Shahid Chamran University of Ahvaz

Irrigation Sciences and Engineering (JISE)
Vol. 45, No. 4, winter 2023, p. 73-86

Journal homepage: https://jise.scu.ac.ir

Research Paper

EXTENDED ABSTRACT

Investigating the effect of Regulated Deficit irrigation and Partial Root Dring on some physical and qualitative properties of rice grains and Nitrogen Absorption in furrow cultivation

M. Yousefian[1], A. Shahnazari[2*], M. Ziatabar Ahmadi[3], B. Arabzadeh[4] and M. Raeini Sarjaz [5]

1- Ph.D. student of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2- Corresponding Author, Professor Water Engineering Department, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Sari.(aliponh@yahoo.com).*
3- Professor, Water Engineering Department, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Sari.
4- Assistant Professor of Rice Research Institute.
5- Professor, Water Engineering Department, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Sari.

ARTICLE INFO

Artlcle history:
Received: 20 November 2019
Revised: 31 October 2021
Accepted: 3 November 2021

Keywords:
Rice grain quality, Partial Root Drying, Furrow Cultivation, Dificit Irrigation, Nitrogen.

TO CITE THIS ARTICLE:

Yosefian, M., Shahnazari, A., Ziatabar Ahmadi, M., Arabzade, B., Raeini Sarjaz, M. (2023). 'Investigating the effect of Regulated Deficit irrigation and Partial Root Dring on some physical and qualitative properties of rice grains and Nitrogen Absorption in furrow cultivation', Irrigation Sciences and Engineering, 45(4), pp. 73-86. doi: 10.22055/jise.2021.31483.1889.

Introduction

Due to drought crisis in recent years, the use of alternative cropping methods that saves water without any decrease in yield is increasing. Regulated deficit irrigation is a method of irrigation in which, by supplying part of the maximum crop requirement at specified times, water management is addressed and therefore the root zone is in a dry area most of the time. Using this method will partially stop the growth of the plant and usually decrease yield (Jovanovic et al., 2010). Root Partial Drying (PRD) is a modified form of the deficit, which includes watering one section of the root zone in each irrigation and dry up another side, so the moisture of this section before next irrigation largely come down (Ahmadi et al., 2010). In the root drying method, the roots of the plant simultaneously with soil drying with the production of Abscisic Acid, prevent leaf expansion and reduce stomatal conductance. Simultaneously with this process, the root in the wet part with adequate water uptake puts the plant in proper moisture (Yousri Ibrahim Atta, 2008). Abscisic acid is a plant hormone whose production is increased by root in dry soils and transported by water flow into the stem. (liu et al., 2008). On the other hand, The quality of production is as important in all crops and especially in rice production in Iran. (Salehifar et al., 2009) In order to evaluate some of the physical and qualitative properties of rice grain and the amount of nitrogen uptake in rice (Hashemi variety) under different irrigation levels and comparing it with continuous waterlogging, an experiment was conducted during two years of cultivation of 2015 and 2016.

Methodology

This experiment was conducted in a randomized complete block design at the Rice Research Institute of Mazandaran. The treatments consisted of two methods of Regulated Deficit irrigation (RDI) and Partial Root Dring (PRD) with three levels of drought stress based on tensiometer degree

(RDI_{10}, PRD_{10}, RDI_{30}, PRD_{30}, RDI_{60}, PRD_{60}) in Furrow Irrigation and permanent submerged treatments In the puddeling field (traditional method), as control with three replications.(Figure 1) In this research, the yield and conversion efficiency, amount of water consumed, microcrack percentage, elongation ratio, amylose percentage, gel concentration, gelatinization temperature and nitrogen uptake by rice paddy were calculated for each irrigation treatments.

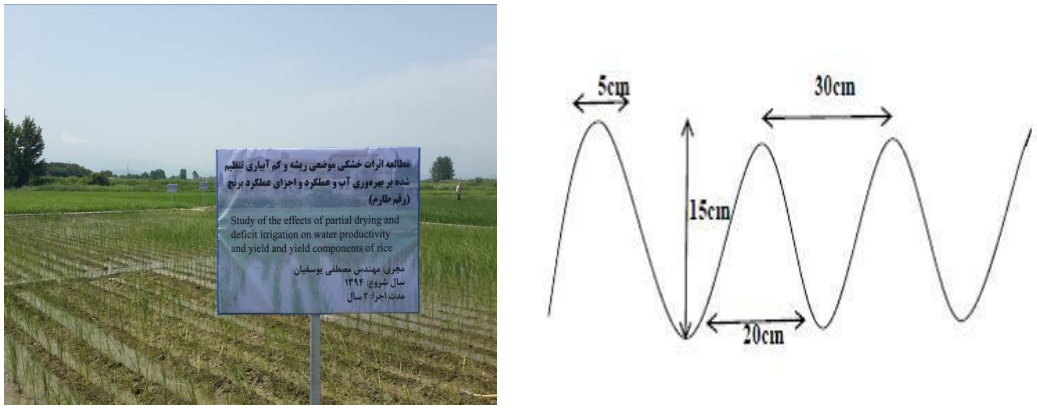

Fig. 1- Outline of the layout(left)& Schematic view of the cross-sectional area of the plot (right)

Results and Discussn

The results of analysis of variance of effects of irrigation treatments on rice yield, water use, quantitative and qualitative traits of rice grain and nitrogen uptake showed that there was a significant difference between two years in yield, conversion efficiency, micro percentage, amylose percentage, gel concentration, gelatinization temperature and nitrogen absorption in different treatments.(Table 1) the comparison of the mean values, by Duncan (5%) resulted the yield reduction in partial stress treatments (RDI_{10} and PRD_{10}) is negligible and has been subjected to permanent submerging treatment in a same statistically class.(Table 2) also according to the results, deficit irrigation, especially partial root drying, significantly reduces water consumption, so that PRD_{10} treatment results in a 32% reduction in water consumption compared to the control treatment, while its yield reduction is 2,2% in two years. Based on comparison of the mean values results, the partial root drying while water consumption is less than regulated deficit irrigation with the same tension, so that water consumption in PRD_{10} treatment decreases by 15% compared to DI_{10}, while its average yield in Two years is 1.1% higher. Also, rice under mild drought stress retained qualitative traits such as amylose percentage, gelatin and gelatinization temperature. As the results, with increasing drought stress, nitrogen uptake in rice is reduced, and the highest nitrogen uptake was observed in permanent submerged treatment in both years, with 85.6 and 88.5 k/ha, respectively.

Conclusions

The results of applying different levels of water on rice cultivation showed that The use of partial root drying method is much less water consuming than the tradition method and yield reduction is negligible if subjected to low stress. So, citing these results and Considering the importance of water in agricultural production and the shortage of water resources in recent years, the use of intermittent irrigation and deficit irrigation, particularly Partial Root Dring method can be applied as an alternative method in rice cultivation, which, without significant reduction in yield and Physical and qualitative characteristics of rice grain, results in water saving.

Table 1- analysis of variance of effects of irrigation treatments on rice yield, water use, quantitative and qualitative traits of rice grain and nitrogen uptake

Mean squares										
Nitrogen uptake (%)	Gel temperature	Gel concentration (cm)	Amylose percentage(%)	Elongation ratio(%)	Percentage of brokeen(%)	Milling Efficiency(%)	Water Consumption (m^3/ha)	yeild(kg/ha)	df	Sources of variation
7.83^{ns}	7.64^{ns}	0.39^{ns}	1.9^{ns}	0.006^{ns}	0.36^{ns}	0.97^{ns}	66439.9^{ns}	7221.43^{ns}	2	Block effect
1220.2**	17.16**	0.336**	9.05**	0.053^{ns}	38.65**	60.35**	8612065.1**	1435937.3**	6	Treatment
23.2^{ns}	1.21^{ns}	0.69^{ns}	11.31**	0.62^{ns}	0.01^{ns}	0.61^{ns}	54937.17*	27771.43*	1	Year
0.0002^{ns}	1.05^{ns}	0.25^{ns}	0.32^{ns}	0.86^{ns}	1.77^{ns}	0.82^{ns}	2699.28^{ns}	2399.21^{ns}	6	Treatment * year
10.01	1.21	0.042	0.88	0.02	0.58	0.35	11117.44	3331.68	12	Error
5.02	3.3	3.40	4.35	2.85	2.39	9.07	1.79	1.54		CV(٪)

**، *and n.s Significant at the 1%, 5% and non-significance probability level, respectively

Table 2- Comparison of the mean values measured in two years 2015 and 2016 by Duncan (5%)

Nitrogen uptake(%)	Gel temperature	Gel concentration(cm)	Amylose percentage(%)	Percentage of brokeen(%)	Milling Efficiency(%)	Water Consumption(m^3/ha)	yeild(kg/ha)	Treatment
Year 2015								
85.8 a	35.4 a	4.4 a	22.83 a	29.5 e	67.97 ab	8270a	4200 a	FI
68.2 b	34.8 a	4 b	20.27 b	31.1 cd	68 ab	6588.3 b	4066.7 b	RDI_{10}
69.7 b	35.1 a	4.27 a	20.17 b	30.1 de	68.7 a	5635 d	4096.7 b	PRD_{10}
58.9 c	34.5 a	3.83 b	20.37 b	31.7 c	65.8 c	5881.7 c	3720 c	RDI_{30}
60.3 c	34.9 a	3.93 ab	20.73 b	31.07 cd	66.9 bc	f 5025	3790 c	PRD_{30}
46.2 d	31.5 b	3.83 b	20.43 b	35.6 a	60.4 d	5281 e	2993.3 d	RDI_{60}
47.6 d	31.8 b	3.86 b	20.8 b	34.1 b	61.2 d	4731.7 g	3103.3 d	PRD_{60}
Year 2016								
88.6 a	34.8 a	4.4 a	23.86 a	28.5 c	68.22 a	8160 a	4250 a	FI
69.1 b	34.2 a	4.13 ab	22.78 ab	29.63 c	68.05 a	6519.3 b	4113.3 b	RDI_{10}
71.5 b	34.5 a	4.37 a	22.83 ab	29.47 c	68.55 a	5542 d	4176.7 ab	PRD_{10}
59.6 d	33.9 a	3.93 ab	22.2 b	32.07 b	65.65 c	5892.7 c	3733.3 d	RDI_{30}
61.7 cd	33.8 a	4.27 a	22.07 b	31.7 b	66.4 b	4974 f	3896.7 c	PRD_{30}
45 e	31.7 b	3.7 b	21.06 bc	35.73 a	61.12 d	5171 e	3003.3 f	RDI_{60}
48.6 de	32.1 b	3.9 ab	20.7 bc	35.8 a	61.35 d	4646.7 g	3176.7 e	PRD_{60}

Mean values in the same column not followed by the same letter indicate significantly different

Acknowledgments

We thank for Iran National Science Foundation (INSF) and Rice Research Institute of Iran for their assistance in conducting this research.

References

1- Ahmad S., Zia-Ul-Haq M., Ali H., Ahmad A. and Khan M.A. 2009. Morphological and quality parameters of Oryza sativa. As affected by population dynamics, nitrogen fertilization and irrigation regimes. Pakistan Journal Botanic, 41(3):1259-1269.

2- Jovanovic Z., Stikic R., Vucelic-Radovic B., Paukovic M., Brocic Z., Matovic G., Rovcanin S., and Mojevic M. 2010. "partial root-zone drying increases WUE, N and antioxidant content in field potatoes." Europ. J. Agronomy. 33:124-131.

3- Liu, F., Song, R., Zhang, X., Shahnazari, A., Andersen, M.N., Plauborg, F., Jacobsen, S.E. Jensen, C.R., 2008. Measurement and modeling of ABA signaling in potato (*Solanum tuberosum* L.) during partial root-zone drying. Environ. and Experimental Botany, 63: 385-391.

4- Salehifar M Peyman h and Farzanfar M (2009) Investigation of rice waste in whitening process of Hashemi rice. Fourth National Conference on Agricultural Waste Dissemination. Tarbiat Modares University of Tehran: p 548-543(In Persian).

5- Yousri Ibrahim Atta, 2008, Innovative Method for Rice Irrigation with High Potential Water Saving. Water Management Research Institute, National Water Research Center, Egypt. 7p.

© 2023 Shahid Chamran Universiry of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

علوم و مهندسی آبیاری جلد ٤٥، شماره‌ی٤، زمستان ١٤٠١، مقاله پژوهشی، ص. ٨٦-٧٣

بررسی اثر کم‌آبیاری تنظیم شده وخشکی بخشی ریشه بر خصوصیات دانه برنج و جذب نیتروژن

مصطفی یوسفیان[۱]، علی شاه نظری[۲*]، میرخالق ضیاء تبار احمدی[۳]، بهروز عربزاده[۴]و محمود رائینی سرجاز[۵]

۱-دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۲*- نویسنده مسئول، استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری A.shahnazari@sanru.ac.ir

۳-استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۴-استادیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور –معاونت آمل.

۵- استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۹ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۸/۹ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۲

چکیده

به‌منظور ارزیابی برخی خصوصیات فیزیکی و کیفی دانه برنج و میزان جذب نیتروژن در سطوح مختلف‌آبیاری، مطالعه‌ای در معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران طی دو سال زراعی ١٣٩٤و١٣٩٥ انجام گردید. تیمارها شامل دو روش کم‌آبیاری تنظیم شده (RDI) و خشکی بخشی ریشه (PRD) در کشت جو و پشته با سه سطح تنش خشکی (DI_{10} ، PRD_{10}، DI_{30}، PRD_{30}، DI_{60} ،PRD_{60}) به‌همراه غرقاب دایم (FI) به‌عنوان تیمار شاهد، در سه تکرار انجام گردید. طبق نتایج هردو سال پارامترهای عملکرد، آب مصرفی، راندمان تبدیل، درصد خرد، درصد آمیلوز، غلظت ژل، دمای ژلاتینه شدن و مقدار جذب نیتروژن در تیمارهای مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشته است. بر این اساس اگرچه بیشترین عملکرد در تیمار غرقاب دایم به‌دست آمد، اما متوسط کاهش عملکرد در تیمار PRD_{10} دو درصد بوده است، در حالی‌که مصرف آب آن ۳۲ درصد کمتر از تیمار شاهد است. طبق نتایج ضریب تبدیل در روش خشکی بخشی ریشه نسبت به غرقاب دایم حدود ۰/۵درصد افزایش داشته و کمترین درصد خرد در تیمار PRD_{10} اندازه گیری شد. هم‌چنین تحت تنش ملایم خشکی، صفات کیفی مانند درصد آمیلوز، درجه ژل و دمای ژلاتینه شدن کاهش نداشته است. با افزایش تنش خشکی مقدار جذب ازت در برنج کاهش می‌یابد، براین اساس بیشترین جذب نیتروژن هر دوسال در تیمار شاهد به‌دست آمد که مقدار آن به‌ترتیب ۸۵/۸ و ۸۸/٦ کیلوگرم در هکتار بوده است. لذا استفاده از روش خشکی بخشی ریشه در کشت جوی و پشته به‌عنوان یک روش جایگزین در کشت برنج قابل اجرا می‌باشد که بدون کاهش چشم‌گیر در عملکرد و کیفیت برنج، موجب صرفه‌جویی در آب مصرفی می‌گردد.

کلید واژه‌ها: کشت جوی و پشته، کم‌آبیاری برنج، کود نیتروژن، کیفیت برنج.

مقدمه

برنج غذای پایدار نیمی از جمعیت جهان و منبع عمده انرژی غذایی برای بخش اعظمی از آسیا و اقیانوسیه و بخشی از آفریقا می‌باشد و یک پنجم منبع انرژی غذایی جهان را در مقایسه با گندم (۱۹درصد) فراهم می‌کند. بر اساس گزارش فائو سطح زیرکشت برنج در دنیا در سال ۲۰۱۶ حدود ۱۶۴ میلیون هکتار و شلتوک تولید شده حدود ۷۵۲ میلیون تن بود که نسبت به سال قبل حدود ۱/۶ درصد رشد داشته است (FAO, 2017). خشکی مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید برنج در سطح جهان است که در سال‌های اخیر با تغییر شرایط اقلیمی این معضل شدیدتر شده است (Prasad et al., 2012) . از طرفی با توجه به افزایش روزافزون نیاز بشر به مواد غذایی و کاهش منابع آبی، بروز بحران دور از انتظار نیست. با روند فعلی جمعیت کره زمین تا سال ۲۰۲۵ به‌بیش از هشت میلیارد نفر می‌رسد، لذا باید سطح اراضی تحت آبیاری۲۰ درصد و مقدار تولید محصول۴۰ درصد افزایش یابد، تا جواب‌گوی نیاز غذایی باشد (Lascano and Sojka, 2007). در ایران، ۳۷ میلیون هکتار اراضی برای کشت و کار وجود دارد. ولی به‌دلیل کمبود منابع آبی کشور، تنها هشت میلیون هکتار بصورت فاریاب کشت می‌شود، بنابراین علیرغم وجود اراضی زیادی که مناسب برای کشاورزی هستند ولی کمبود آب به‌عنوان یک عامل محدود کننده برای استفاده حداکثری از پتانسیل کشاورزی در ایران به حساب می‌آید (Naderi, 2010). میزان تولید برنج در کشور دو میلیون و دویست هزار تن می‌باشد که ۷۰ درصد آن در استان‌های مازندران و گیلان و استان‌های خوزستان، گلستان و فارس به‌ترتیب با ۱۰ ، ۸/۷ و ۵/۳ درصد از کل تولید برنج به‌ترتیب مقام سوم تا پنجم را دارا بوده و شش درصد باقی مانده به سایر استان‌های کشور اختصاص دارد. میانگین عملکرد شلتوک در کشور ۴۳۳۶ کیلوگرم در هکتار می‌باشد

DOI: 10.22055/JISE.2021.31483.1889

(Gholizadeh et al., 2014). کاشت برنج در ایران عمدتاً به‌صورت نشایی انجام می‌پذیرد و آماده‌سازی زمین برای نشاءکاری و تهیه خزانه و حفظ رطوبت موجود در آن مقادیر زیادی آب لازم دارد که این عوامل نیز در مجموع نیاز آبی برنج را افزایش داده و موجب کاهش بهره‌وری مصرف آب می‌گردد. لذا در مواقع کم آبی به منظور استفاده بهینه از منابع آب موجود باید مدیریت‌های جدیدی در آبیاری برنج اعمال نمود تا علاوه بر به حداقل رسانیدن خسارات اقتصادی، مانع از بروز مشکلات زیست محیطی شد (Abbasi, 2007). از طرف دیگر موضوع بحث‌انگیز روند افزایشی ضایعات مواد غذایی، یکی از چالش‌های جدی اکثر کشورها به‌ویژه کشورهای درحال توسعه است، که سیاستمداران و اندیشمندان مجامع علمی در جهان سوم را بر آن داشته تا برای کاهش ضایعات محصولات کشاورزی در مراحل مختلف تولید، توزیع و مصرف چاره اندیشی کنند (Shadan and Mihankhah, 2003). بر اساس آمارهای موجود در ایران، تقریباً ۳۰ درصد محصولات کشاورزی بدون اینکه به مصرف برسد، در مراحل مختلف از بین می‌روند و صنایع تبدیلی موجود در ایران به آن حد از رشد نرسیده که بتواند از تمامی اجزای یک محصول کشاورزی بهره مناسب وکامل را ببرد (Toodeh Roosta, 2003). در میان غلات برنج تنها محصولی است که شکل ظاهری و درصد شکستگی در آن عامل مهمی به‌شمار می‌رود. به‌عنوان مثال در تجارت بین‌المللی برنج، اساس دسته‌بندی برنج به این صورت می‌باشد:

۱- در صورتی که درصد خرده برنج کمتر از پنج درصد باشد نوع برنج اعلاء محسوب می‌شود.

۲- در صورتی که خرده برنج کمتر از ۱۵ درصد باشد نوع برنج، استاندارد محسوب می‌شود.

۳- در صورتی که خرده برنج کمتر از ۲۵ درصد باشد نوع برنج، دانه شکسته محسوب می‌شود.

۴- در صورتی‌که خرده‌برنج بیشتر از ۴۰ درصد باشد نوع برنج خرده محسوب می‌شود (Salehifar et al., 2009).

در فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید درصدی از دانه‌ها شکسته یا خرد می‌شوند. هرچه دانه‌های برنج سالم‌تر بوده و از شکستگی کمتری برخوردار باشند، دارای قیمت بالاتر و بازارپسندی بهتری خواهند بود. ارزش اقتصادی برنج خرد شده نسبت به برنج سالم به‌شدت افت می‌کند. تا جایی‌که قیمت برنج خرد شده در بازار بین یک سوم تا یک چهارم قیمت برنج کامل و سالم است. مقدار شکست دانه به عوامل متعددی بستگی دارد. این عوامل به‌طورکلی به عوامل قبل از تبدیل و حین تبدیل تقسیم‌بندی می‌شوند. مهم‌ترین عواملی که قبل از تبدیل روی کیفیت و درصد خرد دانه تاثیر می‌گذارند، شامل رقم و خصوصیات فیزیکی دانه، اثر عوامل محیطی در دوره رسیدن دانه، مدیریت زراعی و به‌ویژه مدیریت آبیاری در طی مراحل کاشت، داشت، برداشت و عملیات خرمن‌کوبی محصول می‌باشند (Hedayatipour et al., 2005) در این میان آبیاری برنج یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولید این محصول است زیرا بدون منابع آب کافی و مطمئن، اکثر عملیات‌های زراعی از قبیل نشاءکاری، کوددهی و سم‌پاشی و کنترل علف‌های هرز غیرممکن است (Iguaz et al., 2005). برنج نسبت به سایر گیاهان زراعی تحت آبیاری بیشترین سطح زیر کشت را دارا بوده و راندمان آبیاری آن نیز نسبت به‌دیگر غلات کمتر می‌باشد، هرچند به‌منظور کاهش مصرف آب روش‌های جدیدی همانند آبیاری تناوبی ارائه شده است (Mahajan et al., 2008). باتوجه به تنوع زیاد شرایط محیطی و ارقام مختلف برنج، روش استانداردی برای آبیاری وجود ندارد. لذا سوء مدیریت و یا ترس از خطر خشکی در طول فصل رشد موجب افراط در استفاده از آب می‌گردد. در شالیزارها معمولاً آبیاری به‌صورت غرقاب دائم صورت می‌گیرد، زیرا تهیه سیستم‌های مناسب آبیاری و کنترل مصنوعی آب آبیاری آسان و عملی نمی‌باشد (Razavi Pour, 1995).آبیاری شیاری یکی از روش‌های آبیاری در کشاورزی است که آب به‌صورت جانبی از دیواره‌های شیارهای موجود، به زیر پوشش گیاهی نفوذ می‌کند. در این روش که برای کشت انواع گیاهان مورد استفاده قرار گرفته شده است، عدم وجود لایه‌ی آب در سطح زمین، تبخیر را کاهش می‌دهد. کم‌آبیاری تنظیم‌شده و خشک کردن بخشی ریشه دو روش کم‌آبیاری می‌باشد که موجب کاهش مصرف آب نسبت به آبیاری کامل می‌شود. در کم‌آبیاری، میزان کاهش آب بسته به نوع گیاه متفاوت بوده و معمولاً بدون کاهش عملکرد و گاهی با کاهش جزیی بوده، که اعمال آن موجب افزایش بهره‌وری آب می‌گردد (English et al., 1990).

کم‌آبیاری تنظیم شده نوعی آبیاری می‌باشد که در آن، با تأمین بخشی از نیاز گیاه در زمان‌های مشخص، به مدیریت مصرف آب پرداخته می‌شود و به‌همین دلیل در اکثر مواقع خاک منطقه ریشه خشک می‌باشد، لذا این روش، تا حدودی رشد گیاه را متوقف کرده و معمولاً باعث کاهش عملکرد می‌گردد (Jovanovic et al., 2010). خشک کردن بخشی ریشه فرم اصلاح شده کم‌آبیاری است، که شامل آبیاری تنها یک بخش از منطقه ریشه در هر آبیاری و خشک گذاشتن یک بخش دیگر است، به‌نحوی که رطوبت این بخش قبل از آبیاری تا حد زیادی پایین بیاید (Ahmadi et al., 2010). Davies و Zhang (1991) بیان نمودند که در روش خشکی بخشی ریشه، قسمتی از ریشه گیاه آبیاری شده و قسمتی دیگر خشک باقی می‌ماند. آن قسمت که خشک باقی می‌ماند با فرستادن پیام به اندام هوایی، نسبت به خشکی عکس‌العمل نشان داده و باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش مصرف آب توسط گیاه می‌گردد (شکل ۱). ایده استفاده از خشکی بخشی ریشه به‌عنوان روشی برای تغییر واکنش گیاه به کمبود آب از جایی نشأت گرفت که در تعدادی از گونه‌های زراعی به‌عنوان مثال سویا مشاهده شد که آبسزیک اسید تولید

شده توسط ریشه می‌تواند به ساقه منتقل شده و باعث تنظیم روزنه برگ شود. آبسزیک اسید هورمون گیاهی است که در خاک‌هایی که در حال خشک شدن می‌باشند، تولید آن توسط ریشه افزایش یافته و توسط جریان آب در آوند چوبی ساقه حمل می‌شود (liu et al., 2003). در روش خشکی بخشی ریشه، ریشه‌های گیاه هم‌زمان با خشک شدن خاک با تولید آبسزیک اسید، جلوی گسترش برگ را گرفته و از رسانایی روزنه‌ها کم می‌کنند. هم‌زمان با این فرآیند، ریشه‌ی واقع در قسمت مرطوب با جذب آب کافی، گیاه را در وضعیت مناسب رطوبتی قرار می‌دهند (Yousri Ibrahim Atta, 2008). هم‌چنین liu et al. (2008) گزارش کردند تعویض جهت آبیاری باید در رطوبتی از خاک انجام شود که در آن، حداکثر اسید آبسیزیک تولید می‌شود.

Rashidi et al. (1990) با بررسی اثرات اعمال کم‌آبیاری تنظیم شده بر خصوصیات کیفی برنج نشان دادند که روش خشکه‌کاری و نشایی در برخی خصوصیات کیفی مورد اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری دارند. روش نشایی در مقایسه با خشکه‌کاری باعث افزایش میزان آمیلوز و غلظت ژل دانه رقم فجر شده است و اعمال تیمارهای کم‌آبیاری بر دمای ژلاتینه شدن دانه برنج اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نشان داده است. Juliano (1995) گزارش داده است که درصد آمیلوز دانه یک رقم خالص تا شش درصد نوسان دارد که تحت تأثیر عوامل مختلف نظیر کود نیتروژن و درجه حرارت محیط قرار می‌گیرد.

Ahmad et al (2009) با بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و کیفی برنج تحت تأثیر کوددهی نیتروژن و رژیم‌های آبیاری نشان دادند که پارامترهای کیفی به همراه عملکرد دانه از لحاظ آماری تحت تأثیر مقادیر نیتروژن و رژیم‌های آبیاری قرار دارند، به‌طوری‌که درصد آمیلوز و محتوای پروتئین دانه با افزایش مقدار آب آبیاری افزایش یافته است. یکی از مسایل مهم دیگر در ارتباط با کشت برنج، میزان جذب عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن توسط گیاه، در روش‌های مختلف کشت برنج و رژیم‌های آبیاری می‌باشد. نیتروژن یکی از عناصر اصلی برای گیاهان است که به دو صورت آلی و معدنی وجود دارد. بیش از ۹۰ درصد نیتروژن خاک، به‌صورت نیتروژن آلی است که توسط گیاه قابل جذب نیست. نیتروژن معدنی شامل نیترات، آمونیوم، نیتریت و آمونیاک است که نیترات و آمونیوم به راحتی جذب گیاه شده ولی آمونیاک و نیتریت برای گیاهان سمی هستند. (Galloway et al., 2004). نیتروژن مهمترین عنصر غذایی در تولید برنج است و ۶۷ درصد از کل کود به‌کار رفته در مزارع برنج در سطح جهان برای نیتروژن برآورده شده است (Eagle et al., 2001). منبع اصلی کود ازته در شالیزارهای کشور اوره می‌باشد، ولی این کود پس از مصرف به‌شدت در خطر تلف شدن از راه‌های مختلف از جمله نفوذ عمقی و جریان سطحی و هم‌چنین تصعید به‌صورت گاز آمونیاک است، به‌طوری که بیشتر کود اوره مصرف شده در شالیزارها از دسترس گیاه خارج شده و راندمان آن در بهترین شرایط مدیریت مصرف حدود۴۰ درصد می‌باشد. در بین عناصر غذایی نیتروژن نقش بسیار مهمی را در تولید گیاهان زراعی برعهده دارد و کمبود آن یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی است. آب و نیتروژن فاکتورهای مهمی هستند که رشد گیاه برنج را محدود می‌کنند و اغلب بر هم‌کنش دارند، به‌طوری که کمبود آب موجب کاهش جذب نیتروژن می‌شود. سطح بهینه کود نیتروژن به‌وسیله عوامل زیادی مانند آب و هوا، شرایط خاکی و تقاضای نیتروژن توسط گیاه کنترل می‌شود (Rahimian and Koochaki., 1998). نتایج یک آزمایش در رشت روی برنج رقم هاشمی نشان داد، تیمار غرقاب دایم با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۰ روز یک بار آبیاری و مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشت. روش‌های مختلفی وجود دارد که بر اساس آن‌ها می‌توان زمان آبیاری را مشخص کرد. از روش‌های معمول برای محاسبه رطوبت خاک روش جرمی و حجمی، تانسیومتر، بلوک گچی، نوترون‌متر و حتی با استفاده از دست است. تانسیومتر یکی از ساده‌ترین وسایل برای تعیین رطوبت خاک است. دامنه تانسیومتر محدود بوده و بین صفر تا ۸۰- سانتی‌بار را نشان می‌دهد. عدد صفر تا ۱۰ نشانه اشباع بودن خاک می‌باشد. عدد ۱۰ تا ۳۰ نشان‌دهنده وضعیت ظرفیت مزرعه بوده و عدد ۶۰ الی۷۰ نشان‌دهنده بروز تنش آبی می‌باشد (Alizadeh, 2000). کاهش تولیدات گیاهی ناشی از روند نزولی منابع در دسترس آب باعث نگرانی‌های عمومی و موضوع بسیاری از مطالعه‌ها و پژوهش‌های در دست انجام در برخی از مناطق خصوصاً مناطق کم‌باران می‌باشد. گرچه باور عمومی این است که استان‌های برنج‌خیز شمالی از این امر مستثنی هستند ولی خشکسالی‌های اخیر نشان داد که مناطق شمالی نیز در معرض چنین خطراتی قرار دارند. با توجه به فراهمی ابزار و ادوات آماده سازی زمین طی سال‌های اخیر در کشور، یافتن روش‌های جدید کشت برنج مانند کاشت جوی و پشته که با حذف عملیات پادلینگ، موجب تسهیل فرآیند آماده‌سازی زمین و حذف آب مصرفی در این مرحله نسبت به روش مرسوم کشت شده و هم‌چنین با اعمال مدیریت آب، خصوصاً استفاده از کم‌آبیاری بخشی ریشه در این روش کشت، ضمن کاهش آب مصرفی، کمیت و کیفیت محصول را به‌طور نسبی حفظ نمود، امری ضروری به‌نظر می‌رسد. با توجه به تحقیقات انجام شده می‌توان بیان کرد که استفاده از کم‌آبیاری، خصوصاً کم‌آبیاری به روش خشکی بخشی ریشه در محصولات مختلف، ضمن حفظ عملکرد می‌تواند تا حدود زیادی موجب کاهش آب مصرفی و در نتیجه افزایش بهره‌وری شود. با توجه به نقش برنج در سبد غذایی کشور و اهمیت کیفیت آن و اینکه کم‌آبیاری به روش خشکی بخشی ریشه تا کنون بر گیاه برنج انجام نشده است، این تحقیق در راستای بررسی اثرات کم‌آبیاری تنظیم شده و خشکی بخشی ریشه

DOI: 10.22055/JISE.2021.31483.1889

بر عملکرد و خصوصیات فیزیکی و کیفی برنج رقم هاشمی، و میزان جذب نیتروژن در کشت جوی و پشته انجام شده است.

روش تحقیق

این تحقیق طی دوسال زراعی ۱۳۹۴و ۱۳۹۵در مؤسسه تحقیقات برنج- معاونت مازندران با مشخصات عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۲ درجه و۲۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۹/۸ متر از سطح دریا، واقع در کیلومتر هشت جاده آمل به بابل انجام پذیرفت. این طرح در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و رقم مورد مطالعه هاشمی بوده است. تیمارهای مورد مطالعه در جدول (۱) نشان داده شده که در سه تکرار به اجرا درآمد. زمین طرح مذکور یک قطعه زراعی به مساحت ۵۰۰ متر مربع به ابعاد ۲۰×۲۵متر می‌باشد. منبع آب شامل یک حلقه چاه عمیق بود که در مرکز موسسه برنج و در نزدیکی زمین مورد نظر قرار داشت. طبق جدول (۲) آزمون کیفیت آب چاه موجود در آزمایشگاه خاک و آب مؤسسه تحقیقات برنج انجام شد.

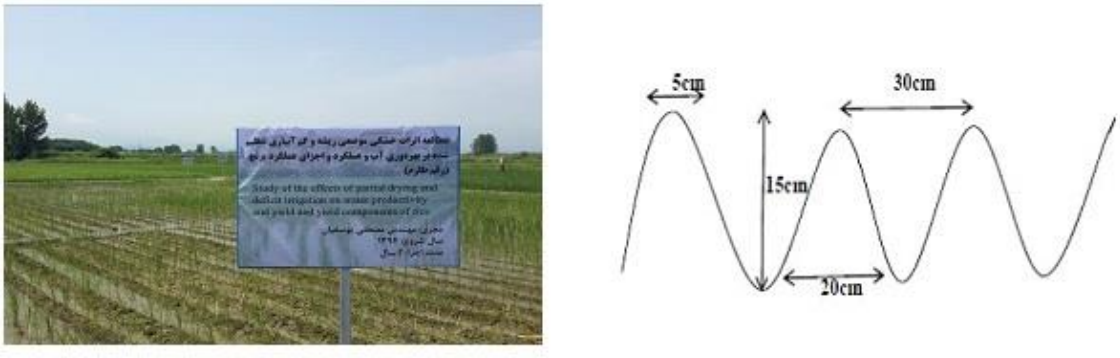

Fig.1- Outline of the layout(left)& Schematic view of the cross-sectional area of the plot (right)
شکل ۱-نمای کلی طرح (چپ) و نمای شماتیک از مقطع عرضی جوی و پشته(راست)

جدول۱- تیمارهای مورد مطالعه

Table 1- Study treatment

Description	treatment
Permanent Flooded as control	FI
Irrigation all furrows when the tensiometer number 10	RDI_{10}
Alternate irrigation furrows when the tensiometer number 10	PRD_{10}
Irrigation all furrows when the tensiometer number 30	RDI_{30}
Alternate irrigation furrows when the tensiometer number 30	PRD_{30}
Irrigation all furrows when the tensiometer number 60	RDI_{60}
Alternate irrigation furrows when the tensiometer number 60	PRD_{60}

جدول۲- کیفیت آب و خاک

Table 2- Water and soil characteristics

Soil text	EC_e	K	P	Organic carbon (%)	Bulk density ($g\ cm^{-3}$)	Field capacity ($cm^3\ cm^{-3}$)	pH_w	EC_w
Clay loam	1 ds/m	180	10	1.36	1.35	38	7.3	0.848 ds/m

به جز تیمار شاهد، روش کاشت در این طرح به‌صورت نشایی در زمین جوی و پشته بوده است. پس از جداسازی دانه‌های پوک و شکسته توسط محلول آب نمک (غلظت ۰/۱۵درصد) و ضدعفونی نمودن آن، بذور جوانه‌دار شده و هر دو سال در دهه اول اردیبهشت بذرپاشی در خزانه انجام گرفت. عملیات نگهداری از خزانه طبق روش‌های مرسوم و براساس توصیه‌های فنی کارشناسان صورت گرفت و چهار هفته پس از بذرپاشی عملیات انتقال نشاء به زمین اصلی در سال اول سوم خرداد و سال دوم هفتم خرداد انجام شد. به‌منظور آماده سازی زمین ابتدا توسط تراکتور، خاک سطحی مزرعه به عمق ۲۰ سانتی‌متر شخم زده شده و پس از آن به‌منظور کنترل علف‌های هرز، سطح زمین سم‌پاشی شده، سپس توسط روتاری خاک سطح‌الارض مزرعه نرم شده و برای احداث جوی و پشته آماده گردید. هر کرت آزمایشی شامل هفت عدد فارو به طول هشت متر می‌باشد که انتهای آن مسدود بود. به‌طور کلی در این نوع از روش کشت با توجه به نوع کشت، بافت خاک، وضعیت توپوگرافی و تعداد بوته‌های کاشته شده (درعرض پشته) ابعاد جوی‌ها و پشته‌ها متغیر می‌باشد. در این تحقیق با توجه سنگین بودن بافت زمین و نیز برای انجام آبیاری ناقص ریشه، نشاءکاری در بالای پشته‌ها صورت گرفت. ارتفاع پشته‌ها از کف جویچه ۱۵ سانتی‌متر و عرض جویچه‌ها از یکدیگر ۳۰ و عرض قسمت بالای پشته پنج سانتی‌متر بوده است. فاصله بوته‌ها روی پشته ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به‌منظور مقایسه این روش با روش سنتی، در یک کرت آزمایشی مجاور زمین نشاءکاری در زمین گلخراب شده در سه تکرار صورت گرفت که به‌عنوان تیمار شاهد محسوب گردید. به‌منظور تعیین زمان آبیاری، با استفاده از دستگاه تانسیومتر که در عمق ۱۰ سانتی‌متر داخل پشته‌ها نصب شده است، مقدار مکش خاک محاسبه شده و پس از رسیدن سطح رطوبت خاک به محدوده مورد نظر آبیاری صورت پذیرفت. با توجه به‌بررسی منابع صورت گرفته عدد۳۰ تانسیومتر که نشان‌دهنده مکش ۰/۰۳- مگاپاسکال در خاک است، به‌عنوان ظرفیت مزرعه و عدد ۶۰ به‌عنوان تنش شدید آبی در گیاه لحاظ گردید. پس از رسیدن محصول در اوایل شهریورماه برداشت از سطح پنج مترمربع صورت گرفت و پس از خرمن‌کوبی وزن و رطوبت شلتوک به‌دست آمده محاسبه شده و عملکرد دانه برای تیمارهای مختلف برحسب کیلوگرم در هکتار در رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. سپس شلتوک مورد نظر توسط دستگاه پوست کن به برنج قهوه‌ای تبدیل شده و توسط دستگاه سفیدکن، میزان برنج سفید در هر تیمار به‌دست می‌آید که با استفاده این داده‌ها می‌توان راندمان تبدیل را در هریک از تیمارها محاسبه نمود. راندمان تبدیل عبارت است از وزن دانه سفید برنج به وزن شلتوک اولیه. برای این منظور، پس از خرمن‌کوبی محصول، از هرکرت حدود ۴۰۰ گرم شلتوک با وزن مشخص جدا شده سپس توسط دستگاه پوست‌کن، شلتوک از دانه جدا شده که محصول به‌دست آمده برنج قهوه‌ای نام دارد. سپس توسط دستگاه سفیدکن برنج، لایه سبوسی از دانه جدا شده و برنج سفید وزن می‌شود. از نسبت برنج سفید بر وزن شلتوک، راندمان تبدیل به‌دست می‌آید. درصد آمیلوز، غلظت ژل، دمای ژلاتینه شدن در آزمایشگاه کیفیت معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور اندازه‌گیری شده و با اندازه‌گیری طول دانه قبل ازپخت و بعد از پخت، نسبت طویل شدن دانه محاسبه گردید. درصد خرد عبارت است از نسبت وزن دانه‌های شکسته به دانه‌های سالم. دانه شکسته عبارت است از دانه‌هایی که کوچکتر از یک چهارم دانه سالم باشند. برای تعیین درصد خرد در هر تیمار، مقدار مشخصی برنج سفید توزین شده را داخل دستگاه خردسنج ریخته، پس اتمام کار دستگاه بخش خرد شده را جدا می‌کند که توسط ترازو وزن شده و درصد خرد تعیین می‌شود. هم‌چنین برای محاسبه جذب نیتروژن، پس از برداشت محصول میزان نیتروژن موجود در دانه و کاه توسط دستگاه کجلدال برای تیمارهای مختلف محاسبه شد و با توجه به میزان کود ازت مصرف شده در هر کرت و درصد نیتروژن خالص موجود در کود مصرفی (۴۶ درصد) درصد جذب نیتروژن برای هر تیمار به‌دست می‌آید. آمار دو ساله هواشناسی از ایستگاه هواشناسی مستقر در جنب مزرعه جمع آوری گردید که نتایج مربوط به دمای میانگین و بارندگی ماهانه در جدول (۳) آمده است.

جدول۳- مقادیر بارش و دمای متوسط ماهانه

Table 3-Monthly precipitation and temperature

Total rainfal	August		July		June		Month
(mm)	Pre (mm)	Temp (C)	Pre (mm)	Temp (C)	Pre (mm)	Temp (C)	Years
89.9	32.6	27.4	57.2	27	0	26	1394
60.8	0	28.2	53.8	26.4	18	25.2	1395

DOI: 10.22055/JISE.2021.31483.1889

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد، مقدار مصرف آب، ضریب تبدیل، درصد خرد، نسبت طویل شدن، درصد آمیلوز، غلظت ژل، دمای ژلاتینه شدن دانه و درصد نیتروژن جذب شده از کل نیتروژن مصرفی در برنج رقم هاشمی طی دوسال زراعی ۱۳۹۴و ۱۳۹۵ در جدول (۴) نشان داده شده است. بر این اساس، اثر تیمارهای آبیاری از لحاظ آماری بر نسبت طویل شدن دانه اثر معنی‌دار نداشته و بر باقی صفات اندازه‌گیری شده، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌بود. اثر سال بر عملکرد و آب مصرفی، در سطح پنج درصد و بر درصد آمیلوز در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. اثر متقابل سال در تیمار نیز در هیچ یک از صفات معنی دار نشده است.

مقایسه میانگین تیمارها برای صفات اندازه‌گیری شده به روش (Duncan Multiple Range Test) انجام شده و نتایج آن در جدول (۵) نشان داده شده است. طبق نتایج جدول (۵) بیشترین میزان عملکرد شلتوک در تیمار FI (غرقاب دائم) به میزان ۴۲۰۰ و ۴۲۵۰ کیلوگرم در هکتار طی دوسال بوده است که در کلاسی متفاوت از بقیه تیمارها قرار گرفته است. کمترین مقدار عملکرد نیز در هر دو سال در تیمار RDI_{60} (آبیاری تمامی جویچه‌ها هنگام رسیدن عدد تانسیومتر به۶۰) بوده که مقادیر آن به‌ترتیب ۳۰۰۳/۳ و ۲۹۹۳/۳ بوده است. هم‌چنین تیمارPRD_{10} (آبیاری یک در میان جویچه‌ها هنگام رسیدن عدد تانسیومتر به ۱۰) با عملکردی معادل ۴۰۹۶/۷ و ۴۱۷۶/۷ کیلوگرم در هکتار طی دو سال پس از FI بیشترین میزان عملکرد را داشته که میزان کاهش آن نسبت به تیمار اول در سال اول حدود ۲/۴ درصد و در سال دوم ۱/۸ درصد بوده است. با مقایسه عملکرد تیمارها می‌توان دریافت در هر سه سطح تنش، تیمارهایی که به روش خشکی بخشی ریشه (PRD) آبیاری شدند، عملکرد بیشتری نسبت به تیمارهای کم‌آبیاری تنظیم شده (RDI) مشابه خود داشتند و حتی در بعضی موارد در کلاس آماری متفاوت قرار گرفتند که مطابق با تحقیقات انجام شده توسط Kang و Zhang (2004) و Yousri Ibrahim Atta (2008) در خصوص افزایش ترشح هورمون آبسزیک اسید در این روش می‌باشد. هم‌چنین با توجه به معنی‌دار شدن اثر سال بر عملکرد مقایسه میانگین بین دو سال انجام پذیرفت که طبق نتایج به‌دست آمده میزان عملکرد در سال دوم نسبت به سال اول بیشتر بوده و در دو کلاس آماری متفاوت از یکدیگر قرار گرفتند (جدول۶). در خصوص آب مصرفی در تیمارهای مختلف مشاهده می‌شود، مقایسه میانگین آب مصرفی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد را بین تیمارها در هر دوسال نشان داده است. طبق نتایج بیشترین میزان مصرف آب در تیمارFI (۸۲۷۰ و ۸۱۶۰ مترمکعب در هکتار در دو سال) بوده است. هم‌چنین تیمار PRD_{60} در هر دو سال کمترین میزان آب مصرفی در هکتار را داشته (۴۷۳۱/۷ و۴۶۴۶/۷ مترمکعب در هکتار) و پس از آن کمترین میزان مصرف آب در تیمار PRD_{30} (۵۰۲۵ و ۴۹۷۴ مترمکعب در هکتار) به‌دست آمده است. با توجه به اینکه در کشت فارو برخلاف روش سنتی زمین گلخراب نمی‌شود بخشی از کاهش آب به‌دلیل روش کشت و عدم استفاده از آب در مرحله آماده سازی زمین (۲۰۷۰ متر مکعب در هکتار) و بقیه ناشی از کاهش نفوذ و تبخیر می‌باشد. هم‌چنین طبق نتایج مشاهده می‌شود، مصرف آب در خشکی بخشی ریشه نسبت به کم‌آبیاری تنظیم شده به طور قابل توجه کمتر می‌باشد که به‌دلیل نحوه‌ی اعمال این روش کم‌آبیاری بوده و با نتایج قبلی بدست آمده توسط Davies و Zhang (1991) سازگاری دارد. با توجه به معنی‌دار شدن اثر سال بر آب مصرفی و از مقایسه میانگین اثر سال بر آب مصرفی جدول (۶) مشخص میگردد برخلاف عملکرد، آب مصرفی در سال اول (**۵۹۱۶/۱m^3/ha**) بیشتر از سال دوم (**m^3/ha** ۵۸۴۳/۷۶) بوده و در کلاس متفاوتی قرار گرفت. مقایسه میانگین راندمان تبدیل برای تیمارهای مختلف نشان داد در هر دو سال تیمار سوم (PRD_{10}) به‌ترتیب با مقادیر ۶۸/۵۵ و ۶۸/۷ درصد، بیشترین راندمان تبدیل را به خود اختصاص داده و با تیمارهای FI و PRD_{10} در یک کلاس آماری قرار گرفت. هم‌چنین تیمار RDI_{60} کمترین مقدار را برای این صفت در دو سال نشان داده که با تیمار PRD_{60} در یک کلاس آماری قرار گرفته است. طبق نتایج مشاهده می‌شود برخلاف تنش جزیی خشکی، اعمال تنش شدید خشکی (عدد ۶۰ تانسیومتر) موجب کاهش راندمان تبدیل برنج می‌شود. مقایسه میانگین درصد خرد دو سال نشان داده است که کمترین درصد خرد در تیمار FI به‌دست آمد که با تیمار PRD_{10} هر دوسال و با تیمار RDI_{10} سال دوم در یک کلاس آماری قرار گرفت. هم‌چنین بیشترین مقدار درصد خرد در سال اول در تیمار RDI_{60} و سال دوم در تیمار PRD_{60} به‌دست آمد که با تیمار RDI_{60} در یک کلاس آماری می‌باشد. مقایسه میانگین درصد آمیلوز هر دو سال اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک‌درصد نشان داده است (جدول ۵). طبق نتایج در رقم هاشمی بیشترین درصد آمیلوز در تیمار FI به‌دست آمد و با افزایش تنش خشکی درصد آمیلوز کاهش داشته که با یافته‌های Ahmad et al. (2009) مطابقت دارد. بر این اساس کمترین درصد آمیلوز هر دو سال در تیمار RDI_{60} بوده که با تیمار PRD_{60} در یک کلاس قرار گرفته است. هم‌چنین با توجه به معنی‌دار شدن اثر سال بر این صفت مشاهده می‌شود مقدار آمیلوز در سال دوم بیشتر بوده و اختلاف معنی‌داری بین دو سال وجود دارد (جدول ۶). نتایج تجزیه و تحلیل آماری برای صفت غلظت ژل نشان می‌دهد بین تیمارهای مختلف آبیاری تیمار FI هر دو سال با مقدار ۴/۴ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده و با تیمار PRD_{10} در یک کلاس آماری قرار گرفت. طبق نتایج مقایسه میانگین، با افزایش تنش خشکی مقدار این پارامتر کاهش داشته و هم‌چنین، مقدار غلظت ژل در خشکی بخشی ریشه، نسبت به کم‌آبیاری تنظیم‌شده با تنش مشابه بیشتر می‌باشد. بر طبق نتایج جدول (۵) برای صفت دمای ژلاتینه نیز با افزایش تنش خشکی، مقدار این پارامتر کیفی

کاهش داشته و هر دو سال بیشترین مقدار آن در تیمار FI به‌دست آمد که با تیمارهای RDI_{10}، PRD_{10}، RDI_{30} و PRD_{30} در یک کلاس قرار گرفت. کمترین مقدار دمای ژلاتینه نیز در تنش شدید خشکی (PRD_{60} و RDI_{60}) به‌دست آمد. بنابراین برای صفات غلظت ژل و دمای ژلاتینه شدن هرچه وضعیت غرقابی تداوم داشته باشد یا آب در سطح خاک وجود داشته باشد افزایش رخ می‌دهد که با نتایج Rashidi et al. (2005) مشابه می‌باشد. مقایسه میانگین جذب نیتروژن توسط دانه نشان داد بیشترین میزان نیتروژن جذب شده طی هر دوسال در تیمار FI بوده و مقادیر آن به‌ترتیب ۸۵/۸ و ۸۸/۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که در کلاسی متفاوت قرار گرفت. بر این اساس مشخص می‌شود که بیشترین مقدار جذب نیتروژن در کشت نشایی در زمین گلخراب شده و با سیستم آبیاری غرقابی اتفاق می‌افتد و با تغییر روش کشت و هم‌چنین کاهش آب مصرفی میزان نیتروژن جذب شده توسط گیاه کاهش می‌یابد که این امر ناشی از تصعید کود اوره در مجاورت هوا در صورت عدم حل شدن سریع این کود در آب و نیز احیای بهتر آن در شرایط غرقاب می‌باشد.

جدول٤- تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد برنج، آب مصرفی، صفات کیفی و کمی دانه برنج و جذب نیتروژن

Table 4- analysis of variance of effects of irrigation treatments on rice yield, water use, quantitative and qualitative traits of rice grain and nitrogen uptake

Mean squares										
Nitrogen uptake (%)	Gel temperature	Gel concentration (cm)	Amylose percentage(%)	Elongation ratio(%)	Percentage of brokeen(%)	Milling Efficiency(%)	Water Consumption (m^3/ha)	yeild(kg/ha)	df	Sources of variation
7.83^{ns}	7.64^{ns}	0.39^{ns}	1.9^{ns}	0.006^{ns}	0.36^{ns}	0.97^{ns}	66439.9^{ns}	7221.43^{ns}	2	Block effect
1220.2**	17.16**	0.336**	9.05**	0.053^{ns}	38.65**	60.35**	8612065.1**	1435937.3**	6	Treatment
23.2^{ns}	1.21^{ns}	0.69^{ns}	11.31**	0.62^{ns}	0.01^{ns}	0.61^{ns}	54937.17*	27771.43*	1	Year
0.0002^{ns}	1.05^{ns}	0.25^{ns}	0.32^{ns}	0.86^{ns}	1.77^{ns}	0.82^{ns}	2699.28^{ns}	2399.21^{ns}	6	Treatment* year
10.01	1.21	0.042	0.88	0.02	0.58	0.35	11117.44	3331.68	12	Error
5.02	3.3	3.40	4.35	2.85	2.39	9.07	1.79	1.54		CV(٪)

**، *and n.s Significant at the 1%, 5% and non-significance probability level, respectively

جدول ٥- مقایسه میانگین متغیر های مورد اندازه گیری در دو سال ۹٤ و ۹٥ به روش دانکن (سطح احتمال ٥درصد)

Table 5- Comparison of the mean values measured in two years 2015 and 2016 by Duncan (5%)

Nitrogen uptake(%)	Gel temperature	Gel concentration(cm)	Amylose percentage(%)	Percentage of brokeen(%)	Milling Efficiency(%)	Water Consumption(m^3/ ha)	yeild(kg/ha)	Treatment
Year 2015								
85.8 a	35.4 a	4.4 a	22.83 a	29.5 e	67.97 ab	8270a	4200 a	FI
68.2 b	34.8 a	4 b	20.27 b	31.1 cd	68 ab	6588.3 b	4066.7 b	RDI_{10}
69.7 b	35.1 a	4.27 a	20.17 b	30.1 de	68.7 a	5635 d	4096.7 b	PRD_{10}
58.9 c	34.5 a	3.83 b	20.37 b	31.7 c	65.8 c	5881.7 c	3720 c	RDI_{30}
60.3 c	34.9 a	3.93 ab	20.73 b	31.07 cd	66.9 bc	f 5025	3790 c	PRD_{30}
46.2 d	31.5 b	3.83 b	20.43 b	35.6 a	60.4 d	5281 e	2993.3 d	RDI_{60}
47.6 d	31.8 b	3.86 b	20.8 b	34.1 b	61.2 d	4731.7 g	3103.3 d	PRD_{60}
Year 2016								
88.6 a	34.8 a	4.4 a	23.86 a	28.5 c	68.22 a	8160 a	4250 a	FI
69.1 b	34.2 a	4.13 ab	22.78 ab	29.63 c	68.05 a	6519.3 b	4113.3 b	RDI_{10}
71.5 b	34.5 a	4.37 a	22.83 ab	29.47 c	68.55 a	5542 d	4176.7 ab	PRD_{10}
59.6 d	33.9 a	3.93 ab	22.2 b	32.07 b	65.65 c	5892.7 c	3733.3 d	RDI_{30}
61.7 cd	33.8 a	4.27 a	22.07 b	31.7 b	66.4 b	4974 f	3896.7 c	PRD_{30}
45 e	31.7 b	3.7 b	21.06 bc	35.73 a	61.12 d	5171 e	3003.3 f	RDI_{60}
48.6 de	32.1 b	3.9 ab	20.7 bc	35.8 a	61.35 d	4646.7 g	3176.7 e	PRD_{60}

Mean values in the same column not followed by the same letter indicate significantly different

DOI: 10.22055/JISE.2021.31483.1889

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر سال بر عملکرد و درصد آمیلوز طی دو سال ٩٤ و ٩٥
Table 6- Comparison of mean effect of year on yield and percentage of amylose in two years

Amylose percentage(%)	Water Consumption(m^3/ha)	yeild(kg/ha)	year
21.09 b	5916.81 a	3711.43 b	2015
22.12 a	5843.76 b	3762.86 a	2016

نتیجه‌گیری

این تحقیق در راستای بررسی اثرات سطوح آبیاری بر عملکرد، آب مصرفی، خصوصیات فیزیکی و کیفی دانه برنج و میزان جذب نیتروژن در برنج هاشمی انجام شده است. طبق نتایج، اثر تیمارهای آبیاری بر تمام پارامترهای مورد بررسی به‌جز نسبت طویل شدن دانه، در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. براین اساس اگرچه روش غرقاب دایم در زمین گلخراب دارای بیشترین عملکرد بود، اما تفاوت آن با تیمارهایی که در زمین فارو تحت تنش جزیی خشکی قرار گرفته‌اند (DI_{10} و PRD_{10}) ناچیز بوده و با هم در یک کلاس آماری قرار دارند. علاوه بر آن کم‌آبیاری به مراتب دارای مصرف آب کمتری می‌باشد. خصوصاً با استفاده از روش خشکی بخشی ریشه که علاوه بر کاهش ۴۰ درصدی در مصرف آب نسبت به غرقاب دایم طی دو سال، کاهش چندانی در عملکرد رخ نداده است. همچنین با مقایسه دو روش کم‌آبیاری مشاهده می‌شود، استفاده از روش خشکی موضعی ریشه علاوه بر افزایش عملکرد نسبت به کم‌آبیاری تنظیم شده با شدت تنش مشابه، موجب صرفه‌جویی قابل توجه در مصرف آب می‌شود. در خصوص صفات فیزیکی دانه برنج نیز مشاهده گردید اعمال کم‌آبیاری، خصوصاً خشکی بخشی ریشه نه تنها موجب کاهش راندمان تبدیل و افزایش درصد خرد نمی‌شود بلکه ممکن است موجب بهبود خواص فیزیکی دانه برنج (افزایش راندمان تبدیل) گردد. همچنین در صفات کیفی نیز اعمال تنش خشکی جزیی به برنج تاثیری بر کیفیت برنج نداشته و می‌توان عنوان کرد در اراضی شالیزاری الزامی به استفاده از روش کشت سنتی و غرقاب نمودن دایم مزرعه نمی‌باشد. تنها نکته قابل توجه در استفاده از روش کشت جوی و پشته این است که طبق نتایج، میزان جذب نیتروژن در روش مرسوم غرقابی نسبت به جوی و پشته بیشتر بوده و با توجه به اینکه سرعت تصعید کود اوره بالا می‌باشد، در تیمارهایی که تنش خشکی اعمال گردید نسبت به تیمار غرقاب‌دایم هدررفت بیشتری رخ داده و در روش سنتی غرقاب دایم میزان جذب بیشتر می‌باشد. بنابراین در صورت استفاده از روش کشت جوی و پشته و اعمال کم‌آبیاری، در صورت امکان باید از روش‌های دیگر مانند محلول پاشی با استفاده از کودهای تقویتی به شکل مایع و یا کود اوره حل شده در آب استفاده نمود. لذا با توجه به مبحث بحران آب و اهمیت روز افزون آن در تولید محصولات کشاورزی، می‌توان استفاده از روش خشکی بخشی ریشه با دور آبیاری مناسب در کشت فارو را به‌عنوان یک روش جایگزین با روش آبیاری غرقاب در کشت نشائی در نظر گرفت که بدون کاهش چشمگیر عملکرد و کیفیت برنج، موجب کاهش قابل توجه در مصرف آب در کشت برنج می‌شود.

تشکر و قدردانی

از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور و همچنین از مدیریت محترم معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور به پاس مساعدت بی دریغشان در اجرای این مطالعه تقدیر و تشکر نموده و توفیق روز افزون ایشان را خواستاریم.

References

1- Abbasi, F., 2007. Methods to Improve Water Use Efficiency in Agricultural Farms. Institute of Agricultural Engineering and Engineering. (In Persian).

2- Ahmad, S., Zia-ul-Haq, M., Ali, H., Ahmad, A., Khan, M.A., Khaliq, T., Husnain, Z., Hussain, A. and Hoogenboom, G., 2009. Morphological and quality parameters of Oryza sativa L. as affected by population dynamics, nitrogen fertilization and irrigation regimes. *Pak. J. Bot*, *41*(3), pp.1259-1269.

3- Ahmadi, S.H., Andersen, M.N., Plauborg, F., Poulsen, R.T., Jensen, C.R., Sepaskhah, A.R., Hansen, S., 2010. effects of irrigation strategies and soils on field grown potatoes: Yield and water productivity. Agri. Water Management. DOI 10.1`016/j.agwat.2010.07.007. (In Persian).

4- Alizadeh A. 2000. Soil, water, plant relationship. Imam Reza University press, 353p. (In Persian).

5- Davies, W.J. and Zhang, J., 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual review of plant biology*, *42*(1), pp.55-76.

6- Eagle, A.J., Bird, J.A., Hill, J.E., Horwath, W.R. and van Kessel, C., 2001. Nitrogen dynamics and fertilizer use efficiency in rice following straw incorporation and winter flooding. *Agronomy Journal*, *93*(6), pp.1346-1354.

7- English, M., James, L. and Chen, C.F., 1990. Deficit irrigation. II: Observations in Columbia basin. *Journal of irrigation and drainage engineering*, *116*(3), pp.413-426.

8- FAO. Rice Market Monitor, December 2017, Volume XVIII - Issue No. 4. P39.

9- Galloway J.N., Dentener F.J., Capone D.G., Boyer E.W., Howarth R.W., Seitzinger S.P., Anser G.P., Clevelan C., Green P.E., Holland D.M., Karl A.F., Michaels J.H., Porter A., and Vorosmarty C. 2004. Nitrogen cycles past, present and future. Biogeochemistry, 70(2): 153-226.

10- Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H., Hatami, F., Hosseinpour, R. 2015. Crop Journal. Ministry of Agriculture. Deputy of Economic Planning. Information and Communication Technology Center. (In Persian)

11- Hedayatipour A, TabatabaeiFar A, and Rashidi H. 2005. Effect of Dryer Temperature and Ultimate Moisture on Salted Rice on High Rice in Highly Produced Cultivars of Mazandaran Province.

12- Juliano, B.O.1995. Rice chemistry and technology. AACC.USA. 774pp. (In Persian).

13- Jovanovic, Z., Stikic, R., Vucelic-Radovic, B., Paukovic, M., Brocic, Z., Matovic, G., Rovcanin, S. and Mojevic, M., 2010. Partial root-zone drying increases WUE, N and antioxidant content in field potatoes. *European Journal of Agronomy*, *33*(2), pp.124-131.

14- Iguaz, A., Rodriguez, M. and Virseda, P., 2006. Influence of handling and processing of rough rice on fissures and head rice yields. *Journal of Food Engineering*, *77*(4), pp.803-809.

15- Kang SZ, Zhang. J. 2004. Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. J: Experimental Botany, 55,Pp: 2437–2446.

16- Lascano, R.J., Sojka, R.E., 2007. Preface. In: Irrigation of agricultural crops (Lascano, R.J., and Sojka, R.E. eds.), 2nd edition, Agronomy Monograph no. 30. ASA-CSSA-SSSA publishing, 664p.

17- Liu, F., Jensen, C.R. and Andersen, M.N., 2003. Hydraulic and chemical signals in the control of leaf expansion and stomatal conductance in soybean exposed to drought stress. *Functional Plant Biology*, *30*(1), pp.65-73.

18- Liu, F., Song, R., Zhang, X., Shahnazari, A., Andersen, M.N., Plauborg, F., Jacobsen, S.E. and Jensen, C.R., 2008. Measurement and modelling of ABA signalling in potato (Solanum tuberosum L.) during partial root-zone drying. *Environmental and Experimental Botany*, *63*(1-3), pp.385-391.

19- Mahajan, G., Bharaj, T.S. and Timsina, J., 2009. Yield and water productivity of rice as affected by time of transplanting in Punjab, India. *Agricultural Water Management*, *96*(3), pp.525-532.

20- Naderi 2010, Using of deficit Irrigation in Water Shortage Conditions and Drought, management of agricultural extension in Semnan province, Journal of Jihad Keshavarz. No. 21.(In Persian)

21- Prasad, S., Singh, M. P., and Yadav, R. K. 2012. Physio-chemical changes in rice varieties under drought stress condition. *Plant Archives*, 12:63-66

22- Rahimian h , Koochaki a. 1998. Crop evolation, adaptation and yield (translation) Agricultural Education Publishing, 495p (In Persian)

23- Rashidi, H., Arabzadeh, b. and Tavassoli, f. 2005. Effects of regulated deficit irrigation on quality characteristics Fajr variety. Final report of the deputy director of the National Rice Research Institute in Mazandaran. No. 10264/84 Agricultural Information and Scientific Documentation Center, Tehran, Iran. 21 p. (In Persian).

24- Razavi Pour T (1995) The research report examines the effect of soil moisture content reduction in different stages of rice growth (Binam cultivar). Rice Research Institute of Iran, 20 p. (In Persian)

25- Salehifar M Peyman h and Farzanfar M (2009) Investigation of rice waste in whitening process of Hashemi rice. Fourth National Conference on Agricultural Waste Dissemination. Tarbiat Modares University of Tehran: p 548-543(In Persian)

26- Shadan a and mihankhah n (2003) Investigation of economic methods of reduction of agricultural products losses. National Preventive Methods Published in The First National Conference on prevention of waste p: 134-182 (In Persian)

27- Toodeh roosta. 2003. Creating Employment in Rural Areas, a Way to Rural Development and Overcoming Poverty, *Journal of Jihad*, 23 (257): 34-36. (In Persian)

28- Yousri Ibrahim Atta, 2008, Innovative Method for Rice Irrigation with High Potential Water Saving. Water Management Research Institute, National Water Research Center, Egypt. 7p.