثر عملکرد می باشند و بنابراین هر گونه کاهش در این صفات افت شدید عملکرد را در پی خواهد داشت (۵). نکته جالب توجه این است که تعداد خوشه های پر نشده، مستقل از میزان شوری آب آبیاری بوده و ثابت باقی مانده است که به نظر می رسد عوامل اقلیمی از جمله گرمای هوا مهمترین عامل تأثیرگذار بر این صفت بوده است. شوری نقشی در کاهش رشد رویشی برنج نداشته است (جدول ۶) و شکل ۲. افزایش شوری آب به شش و هشت دسی زیمنس بر متر باعث کاهش رشد رویشی و تجمع ماده خشک در گیاه شده به نحوی که در مقایسه با تیمار شاهد این دو تیمار به ترتیب ۱۵ و ۲۳ درصد کاهش وزن کاه را نشان می دهند که با نتایج ارائه شده توسط سلطانا و همکاران (۱۲) هماهنگی دارد.

اثر مدیریت آبیاری

بررسی نتایج ارائه شده در جدول (۵) نشان می دهد در صورت انجام آبیاری با آبی که شوری آن از یک دسی زیمنس بر متر کمتر است اختلاف معنی دار بین رژیم های آبیاری غرقاب دائم، آبیاری تناوبی و آبیاری در ۱۰۰ و یا ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه وجود ندارد و تنها آبیاری در ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه موجب افت معنی دار

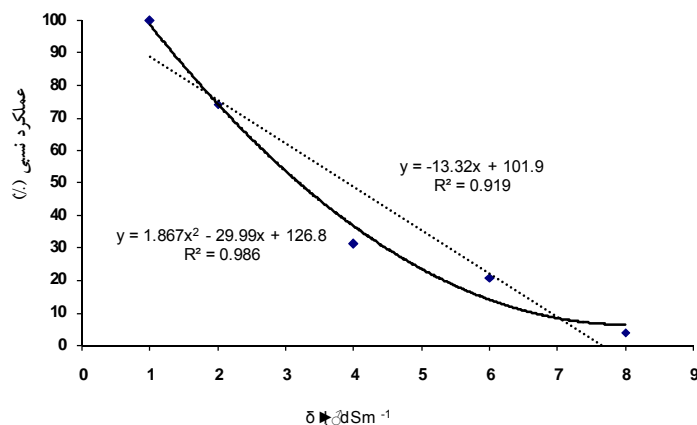
می شود، شوری تأثیر قابل توجهی بر عملکرد دارد. در بین تیمارهای اعمال شده، تیمار شاهد با شوری کمتر از یک دسی زیمنس بر متر بیشترین متوسط عملکرد را به میزان ۱۸/۵۷ گرم دانه در گلدان دارد. افزایش شوری آب آبیاری به دو دسی زیمنس بر متر باعث افت متوسط عملکرد به میزان ۲۶ درصد می شود. با افزایش شوری به چهار، شش و هشت دسی زیمنس بر متر، متوسط عملکرد به ترتیب به میزان ۶۹، ۸۰ و ۹۶ درصد متوسط عملکرد تیمار شاهد کاهش می یابد. با این وجود نتایج نشان داد حداکثر افت در متوسط وزن کاه رقمی در حدود ۲۳ درصد است و از این رو می توان گفت در شرایط تنش شوری میزان افت عملکرد در مقایسه با افت وزن کاه تولیدی از شیب افت بیشتری برخوردار است. گرمای بسیار زیاد هوا در سال انجام آزمایش می تواند باعث تشدید نقش شوری آب آبیاری شده باشد (۷). همان گونه که در شکل (۱) مشاهده می شود افت عملکرد برنج رقم هاشمی در شوری های مختلف را می توان به خوبی با معادله درجه دو بیان کرد و این معادله نسبت به معادله خطی از دقت بیشتری در تخمین عملکرد نسبی برخوردار است.

مقایسه میانگین اثر تیمارهای شوری بر برخی صفات در جدول (۶) ارائه شده است. از تأثیر بسیار معنی دار شوری بر دو صفت وزن کاه و عملکرد می توان پیش بینی کرد که میزان شاخص برداشت نیز کاملاً متأثر از تنش شوری باشد که این موضوع در جدول (۶) به خوبی آشکار است. مشاهده می شود که مقدار شاخص برداشت از ۲۸/۴۵ درصد در تیمار آبیاری شده با آب معمولی به ۱/۹۹ درصد در تیمار آبیاری شده با شورترین آب افت کرده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد (گرم دانه در گلدان) در تیمارهای مختلف

متوسط عملکرد	شوری‌های اعمال شده (dS/m)					رژیم آبیاری
	۸	۶	۴	۲	کمتر از ۱	
۸/۷۴AB	۰/۸۳A c	۲/۹۳A c	۵/۸۵A bc	۱۱/۸۶B b	۲۲/۲۴A a	غرقاب دائم (FI)
۹/۴۶AB	۱/۱۷A b	۲/۹۲A b	۵/۶۸A b	۱۵/۶۱AB a	۲۱/۹۳A a	آبیاری تناوبی (AWD)
۹/۸۹A	۰/۷۶A b	۴/۱۵A b	۶/۳۸A b	۱۸/۸۰A a	۱۹/۳۶A a	آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (FC)
۸/۰۳AB	۰/۲۵A c	۴/۳۲A c	۵/۷۰A bc	۱۱/۸۹B ab	۱۷/۹۹A a	آبیاری در ۹۰ درصد ظرفیت زراعی (90FC)
۶/۳۵B	۰/۶۶A b	۳/۷۲A b	۵/۲۹A ab	۱۰/۷۴B a	۱۱/۳۴B a	آبیاری در ۸۰ درصد ظرفیت زراعی (80FC)
	۰/۷۴d	۳/۶۱c	۵/۷۸c	۱۳/۷۸b	۱۸/۵۷a	متوسط عملکرد

حروف کوچک مشترک عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد در سطر و حروف بزرگ مشترک عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد در ستون را نشان می‌دهند.



شکل ۱- تغییرات عملکرد نسبی در شوری‌های متفاوت آب آبیاری

متوسط عملکرد نیز شده است (آخرین ستون جدول ۵ را مشاهده کنید).

تیمارهای آبیاری تناوبی و آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب با متوسط عملکردهایی معادل با ۹/۴۶ و ۹/۸۹ گرم در گلدان در مقایسه با تیمار غرقاب دائم که متوسط عملکردی معادل با ۸/۷۴ گرم در گلدان داشته است افزایش عملکردی معادل با ۸ و ۱۳ درصد نشان می‌دهند. دو تیمار آبیاری در ۹۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی نیز به ترتیب با ۸ و ۲۷ درصد کاهش در متوسط عملکرد پایین‌ترین متوسط عملکرد را دارا می‌باشند. شکل (۳) تغییرات عملکرد نسبی در روش‌های متفاوت آبیاری را نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج ارائه شده توسط بلدر و همکاران (۸)، رضایی

عملکرد می‌شود. افزایش شوری آب آبیاری به دو دسی‌زیمنس بر متر موجب خواهد شد اندکی اختلاف بین رژیم‌های آبیاری ایجاد شود و در این شرایط رژیم‌های غرقاب دائم و آبیاری تناوبی موجب می‌شوند برنج عملکردی کمتر نسبت به آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه داشته باشد. همچنین در شوری‌های بیش از دو دسی‌زیمنس بر متر نحوه مدیریت آبیاری اثری در میزان عملکرد نداشته و تمامی رژیم‌های آبیاری از نقطه نظر میزان عملکرد در یک کلاس قرار می‌گیرند. موضوع تأثیر آبیاری تناوبی در کاهش اثر تنش شوری که توسط یوسفی (۱۶) نیز گزارش شده است را می‌توان به کمتر شدن جذب آب و نمک‌های محلول در آب و در نتیجه کمتر شدن تجمع نمک در بافت گیاه نسبت داد. به طور کلی با بررسی عملکرد دانه در گلدان‌هایی که با روش‌های متفاوت آبیاری شده‌اند می‌توان دریافت اعمال دور آبیاری نه تنها افت عملکرد را در پی نداشته بلکه حتی اعمال تنش خشکی تا حد ظرفیت زراعی باعث افزایش

باشد آبیاری را می‌توان با هر کدام از روش‌های غرقاب دائم، تناوبی و یا شروع آبیاری در ۱۰۰ یا ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه انجام داد اما از آن‌جا که با اعمال دور آبیاری در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود روش آبیاری تناوبی توصیه می‌شود. در صورتی که شوری آب آبیاری مقداری برابر با دو دسی‌زیمنس بر متر باشد می‌توان روش آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه را به عنوان روش برتر آبیاری پیشنهاد نمود. در شوری‌های بیش از دو دسی‌زیمنس بر متر تمامی روش‌های آبیاری نتایج کم و بیش یکسانی خواهند داشت هر چند در این شرایط افت عملکرد به اندازه‌ای است که کشت برنج مقرون به صرفه به نظر نمی‌رسد. در برخی مواقع با مخلوط کردن آب شور و شیرین و کاهش شوری آب تا حد قابل قبول دو دسی‌زیمنس بر متر و استفاده از روش آبیاری تناوبی ضمن استفاده از آب شور می‌توان از کاهش عملکرد برنج جلوگیری کرد.

و نحوی (۲) و رضایی و همکاران (۳) که به کاهش عملکرد در تنش‌هایی بیش از حد ظرفیت زراعی اشاره کرده‌اند هماهنگی دارد. میانگین برخی صفات در گلدان‌هایی که شوری آب آبیاری متفاوت و مدیریت آبیاری یکسان داشته‌اند در جدول (۷) ارائه شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود روش آبیاری بر صفات وزن کاه، تعداد پنجه، تعداد کل خوشه، درصد خوشه پرشده و شاخص برداشت تأثیر معنی‌دار ندارد و این صفات تحت تأثیر مدیریت آبیاری به کار رفته نمی‌باشند.

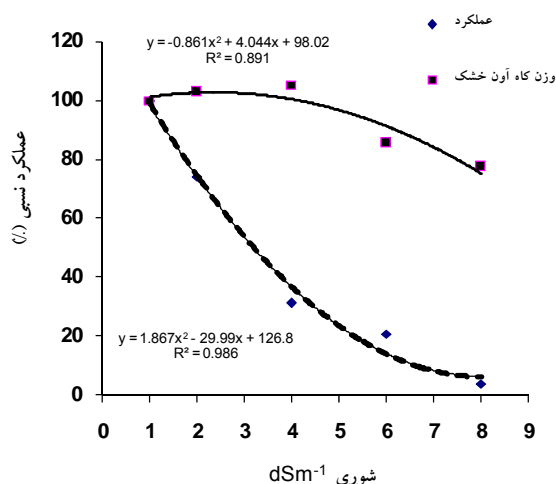
نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر اثر همزمان تنش‌های خشکی و شوری بر عملکرد دانه و سایر صفات برنج رقم محلی هاشمی در شرایط استان گیلان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد در صورتی که شوری آب آبیاری مقداری کمتر از یک دسی‌زیمنس بر متر

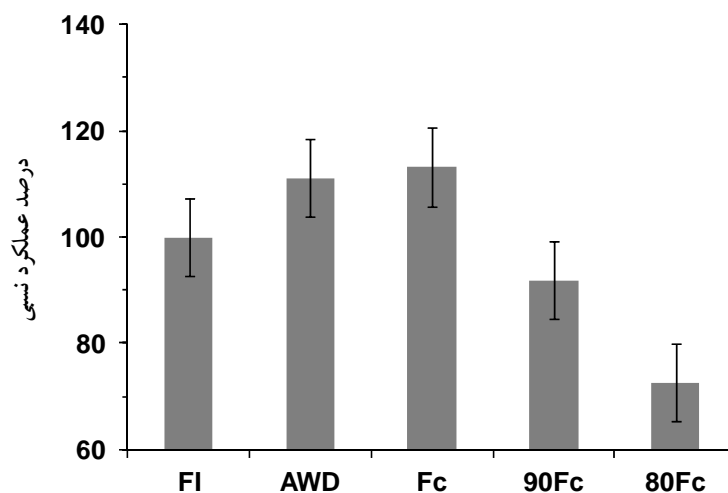
جدول ۶- مقایسه میانگین برخی صفات اندازه‌گیری شده (شوری‌های یکسان، روش‌های آبیاری متفاوت)

شاخص برداشت (درصد)	درصد خوشه پرشده (به نسبت تعداد پنجه)	تعداد کل خوشه	تعداد پنجه	وزن کاه (گرم در گلدان)	شوری (dS/m)
۲۸/۴۵ a	۶۷/۳ a	۲۹/۲ a	۳۴/۴۰ a	۳۹/۸ ab	۱
۲۲/۶۸ b	۶۴/۴ a	۲۶/۰ a	۳۱/۴۰ a	۴۰/۹ a	۲
۱۰/۵۳ c	۵۰/۱ ab	۱۹/۱ b	۳۰/۲۰ a	۴۱/۸ a	۴
۱۰/۱۹ c	۵۱/۶ ab	۱۶/۶ b	۲۵/۶۰ b	۳۳/۹ bc	۶
۱/۹۹ d	۱۶/۶ b	۱۰/۳ c	۲۳/۱۳ b	۳۰/۷ c	۸

حروف مشترک عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد را نشان می‌دهند.



شکل ۲- تغییرات عملکرد نسبی دانه و کاه در شوری‌های متفاوت آب آبیاری



شکل ۳- تغییرات عملکرد نسبی در روش های متفاوت آبیاری

جدول ۷- میانگین برخی صفات اندازه گیری شده (روش های آبیاری یکسان، شوری های متفاوت)

شاخص برداشت (درصد)	درصد خوشه پُر شده	تعداد کل خوشه	تعداد پنجه	وزن کاه (گرم در گلدان)	روش آبیاری
۱۴/۲a	۵۰a	۲۱/۸a	۲۹/۶a	۳۹/۳a	غرقاب دائم (FI)
۱۵/۱a	۵۱a	۲۱/۷a	۲۸/۳a	۴۰/۸a	آبیاری تناوبی (AWD)
۱۷/۲a	۵۱/۸a	۱۹/۳a	۲۹/۷a	۳۹/۶a	آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (FC)
۱۴/۷a	۴۹/۵a	۱۹/۲a	۲۹a	۳۵/۹a	آبیاری در ۹۰ درصد ظرفیت زراعی (90FC)
۱۲/۶a	۴۸/۱a	۱۹/۲a	۲۸/۲a	۳۶a	آبیاری در ۸۰ درصد ظرفیت زراعی (80FC)

حروف مشترک عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد را نشان می دهند.

منابع

۱. امیری، ا. ۱۳۸۵. بررسی بیلان آب و عملکرد برنج در مدیریت های آبیاری در شالیزار با استفاده از مدل (مدل و آزمایش مزرعه ای) پایان نامه دکترای آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران. ۱۸۱ص.
۲. رضایی، م. و م. نحوی. ۱۳۸۶. اثر روش های مختلف مدیریت آبیاری در خاک های رسی بر راندمان کاربرد آب و برخی از صفات ارقام محلی برنج در گیلان. پژوهشنامه علوم کشاورزی. شماره ۹. ص ۲۵-۱۵.
۳. رضایی، م. معتمد، م. ک. یوسفی فلکدهی، ع. و ا. امیری. ۱۳۸۹. تغییرات مصرف آب در مدیریت های مختلف آبیاری و تاثیر آن بر میزان عملکرد ارقام مختلف برنج. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۴ شماره ۳ مرداد و شهریور ۸۹ ص ۵۶۹-۵۷۷.
۴. کاووسی، م. ۱۳۷۴. تعیین مدل مناسب پیش بینی عملکرد برنج در شوری های مختلف برای ارقام سپیدرود، حسن سرایی و خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه خاک شناسی. دانشگاه تبریز. ۹۰ص.

۵. همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۹۷ص.
۶. یوسفی فلکدهی، ع. ۱۳۸۵. برهمکنش اثر تنش آب و شوری آب بر عملکرد برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه آبیاری. دانشگاه شیراز. ۱۸۰ص.
7. Asch, F., Dingkuhn, M. and Dorffling, K. 2000. Salinity increases CO₂ assimilation but reduces growth in field-grown irrigated rice. *Plant and Soil*, 218(1-2): 1-10.
 8. Belder, P., Spiertz, J. H. J. Bouman, B. A. M. Lu, G. and Tuong, T. P. 2005. Nitrogen economy and water productivity of lowland rice under water-saving irrigation. *Field Crops Research*, 93(2-3): 169-185.
 9. Bouman, B. A. M. and Tuong, T. P. 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. *Agricultural Water Management*, 49(1): 11-30.
 10. Casanova, D., Goudriaan, J. Catala Forner, M. M. Withagen, J. C. M. 2000. Rice yield prediction from yield components and limiting factors. *European Journal of Agronomy*, 17(1): 41-61.
 11. Castillo, E. G. Phuc, T. Abdelbaghi, M. A. and Kazuyuki, I. 2007. Response to salinity in rice: Comparative effects of osmotic and ionic stress. *Plant Production Science*, 10(2): 159-170.
 12. Clermont-Dauphina, C., Suwannang, N. Grünberger, O. Hammecker, C. and Maeght, J. L. 2010. Yield of rice under water and soil salinity risks in farmers' fields in northeast Thailand. *Field Crops Research*, 118: 289-296.
 13. Sultana, N., Ikeda, T. and Itoh, R. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environmental and Experimental Botany*, 42: 211-220.
 14. Tuong, T. P., Bouman, B. A. M. and Mortimer, M. 2005. More rice, less water-Integrated approaches for increasing water productivity in irrigated rice-based systems in Asia. *Plant Production Science*, 8(3): 231-241.
 15. Wopereis, M. C. S., Donovan, C. Nebié, B. Guindo, D. and N'Diaye, M. K. 1999. Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions of West Africa: Part I. Agronomic analysis. *Field Crops Research*, 61(2): 125-145.
 16. Yang, J., Liu, K. Wang, Z. Du, Y. and Zhang, J. 2007. Water saving and high-yielding irrigation for lowland rice by controlling limiting values of soil water potential. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49(10): 1445-1454.
 17. Zeng, L. and Shannon, M. C. 2000. Effects of salinity on grain yield and yield components of rice at different seeding densities. *Agronomy Journal*, 92(3): 418-423.
 18. Zhang, H., Xue, Y. Wang, Z. Yang, J. and Zhang, J. 2009. An alternate wetting and moderate soil drying regime improves root and shoot growth in rice. *Crop Science*, 49(6): 2246-2260.