اثر زهکشی میان‌فصل بر عملکرد برنج در شالیزارهای تجهیز و نوسازی شده

علی شاهنظری[۱]، عبدالله درزی[۲]، میرخالق ضیاتبار احمدی[۳]، قاسم آقاجانی[۴]، حسن علی بخشی[۵]، مهدی جعفری[۶]
۱- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسئول)
۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- استاد گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۴- مربی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۵- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۶- دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
aliponh@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق، اثر زهکشی میان‌فصل به‌عنوان یک عملیات مدیریت آب، بر عملکرد برنج در شالیزارهای تجهیز و نوسازی شده دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری بررسی شد. ۲۵ روز پس از نشا، به‌مدت یک هفته عملیات زهکشی انجام شد. در زمان برداشت، در زمان برداشت، برخی شاخص‌های گیاهی از قبیل تعداد پنجه، تعداد شاخه‌های جانبی خوشه اصلی، عملکرد دانه و شاخص برداشت تعیین شد. عملکرد دانه، تعداد پنجه در کپه، تعداد خوشه در متر مربع و تعداد دانه‌های جانبی خوشه در مترمربع در تیمارهای دارای زهکشی زیرزمینی اختلاف معنی-داری با مقدار متناظر در تیمار فاقد زهکشی زیرزمینی داشتند. براساس نتایج، اعمال زهکشی میان‌فصل از طریق سیستم‌های زهکشی زیرزمینی می‌تواند به مقدار قابل توجهی عملکرد برنج در شالیزارهای شمال کشور را افزایش دهد.

کلمات کلیدی: اراضی شالیزاری، تولید برنج، سیستم‌های زهکشی، مدیریت آب.

مقدمه

مقدار جمعیت با رشد متوسط ۱/۱ درصد تا سال ۲۰۳۰ افزایش می‌یابد. براین اساس، پیش‌بینی شده است که جمعیت جهان تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۸/۳ میلیارد نفر افزایش یابد (Anonymous, 2003). با افزایش جمعیت جهان، نگرانی درباره تامین نیاز غذایی مردم و در نتیجه کمبود آب در آینده، به‌ویژه در بخش کشاورزی که بیش از ۷۰ درصد کل منابع شیرین آب دنیا را مصرف می‌کند، افزایش می‌یابد. برنج، به‌عنوان غذای اصلی بیشتر مردم آسیا (Katsura and Nakaide, 2011)، بیش از هر محصول زراعی دیگر به آب نیاز دارد. بر اساس فائو (Anonymous,, 2004)، برنج در شرایط کشت متداول، به حدود ۷۰۰ تا ۱۵۰۰ میلیمتر آب نیاز دارد که ۶۰ تا ۸۰ درصد آن برای تامین تبخیر و تعرق گیاه از انتقال نشا تا برداشت و نشت و نفوذ عمقی برای حفظ شرایط اشباع در ناحیه ریشه مورد نیاز است (Guerra et al., 1998). کنترل آب مهمترین عملیات مدیریتی است که نقش تعیین کننده‌ای در میزان سودمندی سایر نهاده‌های تولید (مواد غذایی، آفت کش، علف‌کش، ماشینهای مزرعه و ...) در کشت برنج دارد (Masanneh Ceesay, 2004). غالب سیستم‌های آبیاری برنج فاقد مکانیزم‌های زهکشی کافی و مناسب می‌باشند. زهکشی ضعیف

خاک خسارت زیادی بر گیاهان وارد می‌کند و در طولانی مدت سبب تخریب خاک از طریق افزایش شوری و قلیائیت می‌گردد (Masanneh Ceesay, 2004).

اخیرا سیستم‌های زهکشی زیرزمینی به‌عنوان بخش اصلی سیستم زهکشی در برخی شالیزارهای کشورهایی مانند ژاپن، کره، چین و هند نصب گردیدند. نتایج تحقیقات مختلف عموما نشان می‌دهد که زهکشی زیرزمینی می‌تواند نقش موثری در بهبود بهره‌وری اراضی کشاورزی و افزایش عملکرد محصول ایفا کند (Ritzema et al., 2008; Satyanarayana and Boonstra, 2007; Mathew et al., 2001; Carter and Camp, 1994). براین اساس و با توجه به نبود تحقیقی جامع در زمینه زهکشی زیرزمینی اراضی شالیزاری و وجود حدود ۲۱۰ هزار هکتار از ۴۷۰ هزار هکتار شالیزار در استان مازندران (بی‌نام، ۱۳۸۸)، در این تحقیق، اثر سیستم‌های زهکشی سطحی و زیرزمینی بر میزان تولید برنج در اراضی شالیزاری تجهیز و نوسازی شده دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در حدود ۴/۵ هکتار از اراضی شالیزاری تجهیز و نوسازی شده دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر ۹ جاده ساری-دریا انجام شد. بافت خاک مزرعه تا عمق دو متری غالبا از نوع سیلتی رس است. در اراضی مورد مطالعه، سه سیستم زهکشی زیرزمینی معمولی متشکل از عمق ۰/۹ متر با فاصله ۳۰ متر ($D_{0.9}L_{30}$)، عمق ۰/۶۵ متر با فاصله ۱۵ متر ($D_{0.65}L_{15}$) و عمق ۰/۶۵ متر با فاصله ۳۰ متر ($D_{0.65}L_{30}$) و یک سیستم زهکشی زیرزمینی دوعمقی (Bilevel) متشکل از چهار خط زهکش به فاصله ۱۵ متر با اعماق ۰/۶۵ متر (Bilevel-$D_{0.65}$) و ۰/۹ متر (Bilevel-$D_{0.9}$) به‌صورت یک در میان نصب شد. همچنین سه کرت فاقد زهکش زیرزمینی که فقط متاثر از زهکشی سطحی بودند به‌عنوان تیمار زهکش سطحی (Control) در نظر گرفته شد (جدول (۱)).

برنج طارم در اراضی مورد مطالعه کشت شد. آزمایش‌های مربوط به تعیین تاثیر زهکش‌ها بر عملکرد محصول در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. برای هر سیستم زهکشی زیرزمینی، در ۱۸ نوار مختلف به عرض ۲/۵ متر (برای هر نوار، سه تکرار در نظر گرفته شد) برخی شاخص‌های گیاهی اندازه‌گیری شد. این شاخص‌ها در منطقه‌ای به مساحت یک مترمربع در هر یک از کرت‌های متاثر از زهکش سطحی نیز اندازه‌گیری شد. در طول فصل کشت، دوبار زهکشی انجام شد. اولین بار ۲۵ روز پس از نشا، برای انجام زهکشی میان‌فصل، آبیاری در کلیه تیمارها قطع و با برداشتن درپوش لوله‌های زهکش امکان تخلیه زه‌آب فراهم شد. در طول مدت زهکشی میان فصل، عمق سطح ایستابی در کلیه چاهک‌های مشاهده‌ای به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. داده‌های به دست آمده در این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

جدول (۱): مشخصات تیمارهای زهکشی مورد مطالعه

شماره کرت	سیستم زهکشی		عمق زهکش (متر)	فاصله زهکش (متر)	شماره خط زهکش
۲	Bilevel	$D_{0.9}L_{30}$	۰/۹	۳۰	۲
۴		Bilevel-$D_{0.65}$	۰/۶۵	۱۵	۴
		Bilevel-$D_{0.9}$	۰/۹		۵
۶		$D_{0.65}L_{30}$	۰/۶۵	۳۰	۷
۷		$D_{0.65}L_{15}$	۰/۶۵	۱۵	۹
۱۰		(Control)سطحی	۱/۲	۲۰۰	-

نتایج و بحث

تیمارهای مختلف زهکشی به‌طور معنی‌داری بر عملکرد دانه و اجزای آن به جز تعداد دانه در خوشه تاثیر داشتند (جدول ۲). کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار کنترل (۲۵۸۹/۹۸) و بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار Bilevel (۴۲۴۰/۵۶ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۳). تعداد پنجه در کپه، تعداد خوشه در متر مربع و تعداد دانه‌های جانبی خوشه در مترمربع در تیمارهای زهکشی زیرزمینی اختلاف معنی‌داری با مقدار متناظر در تیمار Control داشتند. عملکرد دانه در تیمارهای Bilevel، $D_{0.9}L_{30}$، $D_{0.65}L_{30}$ و $D_{0.65}L_{15}$ به ترتیب ۶۴، ۵۰، ۳۶ و ۴۷ درصد بیشتر از عملکرد دانه در تیمار زهکشی سطحی بود. تعداد پنجه در کلیه تیمارهای زهکشی زیرزمینی اختلاف معنی‌داری با مقدار آن در تیمار کنترل داشت. به نظر می‌رسد که بهتر بودن شاخص‌های گیاهی و عملکرد در تیمارهای زهکشی زیرزمینی نتیجه شرایط تهویه بهتر در کرت‌های تحت پوشش سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در زمان زهکشی میان فصل باشد.

جدول (۲): میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر تیمارهای زهکشی روی عملکرد دانه (شلتوک) و اجزای آن

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	تعداد پنجه	تعداد خوشه	تعداد شاخه‌های جانبی خوشه اصلی	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	شاخص برداشت
بلوک	۱۷	۳۷۲۳۸۵/۵۳^{ns}	۶/۳۷^{ns}	۱۴۱۶/۳۲^{ns}	۱۴۶۵۵۴/۸۲^{ns}	۲۱۹/۷۱^{ns}	۱/۰۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
تیمار	۴	۲۹۳۳۷۴۹/۵۵**	۳۴/۴۹*	۷۹۸۹/۴۹**	۵۷۴۶۹۰/۶۱**	۲۳۸/۵۵^{ns}	۲۱/۲۲**	۰/۰۰۳^{ns}
خطا	۴۴	۴۶۶۹۲۲/۳۰	۱۰/۵۵	۷۷۰/۸۳	۹۸۹۴۵/۶۲	۱۷۲/۴۹	۱/۰۳	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۸/۴۴	۱۹/۷۱	۱۲/۶۲	۱۵/۲۲	۱۸/۸۵	۴/۱۶	۱۱/۱۹

ns، غیرمعنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد. *، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد. **، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

بررسی تغییرات عمق سطح ایستابی در چاهک‌های مشاهده‌ای واقع در نقطه میانی فاصله بین زهکش‌ها در زمان زهکشی میان‌فصل نشان‌دهنده افت سریعتر سطح ایستابی در کرت‌های دارای زهکش زیرزمینی در مقایسه با کرت-های متاثر از زهکش سطحی بود. هفت روز پس از قطع آبیاری، عمق سطح ایستابی در تیمار Bilevel به ۸۴ سانتی-متر، در تیمار $D_{0.65}L_{15}$ به ۵۰ سانتی‌متر، در تیمار $D_{0.9}L_{30}$ به ۴۰ سانتی‌متر و در تیمار $D_{0.65}L_{30}$ به ۳۹ سانتی‌متر رسید، درحالی‌که متوسط عمق سطح ایستابی در وسط کرت‌های متاثر از زهکش سطحی به ۹ سانتی‌متر رسیده بود. افت سطح ایستابی در تیمارهای زهکشی زیرزمینی ضمن کمک به دفع مواد سمی از قبیل سولفیدها و اسیدهای آلی از ناحیه ریشه گیاه، اکسیژن کافی را در اختیار ریشه برنج قرار داده و ریشه‌زنی و در نتیجه جذب مواد غذایی را بهبود خواهد داد. گزارش شد که عملکرد برنج (Mathew et al., 2001; Katsura and Nakaide, 2011). و تعداد پنجه (Owusu-Sekyere, 2005) در شرایط کنترل سطح ایستابی افزایش می‌یابد. شاخص برداشت، نسبت

عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بالای سطح زمین می‌باشد (Yang and Zhang, 2010). تیمارهای زهکشی اثر معنی‌داری روی این صفت نداشتند (جدول ۲). مقدار این شاخص از ۰/۳۶ در تیمار $D_{0.65}L_{30}$ تا ۰/۴۲ در تیمار کنترل متغیر بود (جدول ۳).

جدول (۳): اثر تیمارهای زهکشی روی میانگین حداقل مربعات ± خطای استاندارد عملکرد دانه (شلتوک) و اجزای آن

تیمارهای زهکشی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد پنجه در کپه	تعداد خوشه در مترمربع	تعداد شاخه‌های جانبی خوشه اصلی در مترمربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت
Bilevel	۴۲۴۰/۵۶±۱۶۱^{a}	۱۷±۰/۷۷^{a}	۲۳۷/۸۹±۶/۵۴^{a}	۲۱۹۸/۵±۷۴^{a}	۷۶/۲۴±۳/۰۹^{a}	۲۴/۱۱±۰/۲۴^{b}	۰/۳۸±۰/۰۱^{ab}
$D_{0.65}L_{15}$	۳۹۲۱/۲۰±۲۴۶^{ab}	۱۶/۸۹±۱/۱۷^{a}	۲۳۵/۶۹±۱۰^{a}	۱۹۴۲/۲۴±۱۱۳^{ab}	۷۰/۶۳±۴/۷۳^{ab}	۲۵/۹۳±۰/۳۷^{a}	۰/۳۹±۰/۰۱^{ab}
$D_{0.65}L_{30}$	۳۵۱۵/۰۵±۱۶۱^{bc}	۱۶/۶۵±۰/۷۷^{a}	۲۰۴/۹۴±۶/۵۴^{b}	۱۹۴۷/۸۳±۷۴^{ab}	۶۶/۴۷±۳/۰۹^{ab}	۲۵/۸۳±۰/۲۴^{a}	۰/۳۶±۰/۰۱^{ab}
$D_{0.9}L_{30}$	۳۸۹۱/۶۷±۱۶۱^{ab}	۱۶/۲۲±۰/۷۷^{a}	۲۴۰/۲۲±۶/۵۴^{a}	۲۲۵۵/۵±۷۴^{a}	۷۰/۰۹±۳/۰۹^{ab}	۲۳/۲۲±۰/۲۴^{bc}	۰/۳۹±۰/۰۱^{ab}
control	۲۵۸۹/۹۸±۴۳۶^{d}	۹/۲۸±۲/۰۷^{b}	۱۵۵/۴۴±۱۷/۷۲^{c}	۱۴۹۹/۵۲±۲۰۰^{c}	۷۰/۹۲±۸/۳۸^{ab}	۲۳/۲۵±۰/۶۵^{c}	۰/۴۲±۰/۰۳^{a}

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد توسط آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

نتیجه‌گیری

بهبود وضعیت تهویه و تخلیه سریعتر آب اضافی خاک در زمان زهکشی میان فصل سبب افزایش قابل توجه عملکرد برنج در تیمارهای زهکشی زیرزمینی شد. با توجه به نتایج این تحقیق، بهبود وضعیت زهکشی اراضی شالیزاری می‌تواند نقش مهمی در افزایش تولید برنج و دستیابی به خودکفایی در این امر، ایفا کند.

سپاسگزاری

مولفان از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور و پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری طبرستان به‌دلیل مساعدت‌های مالی کمال تشکر را دارند.

منابع

بی‌نام، ۱۳۸۸. خلاصه سیمای آب و هوا، اقلیم و منابع آب استان مازندران. بانک کشاورزی (اداره کل مطالعات و بررسی‌های اقتصادی). ۱۱ ص.

کریمی و، ۱۳۸۷. مدیریت آب در دوره گل‌آب کردن اراضی شالیزاری. مجموعه مقالات دومین کنفرانس راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی.

Carter CE and Camp CR, 1994. Drain spacing effects on water table control and sugarcane yields. Transactions of the ASAE 37(5): 1509-1513.

Anonymous, 2012. Fao statistical year book. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Pp: 352.

Anonymous, 2004. International year of rice 2004, Agenda item 10. Proceedings of the 24th FAO regional conference for Europe, Montpellier, France, Fao rome. 5-7 May.

Anonymous, 2003. The state of food insecurity in the world. FAO Rome.

Guerra LC, Bhuiyan SI, Tuong TP and Tuong R, 1998. Producing more rice with less water. SWIM Paper 5. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.

Katsura K and Nakaide Y, 2011. Factors that determine grain weight in rice under high-yielding aerobic culture: The importance of husk size. Field Crops Research, 123: 266–272.

Masanneh-Ceesay M, 2004. Management of rice production systems to increase productivity in the Gambia, west Africa. A Dissertation Presented to the Faculty of the Graduate School of Cornell University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, Pp: 159.

Mathew EK, Panda RK and Nair M, 2001. Influence of subsurface drainage on crop production and soil quality in a low-lying acid sulphate soil. Agricultural Water Management, 47: 191-209.

Owusu-Sekyere JD, 2005. Water table control for rice production in Ghana. Cranfield University, Silsoe College, National Soil Resources Institute. Ph.D. Thesis, Pp: 225.

Ritzema HP, Satyanarayana TV, Raman S and Boonstra J, 2008. Subsurface drainage to combat waterlogging and salinity in irrigated lands in India: Lessons learned in farmers' fields. Agricultural Water Management, 95 (3): 179-189.

Satyanarayana TV and Boonstra J, 2007. Subsurface drainage pilot area experiences in three irrigated project commands of Andhra Pradesh in India. Irrig. and Drain. 56: 245–252.