Archive of SID
Shahid Chamran University of Ahvaz
Irrigation Sciences and Engineering (JISE) Vol. 43, No. 2, Summer 2020, p. 19-34

EXTENDED ABSTRACT

Effect of Nitrogen Levels on Water Productivity of Maize in Furrow Irrigation with Continuous Flow (C) and Cutback Furrow

A. A. Naseri[1*], R. Torkaman Sohrabi[2], S. Boroomand Nasab[3], A. Sayadi Shahraki[4]

1*- Corresponding Author, Professor, Department of Irrigation and Drainage. Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. *(abdalinaseri@scu.ac.ir).*
2- M.sc. Department of Irrigation and Drainage. Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
3- Professor, Department of Irrigation and Drainage. Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
4- Ph.D Student., Department of Irrigation and Drainage. Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Received: 16 November 2016 Revised: 12 October 2017 Accepted: 16 October 2017

Keywords: Furrow irrigation, leaf area index, plant yield, Maize.
DOI: 10.22055/jise.2017.19988.1427.

Introduction

The agricultural sector is the largest consumer of renewable water. Improvement of water consumption pattern in this sector could reduce the pressure on water resources. To monitor water consumption in agriculture, it is necessary to study water productivity indicators in addition to monitoring irrigation efficiency, which determines the performance of irrigation systems. This research was conducted to evaluate the efficiency of two-way, closed-end furrow irrigation and the effect of irrigation management and different levels of nitrogen fertilization on yield, yield components and water productivity of maize. Because of its specific characteristics (the presence of four carbons, and in particular, its heat-soaking character), corn is closely matched to arid and semi-arid regions. Iran has a good climate diversity, including areas susceptible to corn production. Khuzestan province, due to its flat and fertile lands and high sunny hours, is suitable for planting most crops, especially corn. In many Iranian farms, traditional furrow irrigation is used for row plants.

Methodology

Nitrogen management under water limitation condition is an important factor to obtain high grain yield of Maize. The research was conducted to evaluate the effects of irrigation management and different levels of nitrogen fertilization on yield, yield components and water productivity of maize. This experiment was performed during 2015 in the research farm of Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. The experimental design was a split plot based on randomized complete block with three replications. Two main treatments, namely furrow irrigation with continuous flow (C) and Cutback furrow irrigation (CB) and four sub-treatments of different levels (0, 50%, 75% and 100%) of supplied nitrogen with three replications were carried out.

Results and Discusspn

In three stages of assessment of irrigation management, the highest water use efficiency for furrow irrigation with continuous flow and cutback were 67.37% and 89.32%, respectively. The amount of irrigation water used during the season for (C) and (CB) was equal to 11580 and 8404 m3.ha-1,

www.SID.ir

respectively. Statistical analysis showed that the reduction in the use of nitrogen fertilizers significantly reduced the maize yield and its components. In this research, the grain yield maize between 5.5 to 10.6 ton.ha^{-1} was obtained, whereas biological yield maize was between 12.2 to 34.9 ton.ha-1. Due to the high water requirement efficiency for both irrigation practices, the effect of irrigation management in none of the components maize yield was significant. Therefore, it can be concluded that the main difference in the quantity of the yield and yield components of maize was caused by different levels of nitrogen. The highest grain water productivity was 1.25 and the highest biological yield was equal to 4.15 kg ha-1 in the irrigation with cutback of 100% nitrogen requirement treatment. The results also indicated that cutback irrigation improved irrigation efficiency and reduced water consumption about 27% compared to traditional irrigation. The comparison of mean treatments showed that a 27% decrease in water consumption was due to irrigation application resulted in a decrease in the water productivity by 29%. Moreover, in studying the effect of different levels of nitrogen on water productivity for biological yield, 100% nitrogen demand treatment with 0, 50 and 75% fertilizer requirement was significant and the water utilization rate was higher than all other three treatments.

Conclusions

The statistical analysis showed that the effect of irrigation management on none of the components of corn yield was significant. In fact, due to the high efficiency of irrigation requirement in the two-irrigation management, no water stress had been introduced during corn growing season. The effect of different levels of nitrogen fertilizer on characteristics such as height, leaf area index and forage weight of corn plant at one percent level was significant. Also, the effect of different levels of nitrogen fertilizer on total yield and biological yield at one percent level and on grain yield and harvest index was significant at five percent level. In both irrigation methods, the highest yield was obtained with full use of nitrogen fertilizer. Evaluation of irrigation water productivity for grain showed that the effect of different levels of nitrogen fertilizer on water productivity for grain was significant at the five percent level. On the other hand, nitrogen fertilizers were fully used to produce maximum maize crop. Therefore, to improve the water productivity of crops it is recommended that in addition to reducing water consumption, product performance be also improved. The statistical results of the treatments show that water productivity was significantly different for the biological yields of the treatments due to irrigation management, nitrogen fertilizer levels and interaction of both factors. In the end, it is suggested to use less nitrogen fertilizer to reduce the consumption of water and nitrogen from drainage and protect the environment.

Acknowledgment

We are grateful to the Research Council of Shahid Chamran University of Ahvaz for financial support. The Authors are also grateful to the Center of excellence for the improvement and maintenance of the irrigation and drainage networks for provision a part of data.

References

1- Prasad, K. and Singh, P. 1990. Response of promising rainfed maize (*Zea mays* L.) varieties to nitrogen application in North Western Hymalayan region. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 60, pp. 475-477.

2- Vazquez-Fernandez, E., Lopez-Tellez, P. and Changoya-Amador, B. 2005. Comparison of water distribution uniformities between increased-discharge and continuous-clow irrigations in blocked-end furrows. *Irrigation and Drainage Engineering*. 131(4), pp. 379-382.

© 2020 by the authors. Licensee SCU, 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/).

www.SID.ir

Archive of SID

علوم و مهندسی آبیاری
جلد ۴۳، شماره‌ی۲، تابستان ۹۹، ص. ۳۴-۱۹

تعیین میزان بهره‌وری آب ذرت در دو شیوهٔ مدیریت آبیاری جویچه‌ای با دبی پیوسته و کاهش دبی تحت سطوح مختلف نیتروژن

عبدعلی ناصری[۱*]، رسول ترکمان سهرابی[۲]، سعید برومندنسب[۳] و عاطفه صیادی شهرکی[۴]

۱*- نویسنده مسئول، استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. abdalinaseri@scu.ac.ir
۲- کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۳- استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۴- دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

دریافت: ۱۳۹۵/۸/۲۶ بازنگری: ۱۳۹۶/۷/۲۰ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۲۴

چکیده

مدیریت مصرف نیتروژن در شرایط کمبود آب یکی از عوامل مهم در بهبود عملکرد ذرت می باشد. به منظور بررسی اثر مدیریت آبیاری و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و بهره‌وری آب ذرت، این آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گرفت. عامل اصلی شامل دو شیوه مدیریت آبیاری جویچه‌ای (با دبی پیوسته و کاهش دبی) بود. مقادیر نیتروژن در چهار سطح صفر، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تامین نیاز نیتروژن به عنوان تیمار فرعی طرح گردید. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد تیمارهای معرفی شده نشان داد که کاهش مصرف کود نیتروژن به‌صورت معنی‌دار سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت می‌شود. در این تحقیق برای عملکرد دانه ذرت مقادیری بین ۵/۵ تا ۱۰/۶ تن در هکتار و برای عملکرد بیولوژیکی ارقامی در بازه ۱۲/۲ تا ۳۴/۹ تن در هکتار به‌دست آمد. بیشترین بهره‌وری آب دانه برابر ۱/۲۵ کیلوگرم در متر مکعب و بیشترین بهره‌وری آب بیولوژیکی برابر ۴/۱۵ کیلوگرم در مترمکعب مربوط به آبیاری با کاهش دبی با دریافت ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن بدست آمد. از طرفی مصرف کامل کود نیتروژن سبب تولید حداکثر محصول ذرت شده است. بر اساس نتایج این مطالعه توصیه می شود ضمن توجه به افزایش بهره‌وری آب (با کاهش مصرف آب)، در راستای افزایش عملکرد محصول نیز اقداماتی صورت گیرد.

کلید واژه‌ها: آبیاری جویچه‌ای، شاخص سطح برگ، عملکرد گیاه، ذرت.

مقدمه

کمبود آب یکی از مهمترین عوامل محدودکننده‌ی تولید محصولات زراعی نظیر ذرت در سراسر جهان است. کمربند کشت ذرت در دنیا به دلیل ویژگی‌های خاص این گیاه (به لحاظ چهار کربنه بودن و به ویژه گرماپسندی آن) تطابق نزدیکی با مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد. کشور ایران با داشتن تنوع آب و هوایی مناسب از جمله مناطق مستعد تولید ذرت است. استان خوزستان به دلیل دارا بودن اراضی مسطح و حاصل‌خیز و ساعات آفتابی زیاد، مناسب کاشت گیاهان زراعی به‌ویژه ذرت دانه‌ای است. در بسیاری از مزارع ایران برای آبیاری گیاهان ردیفی، روش آبیاری جویچه‌ای به شکل سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدیریت آبیاری با کاهش دبی، روشی است که به‌سبب سادگی در اجرا می‌تواند مورد پذیرش کشاورزان قرار گیرد.

Vazquez-Fernandez et al. (2005)، یکنواختی توزیع آب را برای دو مدیریت آبیاری جویچه‌ای مورد مقایسه قرار دادند. در این تحقیق متوسط توزیع یکنواختی در آبیاری با مدیریت افزایش دبی، نه درصد بیشتر از مدیریت آبیاری با دبی پیوسته گزارش شده بود. در مدیریت افزایش دبی که معکوس مدیریت کاهش دبی است، آبیاری در زمان پیشروی با شدت نصف دبی معمول انجام می‌گیرد و پس از رسیدن آب به انتهای جویچه دبی را دو برابر مرحله اول می‌کنند. علاوه بر این موضوع، باید دانست که اصلاح روش آبیاری به تنهایی سهم چشمگیری در بهبود بهره‌وری آب ندارد. بنابراین لازم است راهکارهای کاهش تلفات آبیاری در کنار راه‌کارهای افزایش عملکرد محصول زراعی مورد مطالعه قرار گیرد. Patel et al. (2006) در تحقیقی، اثر روش‌های مختلف آبیاری و سطوح نیتروژن را روی شدت رشد و

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2017.19988.1427

عملکرد محصول ذرت بررسی کردند. در این طرح روش‌های آبیاری کرتی، جویچه‌ای، جویچه‌ای متناوب و جویچه‌ای یک در میان و کود نیتروژن در پنج سطح (۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت کرت‌های خرد شده مقایسه شد. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش حاکی از آن بود که اثر اعمال تیمارهای آبیاری و مقدار کود نیتروژن بر روی اجزای عملکرد محصول ذرت، تاثیرگذار بوده است. Taghizadehو Seyyed Sharifi (2011)، با هدف ارزیابی سطوح مختلف کود نیتروژن بر کارایی مصرف کود و عملکرد دانه ارقام ذرت، آزمایشی را در شرایط اقلیمی اردبیل به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا کردند. در این پژوهش عملکرد دانه و کارایی مصرف کود برای چهار سطح کود نیتروژن (صفر، ۱۶۰، ۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) و ارقام ذرت در سه سطح (SC-301، DC-370 و SC-404) بررسی شد. نتایج نشان داد که عملکرد دانه و کارایی مصرف کود به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر سطوح کود نیتروژن، رقم و اثر متقابل رقم در سطوح نیتروژن است. بالاترین عملکرد دانه مربوط به رقم SC-404 با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم درهکتار کود نیتروژن گزارش شد. هم‌چنین نتایج حاکی از آن بود که افزایش سطح کود نیتروژن سبب افزایش ارتفاع بوته، تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف شد. در این طرح حداکثر عملکرد دانه و علوفه به‌ترتیب به میزان ۵۱۶۱ و ۸۲۹۷ کیلوگرم درهکتار به‌ترتیب برای روش‌های آبیاری جویچه‌ای و جویچه‌ای متناوب به‌دست آمد. هم‌چنین گزارش شد، کاربرد ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن سبب تولید بیشترین عملکرد دانه به میزان ۵۰۷۷ کیلوگرم و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از این کود سبب تولید ۴۹۶۰ کیلوگرم در هکتار دانه ذرت شد. Haghjoo و Bahrani (2014)، اثر میزان آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک ذرت را بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد افزایش مصرف کود نیتروژن در هر سطح از تخلیه رطوبتی باعث افزایش سهم انتقال مجدد ماده خشک گردیده و بیشترین سهم انتقال مجدد در بالاترین میزان کود نیتروژن به همراه بالاترین سطح تخلیه رطوبتی به‌دست آمد. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که مصرف کود نیتروژن از طریق افزایش سهم انتقال مجدد ماده خشک، باعث رفع اثر سوء تنش کمبود آب در ذرت سینگل کراس ۲۶۰ می‌شود. هدف از این تحقیق بررسی اثر منفرد و متقابل عملکرد کل، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت بر عملکرد گیاه ذرت با استفاده از دو فاکتور مدیریت آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن می‌باشد. نتایج به‌دست آمده می‌تواند در زمینه افزایش عملکرد محصول ذرت، کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: تحقیق حاضر در فصل زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه‌ی تحقیقاتی شمارهٔ یک دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد که از نظر موقعیت جغرافیایی در ۴۸ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۸ متری از سطح دریا واقع گردیده است.

خصوصیات اقلیمی محل آزمایش: شهر اهواز در استان خوزستان واقع شده است و از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک محسوب می‌شود. در شکل (۱) روند تغییرات بارندگی و تبخیر و تعرق ماهیانه بر اساس آمار ۳۰ ساله ایستگاه هواشناسی سینوپتیک اهواز ارایه گردیده است.

خصوصیات خاک محل آزمایش: برای انجام این پژوهش، زمینی به وسعت ۹۰۰ متر مربع انتخاب گردید. به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی خاک قبل از آماده‌سازی زمین، در بهمن ماه ۱۳۹۳ از چند نقطه زمین در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری، نمونه خاک برداشت شد. نمونه خاک به آزمایشگاه منتقل و بعد از خشک‌کردن، خردکردن و عبور از الک دو میلی‌متری، توزیع اندازه ذرات به روش هیدورمتری اندازه‌گیری شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) نشان داده شده است.

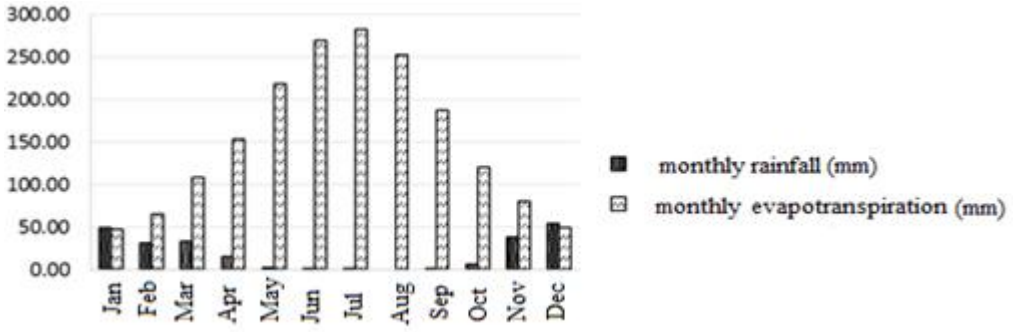

Fig. 1- The trend of monthly changes in rainfall and evapotranspiration in Ahvaz climate (1980-2010)
شکل ۱- روند تغییرات ماهیانه بارندگی و تبخیرتعرق در اقلیم آب و هوایی اهواز (۸۹-۱۳۵۹).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1- Physical and chemical characteristics of experimental farm soil

Depth cm	bulk density (g cm^{-3})	electrical conductivity (ds m^{-1})	soil texture	Relative frequency of soil particle size (percentage)			Organic carbon (Percentage)	Absorbable phosphorus (mg.kg^{-1})	Absorbable potassium (mg.kg^{-1})
				clay	silt	sand			
0-30	1.45	4.4	Silty loam	24.4	51	24.6			
30-60	1.53	4.6	Silty loam	22.3	53.2	23.5			

عملیات کاشت: روش کاشت به‌صورت مکانیزه و با استفاده از دستگاه ردیف‌کار ذرت پنوماتیک انجام شد. براساس تنظیمات ماشین بذرکار، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بذرها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر به اجرا در آمد. عملیات کاشت در تاریخ ۲۸ بهمن ۱۳۹۳ انجام گرفت. در این تحقیق از هیبرید جدید ذرت KSC-701 استفاده شد. این هیبرید متوسطرس، متحمل به تنش خشکی، با عملکرد دانه بالا برای کشت در مناطق گرمسیری کشور، توسط مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول در سال ۱۳۹۱ معرفی شده است.

معیارهای عملکرد سیستم آبیاری: مسدود کردن انتهای جویچه‌ها عاملی اثر گذار در نیمرخ آب نفوذ یافته در خاک است و محاسبات مربوط به راندمان‌های آبیاری را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. برای ارزیابی سیستم آبیاری از راندمان کاربرد آب (Ea) استفاده گردید که نحوه محاسبه آن در رابطه (۱) نوشته شده است.

$$E_a = \frac{V_{rz}}{V_{in}} \qquad (۱)$$

V_{rz} حجم آب ذخیره‌شده در منطقه ریشه و V_{in} کل مقدار آب واردشده به مزرعه است.

در جویچه‌های انتها باز اختلاف حجم آب ورودی و حجم آب نفوذکرده به جویچه به‌عنوان تلفات روان‌آب در نظر گرفته می‌شود. در حالی‌که در جویچه‌های انتها بسته با مسدود کردن راه گریز آب از انتهای جویچه امکان تلفات آبیاری به شکل روان‌آب وجود ندارد. در جویچه‌های انتها بسته اختلاف حجم آب ورودی و آب نفوذ کرده به جویچه، در انتهای جویچه‌ها تجمع یافته و به مرور زمان در خاک نفوذ می‌کند.

تعیین نیاز کودی: عناصر غذایی قابل استفاده گیاه در خاک برای پتاسیم، فسفر و درصد کربن آلی بر اساس آزمون خاک قبل از کشت و با توجه به توصیه‌ی کودی Malakooti و Gheybi (2000) که برای تغذیه ذرت پیشنهاد نموده‌اند، منظور گردید. در این طرح قبل از کشت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (K_2O) از منبع سولفات پتاسیم و۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (P_2O_5) از منبع سوپر فسفات تریپل مصرف شد. نیتروژن مورد نیاز به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله (۲۰ و ۷۵ روز پس از کاشت) از منبع کود اوره و به صورتی ردیفی مورد استفاده قرار گرفت.

تیمارهای انتخابی طرح: در این طرح، اثر دو شیوه مدیریت آبیاری جویچه‌ای و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در کشت زمستانه مورد بررسی قرار گرفت. طرح آزمایشی مورد نظر به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی بود که در سه تکرار، دو تیمار روش آبیاری جویچه‌ای به‌ترتیب معادل آبیاری پیوسته (C) و آبیاری با کاهش دبی (CB) و چهار سطح کود نیتروژن N1، N2، N3 و N4 به‌ترتیب معادل صفر، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی نیتروژن (صفر، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) براساس آزمون خاک قبل از کشت و در دو مرحله ۴-۳ برگی و پایان فصل رویشی، انجام گرفت. پس از کاشت بذر به‌وسیله ماشین ردیف‌کار، ۱۸ جویچه و ۱۹ پشته ایجاد شد. کرت‌های اصلی در جهت طولی زمین به‌منظور اعمال تیمار روش آبیاری در نظر گرفته شد. برای محاسبات مربوط به عملکرد هیدرولیکی و اثر روش آبیاری در عملکرد محصول، برای هر تکرار از هر تیمار سه جویچه در نظر گرفته شد. دو جویچه کناری به عنوان محافظ انتخاب شد و ارزیابی‌های آبیاری سطحی در جویچه وسط انجام گرفت. با درنظر گرفتن سه جویچه برای هر تکرار از هر تیمار، چهار پشته کشت‌شده به‌وجود آمد که از میان آنها دو پشته کناری به عنوان حاشیه و دو پشته میانی برای برداشت نمونه‌های گیاهی، مورد استفاده قرار گرفت.

به منظور اعمال تیمار کود نیتروژن، کرت‌های فرعی در جهت عرضی زمین زراعی و عمود بر کرت‌های اصلی انتخاب گردید. کوددهی به‌صورت ردیفی به خاک اضافه شد. برای این کار، کنار دو پشته میانی مذکور، شکافی به عمق ۷-۵ سانتی‌متر ایجاد و مقدار کود توزین‌شده مربوط به هر قسمت به آن اضافه گردید. میزان دبی طرح برابر ۰/۵ لیتر در ثانیه در نظر گرفته شد. در تیمار آبیاری با دبی پیوسته، دبی ورودی به جویچه از زمان شروع آبیاری تا پایان آبیاری ۰/۵ لیتر در ثانیه در نظر گرفته شد. در تیمار آبیاری با کاهش دبی نیز، دبی ورودی به جویچه تا رسیدن آب به انتهای جویچه ۰/۵ لیتر در ثانیه و پس از آن تا انتهای آبیاری ۰/۲۵ تا ۰/۳۵ لیتر در ثانیه در نظر گرفته شد. جدول (۲) برنامه‌ریزی آبیاری برای تیمارهای مدیریت آبیاری جویچه‌ای را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2017.19988.1427

جدول ۲- تاریخ‌ها و عمق آب‌آبیاری به‌کاررفته بر حسب میلی‌متر برای تیمارهای مختلف مدیریت آبیاری جویچه‌ای
Table 2- Dates and depth of irrigation water used in millimeters for different treatments of stream irrigation management

Irrigation date	Irrigation with continuous flow			Irrigation with reduced flow		
	C1	C2	C3	CB1	CB2	CB3
2015/3/2	120	120	120	120	120	120
2015/3/7	120	120	120	120	120	120
2015/3/17	52	52	52	39.4	39.4	39.4
2015/3/28	52	52	52	39.4	39.4	39.4
2015/4/7	52	52	52	39.4	39.4	39.4
2015/4/18	52	52	52	39.4	39.4	39.4
2015/4/27	110	110	120	73.4	73.4	73.4
2015/5/6	120	120	120	73.4	73.4	73.4
2015/5/13	120	120	120	74	74	74
2015/5/20	120	120	120	74	74	74
2015/5/27	120	120	120	74	74	74
2015/6/3	120	120	120	74	74	74
Sum (mm)	1158	1158	1158	840.4	840.4	840.4
Sum (m^3 ha^{-1})	11580	11580	11580	8404	8404	8404

نمونه‌برداری: برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت، در دو مرحله و در هر مرحله به تعداد سه بوته از هر کرت با رعایت حاشیه‌ها، نمونه‌برداری شد. اولین برداشت ۷۵ روز بعد از کاشت (پایان رشد رویشی) انجام گرفت. اطلاعات‌برداشت‌شده در این مرحله عبارت بودند از: ارتفاع بوته، سطح برگ و عملکرد علوفه تر گیاه (وزن تر برگ و ساقه).

دومین مرحله نمونه‌برداری ۱۱۰ روز بعد از کاشت (رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه) انجام گرفت. اطلاعات برداشت‌شده در این مرحله عبارت بودند از: عملکرد علوفه خشک، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی گیاه، شاخص برداشت، بهره‌وری آب مصرفی عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم عملکرد بیولوژیکی نسبت به آب مصرفی) و بهره‌وری آب مصرفی عملکرد دانه (کیلوگرم عملکرد دانه نسبت به آب مصرفی). اطلاعات برداشت‌شده با نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل و نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل رسم شدند.

روش تعیین سطح برگ

برای اندازه‌گیری سطح برگ گیاه، برگ‌های هر بوته جدا شد، سطح هر برگ اندازه‌گیری و مجموع مساحت‌های به‌دست آمده به عنوان سطح برگ یک بوته در نظر گرفته شد. Sobhani (2000)، برای تعیین سطح برگ ذرت رابطه (۲) را پیشنهاد کرده است:

$$S = 0.45866\ (L.W) + 0.000459\ (L.W)^2 \qquad (۲)$$

که در این رابطه، S: سطح برگ (cm^2)، L: حداکثر طول (cm) و W: حداکثر عرض برگ (cm) می‌باشد.

محاسبه شاخص سطح برگ (LAI)

بعد از محاسبه سطح برگ برای هر بوته، شاخص سطح برگ (نسبت سطح برگ بوته به سطح مزرعه اشغال‌شده توسط یک بوته) با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد:

$$LAI = \frac{LA}{A} \qquad (۳)$$

در این رابطه، LAI: شاخص سطح برگ، LA: سطح برگ هر بوته و A: سطح اشغال شده توسط یک بوته است.

تعیین عملکرد و اجزای عملکرد گیاه

در مرحله اول برداشت، برگ و ساقه گیاه از هم جداشده و به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. وزن به‌دست‌آمده به عنوان وزن تر برگ و وزن تر ساقه در نظر گرفته شد. عملکرد علوفه تر، حاصل جمع وزن تر برگ و وزن تر ساقه گیاه می‌باشد. سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت حرارت داده شد. نمونه‌های خشک وزن شده و با برقراری تناسب ریاضی، وزن خشک برگ و ساقه گیاه محاسبه شد.

در مرحله دوم برداشت، اجزای مختلف گیاه (برگ، ساقه، بلال، غلاف بلال، چوب بلال، دانه ...) از هم جدا و وزن شدند. نمونه‌ها توسط آون خشک و وزن خشک هر یک از اجزای گیاه به‌دست آمد. شاخص‌های عملکرد گیاه طبق روابط (۴) تا (۸) محاسبه شد:

(۴) عملکرد علوفه خشک = وزن خشک برگ+وزن خشک‌ساقه ($kg.ha^{-1}$)

www.SID.ir

Archive of SID

(۵) عملکرد کل = وزن خشک کلیه اجزای گیاه بدون دانه ($kg.ha^{-1}$)

(۶) عملکرد دانه = وزن خشک دانه با احتساب ۱۴درصد رطوبت ($kg.ha^{-1}$)

(۷) عملکرد بیولوژیکی = عملکرد دانه + عملکرد کل ($kg.ha^{-1}$)

(۸) شاخص برداشت = نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی

نتایج و بحث

نیاز آبی و آب مصرفی: مقدار آب آبیاری بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از میزان رطوبت قبل از آبیاری تعیین و با اعمال تیمار آبیاری جویچه‌ای به هر کرت داده شد. مقدار آب آبیاری در هر تیمار و درصد کاهش مصرف آب در جدول (۳) آمده است.

Abbasi et al. (2012)، میزان ناخالص آب آبیاری برای محصول ذرت تابستانه در دو سال مختلف را ۱۱۳۷۰ و ۱۰۰۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش کردند. همچنین Moayeri et al. (2013)، در گزارشی میزان بهینه آب مصرفی ذرت تابستانه در آبیاری جویچه‌ای برای دشت اوان را ۹۷۰۰ متر مکعب در هکتار و Khorramian et al. (2011)، میزان آب مصرفی ذرت تابستانه در آبیاری جویچه‌ای در شمال خوزستان را برای مدیریت‌های آبیاری با دبی پیوسته و کاهش دبی به‌ترتیب ۱۶۸۲۰ و ۱۰۳۰۰ متر مکعب در هکتار به‌دست آوردند.

هرچند ارقام به‌دست آمده برای میزان آب مصرفی ذرت در این تحقیق با تحقیقات مشابه هماهنگ است اما اختلافاتی نیز مشاهده می‌شود. مصرف ناخالص آب آبیاری بسته به خصوصیات منطقه‌ای و مدیریت آبیاری در مزارع مختلف می‌تواند باعث این اختلاف باشد.

عملکرد سیستم آبیاری: در رابطه با مزیت‌های آبیاری با کاهش دبی نسبت به آبیاری با دبی پیوسته، مطالعه Unlu et al. (2007)، نشان می‌دهد که در جویچه‌های انتها باز، افزایش راندمان‌های آبیاری از طریق کاهش تلفات روان‌آب صورت گرفته است.

جدول ۳- حجم آب آبیاری و درصد کاهش آب برای هر تیمار

Table 3- Irrigation water volume and water reduction percentage for each treatment

Treatment	Volume of irrigation water during the growing period (m^3/ha)	Percent reduction in water use during the growing period
CN4	11580	0
CN3	11580	0
CN2	11580	0
CN1	11580	0
CBN4	8404	27
CBN3	8404	27
CBN2	8404	27
CBN1	8404	07

جدول ٤- میزان آب تجمع یافته در انتهای جویچه‌ها

Table 4- The amount of water accumulated at the end of the furrows

Irrigation stage	The volume of water accumulated at the end of the furrows (m^3)	
	continuous flow	reduced flow
Eighth irrigation	1.01	0.29
10th irrigation	0.4	0.35
Twelfth Irrigation	1.26	0.39

جدول ٥-مقادیر به‌دست آمده برای راندمان کاربرد آب

Table 5- Values obtained for water use efficiency

Irrigation stage	Water use efficiency (percentage)	
	continuous flow	reduced flow
Eighth irrigation	67.37	89.30<
10th irrigation	71.33	91.20<
Twelfth Irrigation	67.13	89.32<

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2017.19988.1427

در این تحقیق براساس آن‌چه از جدول (۴) قابل مشاهده است و همان‌طور که انتظار می‌رفت اعمال روش آبیاری با دبی کاهشی سبب کاهش حجم آب ورودی و به موازات آن کاهش آب تجمع‌یافته در انتهای جویچه‌ها شده است.

در میان عوامل متعددی که برای قضاوت کفایت یک آبیاری یا سیستم آبیاری به کار می‌رود مؤثر بودن کاربرد آب معمول‌ترین است. در بین ارزیابی‌های انجام‌شده در سه مرحله‌ی آبیاری، بررسی مقادیر محاسبه‌شده برای راندمان کاربرد آب نشان می‌دهد راندمان کاربرد آب برای آبیاری جویچه‌ای با دبی پیوسته در حدود ۷۰ درصد و برای آبیاری با دبی کاهشی در حدود ۹۰ درصد به‌دست آمد که می‌توان این راندمان بالا را به طراحی مناسب سیستم آبیاری نسبت داد. علاوه بر این، طول کوتاه جویچه‌ها و سبک بودن خاک مزرعه مورد مطالعه در این تحقیق نسبت به تحقیق‌های مذکور نیز می‌تواند عاملی در دست‌یابی به راندمان کاربرد بالا برای این تحقیق باشد. جدول (۵) مقادیر محاسبه شده راندمان را نشان می‌دهد.

بررسی خصوصیات گیاه ذرت در پایان دوره رویشی

در پایان دوره رویشی به منظور بررسی اثر روش آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن از تیمارهای موجود نمونه‌برداری صورت گرفت و سه پارامتر ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و وزن تر بوته مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت که نتایج حاصل از آن در جداول (۶) و (۷) ارائه شده است.

ارتفاع بوته: مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن نشان می‌دهد که ارتفاع بوته در تیمارهایی که ۱۰۰ درصد کود نیتروژن دریافت کرده‌اند با هر سه تیمار کودی دیگر اختلاف معنی‌دار دارد.

کاهش ارتفاع بوته در اثر کاهش مصرف کود نیتروژن در این تحقیق با یافته‌های Abbasi et al. (2012) و Taghizadeh and Seyyed Sharifi (2011) هماهنگ است. Abbasi et al. (2012) با استفاده از سطوح مختلف کود نیتروژن بین صفر تا ۱۰۰ درصد تأمین نیاز کودی، ارتفاع بوته را بین ۱۵۹/۹ تا ۲۰۹/۷ سانتی‌متر گزارش کردند. Taghizadeh و Seyyed Sharifi (2011) با مصرف صفر تا ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن ارتفاع بوته ذرت را بین ۱۸۱ تا ۲۰۴ سانتی متر گزارش کردند. ارقام به‌دست آمده برای ارتفاع ذرت در این تحقیق نسبت به هر دو پژوهش انجام گرفته کمتر است. اختلاف نتایج این تحقیق با دو پژوهش ذکر شده می‌تواند به دلیل اختلاف در رقم ذرت کشت‌شده، کمبود نیتروژن خاک و روش کودهی مربوط باشد. درصد کربن آلی شاخصی است که کمبود کود نیتروژن خاک را مشخص می‌کند. درصد کربن آلی برای این پژوهش شش درصد و برای تحقیق انجام‌شده توسط Taghizadeh and Seyyed Sharifi (2011)، ۱۲ درصد ثبت شده است. در این تحقیق کوددهی به صورت خطی و در کنار ردیف‌های کشت شده به خاک اضافه شد، درحالی‌که Abbasi et al. (2012) از روش کود آبیاری برای تأمین نیتروژن خاک استفاده کردند. شکل (۲) مقایسه ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس مشخصات بوته در پایان فصل رویشی

Table 6- Results of analysis of variance of plant characteristics at the end of growing season

Source changes	Degrees of freedom	average of squares		
		plant height (cm)	leaf area index	fresh plant weight (g)
Block	2	931.58	0.5721	11945
Irrigation method	1	37.50^{ns}	0.0338^{ns}	1821^{ns}
Block × Irrigation method	2	121.75	0.001	8652
Nitrogen	3	4638.83^{**}	6.3501^{**}	285784^{**}
Irrigation method × nitrogen	3	117.50^{ns}	1.6569^{*}	32457^{ns}
Total error	12	1036.67	1.4108	31118

جدول ۷- مقایسه میانگین مشخصات بوته در پایان دوره رویشی

Table 7- Comparison of mean plant characteristics at the end of vegetative period

Treatments	plant height (cm)	leaf area index	fresh plant weight (g)
continuous flow	150.833^{a}	3.177^{a}	507.644^{a}
reduced flow	148.333^{a}	3.102^{a}	490.22^{a}
0	131.333^{a}	2.378^{a}	353.488^{a}
50%	144.167^{b}	2.967^{b}	449.782^{b}
75%	153.333^{b}	3.522^{c}	545.600^{c}
100%	169.500^{c}	3.690^{c}	646.872^{d}

www.SID.ir

Archive of SID

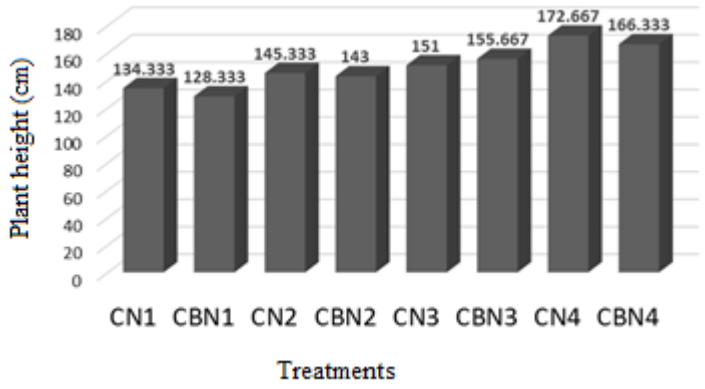

Fig. 2 Comparison of the plant height in different treatments

شکل۲- مقایسه ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف

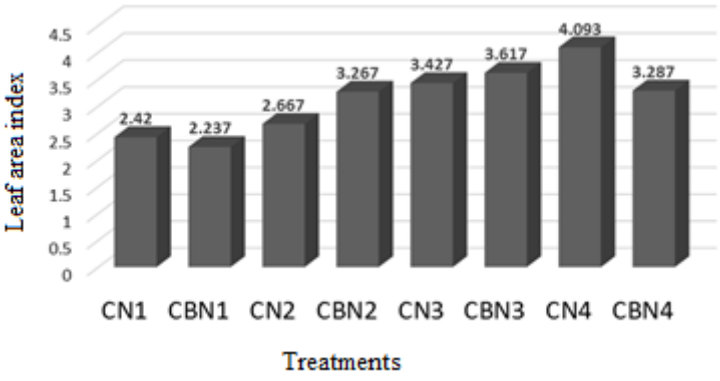

Fig. 3- Comparison of the leaf area index in different treatments

شکل ۳- مقایسه شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف

شاخص سطح برگ: شاخص سطح برگ برای گیاه ذرت در این طرح بین ۲/۲۴ تا ۴/۰۹ متغیر بود. بیشترین مقدار LAI مربوط به تیمار CN4 یعنی در آبیاری پیوسته و با تأمین نیاز کودی ۱۰۰ درصد و کمترین میزان آن برای تیمار CBN1 یعنی در آبیاری با کاهش دبی و بدون مصرف کود نیتروژن به‌دست آمد. سایر مقادیر به‌دست‌آمده برای شاخص سطح برگ تیمارهای معرفی شده در شکل (۳) قابل مشاهده است. در بررسی شاخص سطح برگ ملاحظه می‌شود که اثر مدیریت آبیاری بر این شاخص معنی‌دار نیست اما اثر سطوح مختلف کود نیتروژن در سطح یک درصد و اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود نیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌ها برای شاخص سطح برگ نشان می‌دهد که تیمار کودی ۱۰۰ درصد نیتروژن با تیمار کودی صفر و ۵۰ درصد اختلاف معنی‌دار دارد. هرچند کاربرد کود نیتروژن موجب افزایش سطح برگ گردید، اما تفاوت بین دو تیمار کودی ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد مصرف کود نیتروژن معنی‌دار نبود.

نتایج به‌دست آمده مبنی بر معنی‌دار بودن اثر نیتروژن بر شاخص سطح برگ با یافته‌های Lack et al. (2006)، Patel et al (2006) Mojdem و Modhej (2012)، هم‌خوانی دارد.

نتایج نشان می‌دهد که مقدار نیتروژن مصرفی اثر مستقیمی بر تولید و گسترش سطح برگ داشته است. به‌طورکلی، بالا بودن شاخص سطح برگ با کاربرد بیشتر نیتروژن به‌دلیل تأثیر مثبت این عنصر در اندازه و طول عمر برگ‌هاست.

وزن علوفه‌تر: بررسی وزن بوته‌های برداشت‌شده در پایان مرحله زایشی نشان داد که میزان سطوح نیتروژن بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار است در حالی‌که روش آبیاری و اثر متقابل روش آبیاری و نیتروژن در وزن بوته‌ها معنی‌دار نشد. بیشترین و کمترین میزان علوفه تر در بین تیمارها برابر ۷۰۶ و ۳۴۹ گرم و به‌ترتیب برای تیمارهای CN4 و CBN1 به‌دست آمد. در شکل (۴) وزن علوفه‌تر تیمارهای مختلف مورد مقایسه قرار گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2017.19988.1427

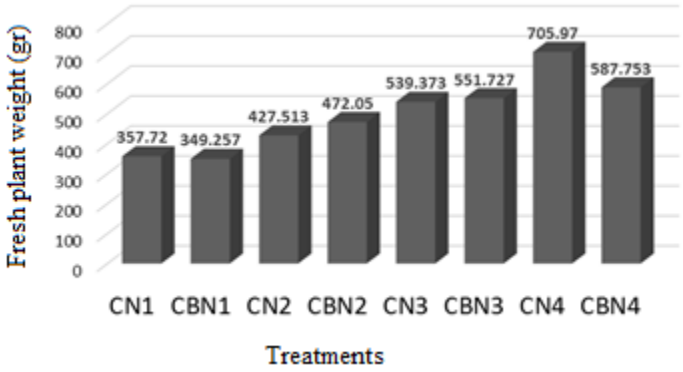

Fig. 4- Comparison of the fresh plant weight in different treatments
شکل ٤- مقایسه وزن علوفه تر در تیمارهای مختلف

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گیاه پس از رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه
Table 8- Results of analysis of variance of yield and plant yield components after physiological examination of the plant

Source changes	Degrees of freedom	average of squares			
		total yield ($kg.ha^{-1}$)	grain yield ($kg.ha^{-1}$)	biologically yield ($kg.ha^{-1}$)	harvest index
Block	2	17778000	5115990	35548941	48.80
Irrigation method	1	284490^{ns}	116901^{ns}	766123^{ns}	8.23^{ns}
Block × Irrigation method	2	54682967	17026399	67874514	410.76
Nitrogen	3	695494484^{**}	73247971^{*}	1152331904^{**}	588.33^{ns}
Irrigation method × nitrogen	3	62917263^{ns}	4197058^{ns}	90216615^{ns}	101.12^{ns}
Total error	12	102455702	5397743	201773629	582.92

جدول ۹- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گیاه پس از رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه
Table 9- Comparison of the mean yield and yield components of the plant after physiological maturation of the plant

Treatments	total yield ($kg.ha^{-1}$)	grain yield ($kg.ha^{-1}$)	biologically yield ($kg.ha^{-1}$)	harvest index
continuous flow	12462^{a}	7645^{a}	20107^{a}	39^{a}
reduced flow	12680^{a}	7785^{a}	20465^{a}	40^{a}
0	8321^{a}	5538^{a}	13859^{a}	41^{a}
50%	8969^{a}	6554^{ab}	15523^{ab}	42^{a}
75%	11297^{a}	8873^{bc}	20160^{b}	45^{a}
100%	21696^{b}	9906^{c}	31602^{c}	41^{a}

نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نشان داد در مرحله رویشی گیاه عمده اختلاف صفات گیاهی در بین تیمارها در اثر مصرف سطوح مختلف کود نیتروژن رخ داده است. در واقع به‌دلیل تأمین مناسب آب در منطقه ریشه برای هر دو روش آبیاری، افزایش نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی گیاه شده است.

بررسی خصوصیات گیاه ذرت پس از رسیدگی فیزیولوژیکی

در پایان دوره رشد و پس از رسیدگی فیزیولوژیکی به منظور بررسی اثر روش آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت، از تیمارهای موجود نمونه‌برداری صورت گرفت و با توجه به تنوع مصرف چهار پارامتر عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، عملکرد کل و شاخص برداشت محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در جدول (۸) تجزیه واریانس و در جدول (۹) مقایسه میانگین بین تیمارها برای پایان دوره رشد بیان شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد کل

عملکرد کل میزان علوفه خشک می‌باشد. بیشترین عملکرد کل برابر ۲۴۲۴۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار CBN4 و کمترین مقدار عملکرد کل محصول برابر ۶۷۱۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار CBN1 ثبت شد. سایر ارقام به‌دست آمده برای عملکرد کل تیمارها در شکل (۵) قابل مشاهده است.

بررسی تیمارها نشان می‌دهد که عملکرد کل محصول در ازای مصرف سطوح مختلف نیتروژن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است (جدول ۸). اما روش آبیاری و اثر متقابل آن با سطوح نیتروژن در عملکرد کل تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار است.

مقایسه میانگین‌های عملکرد کل برای تیمارها در جدول (۹) نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد تأمین نیاز کودی با هر سه تیمار صفر، ۵۰ و ۷۵ درصد تأمین نیاز نیتروژن، اختلاف معنی‌دار دارد و مقدار آن از هر سه این تیمارها بیشتر است. اگرچه افزایش تدریجی نیتروژن باعث افزایش عملکرد کل شد اما مقایسه میانگین تیمارهای صفر، ۵۰ و ۷۵ درصد تأمین نیاز نیتروژن نشان داد که عملکرد کل این سه تیمار فاقد اختلاف معنی‌دار است. شاید دلیل این امر را بتوان به مصرف نیتروژن در تولید دانه و افزایش وزن دانه نسبت داد. در واقع پس از پایان دوره رویشی گیاه، عمده مواد فتوسنتزی صرف تولید بلال و پر کردن دانه می‌شود، به عبارت دیگر نحوه اثر افزایش میزان نیتروژن را باید در روند تغییرات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی مورد سنجش قرار داد.

عملکرد دانه در طرح حاضر بالاترین عملکرد دانه در تیمار CBN4 و برابر ۱۰۶۷۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه برابر ۵۵۳۶ کیلوگرم در هکتار برای تیمار CN1 به‌دست آمد. سایر مقادیر برای عملکرد دانه تیمارها در شکل (۶) قابل مشاهده است.

Khorramian et al. (2011) عملکرد دانه را ۵۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آوردند. Abbasi et al. (2012) در ازای مصرف سطوح مختلف کود نیتروژن بین صفر تا ۱۰۰ درصد نیاز کودی، عملکرد دانه ذرت را بین ۶۰۰۰ تا ۱۱۳۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند. که با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق هماهنگ است. همچنین Prasad و Singh (1990)، در ارقام مختلف ذرت مشاهده کردند که با افزایش میزان نیتروژن از صفر تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد دانه در واحد سطح و عملکرد دانه هر بوته افزایش یافت.

تعداد دانه در بلال یکی از اجزای مهم عملکرد دانه در ذرت است که بررسی عملکرد دانه در تیمارهای معرفی‌شده نشان می‌دهد که کود نیتروژن در عملکرد دانه در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار است. درحالی‌که روش آبیاری و اثر متقابل روش آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد. به نظر می‌رسد که اثر نیتروژن بر افزایش عملکرد بیولوژیکی در این تحقیق، به دلیل تأثیر مثبت نیتروژن بر اختصاص مواد فتوسنتز در بخش‌های برگ، ساقه و افزایش مواد تجمع‌یافته در دانه است (Gholami et al., 2011). براساس جدول (۹)، هرچند افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه شده است ولی مقایسه میانگین بین تیمارها نشان می‌دهد تیمار ۱۰۰ درصد تأمین نیاز نیتروژن نسبت به تیمار ۷۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نیست.

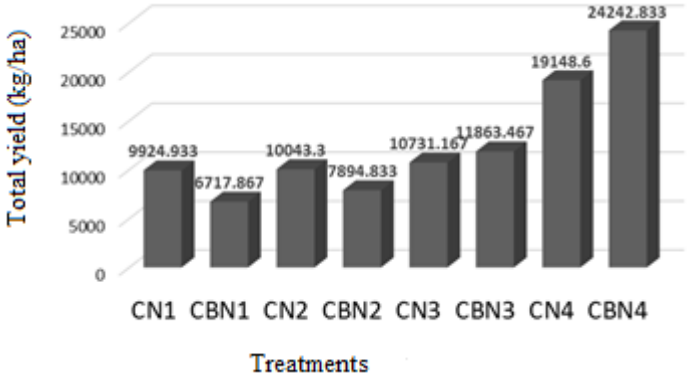

Fig. 5- Comparison of the total yield in different treatments

شکل ۵- مقایسه عملکرد کل در تیمارهای مختلف

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2017.19988.1427

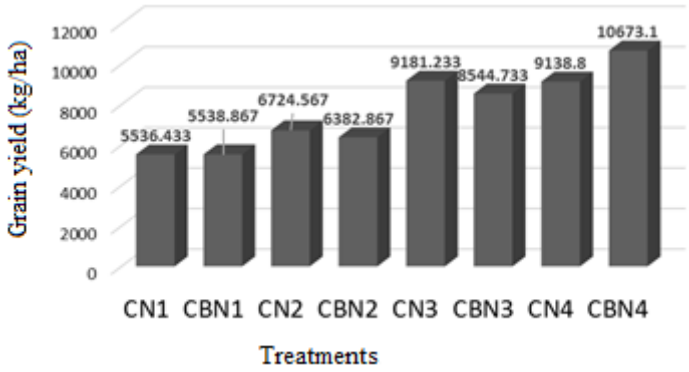

Fig. 6- Comparison of the grain yield in different treatments
شکل ٦- مقایسه عملکرد دانه در تیمارهای مختلف

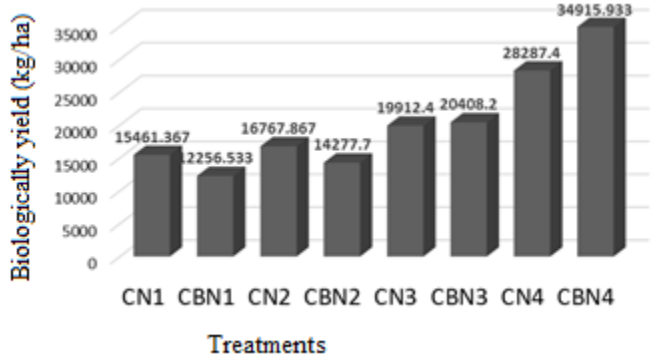

Fig. 7- Comparison of the biologically yield in different treatments
شکل ۷- مقایسه عملکرد بیولوژیکی در تیمارهای مختلف

عملکرد بیولوژیکی

بالاترین عملکرد بیولوژیکی برابر ۳۴۹۱۶ کیلوگرم در هکتار برای تیمار CBN4 و کمترین عملکرد بیولوژیکی برابر ۱۲۲۵۶/۵ برای تیمار CBN1 به‌دست آمد. مقادیر مربوط به میانگین عملکرد بیولوژیکی برای تیمارها در شکل (۷) قابل مشاهده است.

نتایج جدول (۸) نشان می‌دهد میزان کود نیتروژن در عملکرد بیولوژیکی سبب ایجاد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد شده است. اما روش آبیاری در عملکرد بیولوژیکی، اختلاف معنی‌دار ایجاد نکرده است هم‌چنین اثر متقابل روش آبیاری و نیتروژن در عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار نشد.

مقایسه میانگین تیمارها در جدول (۹) نشان می‌دهد که مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۰۰ درصد با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار است. هم‌چنین مقایسه بین دو تیمار ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد تأمین نیاز نیتروژن نشان می‌دهد که کاهش مصرف نیتروژن باعث کاهش عملکرد بیولوژیکی به میزان ۳۶ درصد شده است.

در تیمارهای CBN4 وCN4 با مصرف بیشتر نیتروژن، سرمایه-گذاری مواد فتوسنتزی در بخش برگ و ساقه بیشتر شده که این امر افزایش مواد تجمع‌یافته در دانه را در پی داشت. در مقابل در تیمارهای CBN1 و CN1 در اثر کمبود نیتروژن کاهش اندازه و دوام سطح برگ، باعث کاهش میزان نور دریافتی، کارایی استفاده از نور و فتوسنتز گیاه زراعی شد و به موازات آن عملکرد بیولوژیکی کاهش یافت (Haghjoo and Bahrani, 2014).

شاخص برداشت

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان شاخص برداشت بین ۳۰/۴۸ تا ۴۶/۴۳ متغیر است (شکل ۸). بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار CN3 و کمترین شاخص برداشت برای تیمار CBN4 ثبت شد. سایر مقادیر برای شاخص برداشت تیمارها در شکل (۸) قابل مشاهده است.

نتایج تجزیه آماری در جدول (۹) نشان می‌دهد که شاخص برداشت در اثر مدیریت‌های آبیاری و استفاده از سطوح مختلف کود نیتروژن در بین تیمارها فاقد اختلاف معنی‌داری است. در واقع می‌توان گفت کاربرد کود نیتروژن تغییری در نحوهٔ توزیع مواد فوتوسنتزی تیمارها به‌وجود نیاورد و عملکرد دانه و ماده‌ی خشک را به نسبت

www.SID.ir

Archive of SID

یکسانی بین تیمارها افزایش داد. گزارش‌های مشابهی مبنی بر عدم تأثیر کاربرد مقادیر نیتروژن بر شاخص برداشت ارایه گردیده است که به پژوهش‌های انجام شده توسط Mojdem and Modhej (2012) و Lack et al. (2006) می‌توان اشاره کرد.

بررسی بهره‌وری آب آبیاری

در پایان دوره رشد به‌منظور بررسی اثر روش آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی تیمارها، محاسبات مربوط به بهره‌وری آب انجام شد و دو شاخص بهره‌وری آب به ازای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی مورد تجزیه وتحلیل آماری قرار گرفت. در جدول (۱۰) تجزیه واریانس و در جدول (۱۱) مقایسه میانگین بین تیمارها را برای پایان فصل رشد بیان شده است. هم‌چنین شکل (۸) مقایسه شاخص برداشت در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد.

بهره‌وری آب برای عملکرد دانه

نتایج جدول (۱۰) حاکی از آن است که مصرف سطوح مختلف کود نیتروژن در بهره‌وری آب برای عملکرد دانه، اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد به‌وجود آورده است درحالی‌که روش آبیاری و اثر متقابل آن با سطوح مختلف کود نیتروژن برای بهره‌وری آب معنی دار نشد. در این تحقیق مقدار بهره‌وری آب برای عملکرد دانه تیمارها بین ۰/۴۷۸ تا ۱/۲۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود. بیشترین این مقدار برای تیمار CBN4 و کمترین آن برای CN1 به‌دست آمد. سایر مقادیر بهره‌وری آب برای عملکرد دانه در شکل (۹) قابل رویت است. Abbasi et al. (2012) در بررسی اثر درصد آب آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی بهره‌وری آب آبیاری دانه را در محدوده ۰/۴۲ تا ۱/۶۱ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آوردند. Khorramian et al. (2011)، بهره وری آب برای دانه در مدیریت‌های آبیاری پیوسته و آبیاری یک در میان را به‌ترتیب ۰/۴۲ و ۰/۵۶ کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر آب مصرفی گزارش کردند. با توجه به جدول (۱۱)، مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد که اگرچه افزایش مصرف نیتروژن سبب افزایش بهره‌وری آب شده است اما بین تیمار ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد تأمین نیاز نیتروژن اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

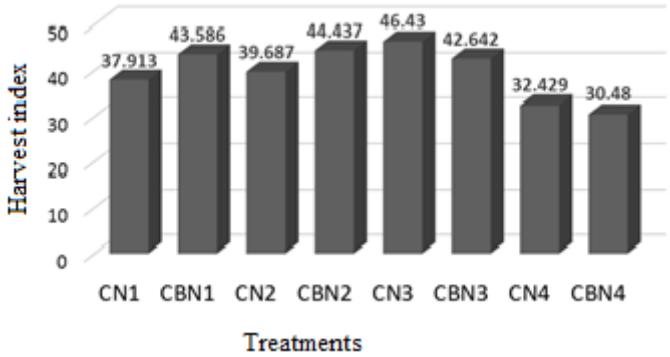

Fig. 8- Comparison of the harvest index in different treatments

شکل ۸- مقایسه شاخص برداشت درتیمارهای مختلف

جدول ۱۰- نتایج تجزیه واریانس بهره‌وری آب برای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گیاه ذرت

Table 10- Results of analysis of variance of water productivity for grain yield and biological yield of Maize

Source changes	Degrees of freedom	average of squares	
		grain water productivity ($kg.m^3$)	biological water productivity ($kg.m^3$)
Block	2	0.03	0.229
Irrigation method	1	0.423^{ns}	2.92^{*}
Block × Irrigation method	2	0.153	0.561
Nitrogen	3	0.803^{*}	13.243^{**}
Irrigation method × nitrogen	3	0.094^{ns}	2.334^{*}
Total error	12	0.594	2.095

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2017.19988.1427

جدول ۱۱- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گیاه پس از رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه

Table 11- Comparison of the mean yield and yield components of the plant after physiological maturation of the plant

Treatments	grain water productivity (kg.m3)	biological water productivity (kg.m3)
continuous flow	0.66[a]	1.736[a]
reduced flow	0.926[a]	2.434[b]
0	0.568[a]	1.396[a]
50%	0.67[ab]	1.573[ab]
75%	0.905[bc]	2.073[b]
100%	1.029[c]	3.298[c]

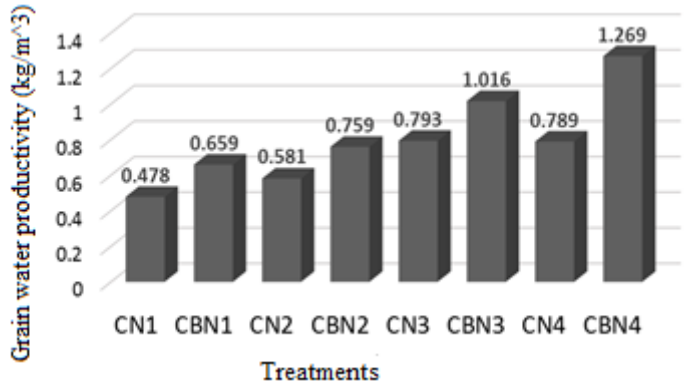

Fig. 9- Comparison of the grain water productivity in different treatments

شکل ۹- مقایسه بهره‌وری آب دانه در تیمارهای مختلف

بهره‌وری آب برای عملکرد بیولوژیکی

نتایج جدول (۱۰) نشان می‌دهد اختلاف میان سطوح مختلف نیتروژن از لحاظ بهره‌وری آب بیولوژیکی در سطح یک درصد معنی‌دار است و افزایش کاربرد نیتروژن موجب بهبود بهره‌وری بیولوژیکی گردید. هم‌چنین روش آبیاری و اثر متقابل روش آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن باعث ایجاد اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد بین تیمارها شده است.

در جدول (۱۱) مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد که کاهش ۲۷ درصدی مصرف آب در اثر اعمال آبیاری کاهش دبی سبب بهبود بهره‌وری آب به میزان ۲۹ درصد شد. هم‌چنین در بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر بهره‌وری آب برای عملکرد بیولوژیکی، ملاحظه شد تیمار ۱۰۰ درصد تأمین نیاز نیتروژن با تیمارهای صفر، ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز کودی دارای اختلاف معنی‌دار است و مقدار بهره‌وری آب آن از هر سه تیمار دیگر بیشتر است.

بررسی بهره‌وری آب برای عملکرد بیولوژیکی بین تیمارها نشان می‌دهد که در اثر دو عامل مدیریت آبیاری و مصرف سطوح مختلف کود نیتروژن مقدار بهره‌وری آب برای عملکرد بیولوژیکی بین ۱/۳۳ تا ۴/۱۵ ($kg.m^{-3}$) متغیر است. بیشترین آن مربوط به تیمار CBN4 و کمترین آن مربوط به تیمار CN1 می‌باشد. سایر ارقام در شکل (۱۰) ارایه شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

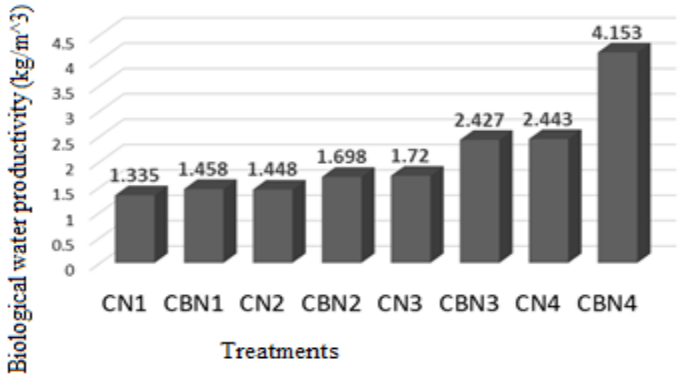

Fig. 10- Comparison of the biological water productivity in different treatments

شکل ۱۰- مقایسه بهره‌وری آب بیولوژیکی در تیمارهای مختلف

در تحقیقاتی مشابه با پژوهش حاضر، Lack et al. (2006) در ازای مصرف ۱۴۰ تا ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن، مقدار بهره‌وری آب برای عملکرد بیولوژیکی را بین ۲/۶ تا ۳ کیلوگرم بر مترمکعب و هم‌چنین Mojdem و Modhej (2012) نیز برای مصرف ۱۲۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار، بهره‌وری بیولوژیکی را ۲/۶۹ تا ۲/۹۰ کیلوگرم در مترمکعب به‌دست آوردند. مقادیر به‌دست‌آمده برای بهره‌وری آب در ازای عملکرد بیولوژیکی در هر دو تحقیق نسبت به یافته‌های این تحقیق کمتر است. علت این امر را می‌توان به اختلاف در مقدار مصرف کود نیتروژن نسبت داد. در این تحقیق برای تیمارهای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تأمین نیاز نیتروژن به‌ترتیب از ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره استفاده شد.

نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان داد که اثر روش آبیاری بر هیچ یک از اجزای عملکرد گیاه ذرت معنی‌دار نبود. در واقع می‌توان گفت که به سبب بالا بودن راندمان نیاز آبیاری در دو روش آبیاری، هیچ‌گونه تنش آبی به گیاه ذرت وارد نشده است. بررسی انجام گرفته بر روی خصوصیات گیاهی ذرت در پایان مرحله‌ی رویشی نشان داد که اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی خصوصیاتی چون ارتفاع، شاخص سطح برگ و وزن علوفه تر گیاه ذرت در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع، شاخص سطح برگ و وزن علوفه تر برای تیماری ثبت شد که ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن آن تأمین شده بود. با اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در پایان دوره رشد، اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت بررسی شد. اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد کل و عملکرد بیولوژیکی در سطح یک درصد و بر روی عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. در هر دو روش آبیاری بیشترین عملکرد محصول با مصرف کامل کود نیتروژن به‌دست آمد. بیشترین عملکرد دانه برابر با ۱۰/۷ تن در هکتار مربوط به تیمار CBN4 و کمترین عملکرد دانه برابر ۵/۵ تن در هکتار مربوط به تیمار CN1 به ثبت رسید. هم‌چنین بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی به‌ترتیب برابر با ۳۴/۹ و ۱۲/۲ تن در هکتار برآورد شد. بررسی نتایج بهره‌وری آب آبیاری برای دانه نشان داد که اثر سطوح مختلف کود نیتروژن در بهره‌وری آب برای دانه در سطح پنج درصد معنی‌داری شد. مقدار بهره‌وری آب آبیاری برای تیمارهای مختلف بین ۰/۴۸ تا ۱/۲۷ کیلوگرم دانه بر مترمکعب برآورد شد. بیشترین بهره‌وری آب دانه ذرت در تیمار CBN4 یعنی برای روش آبیاری با دبی کاهشی و با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی به‌دست آمد. بهره‌وری آب آبیاری برای عملکرد بیولوژیکی در این طرح در بازه ۱/۳۳ تا ۴/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد. نتایج آماری تیمارها نشان می‌دهد که بهره‌وری آب برای عملکرد بیولوژیکی بین تیمارها در اثر روش آبیاری، سطوح کود نیتروژن و اثر متقابل هر دو عامل دارای اختلاف معنی‌دار شد. در پایان پیشنهاد می‌شود برای کاهش مصرف آب و نیتروژن زه‌آب خروجی و هم‌چنین حفظ محیط‌زیست از مقدار کود اوره کمتری جهت کشت استفاده گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت مالی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب پژوهانه و همچنین از قطب علمی بهسازی و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی برای تهیه بخشی از اطلاعات تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

1- Abbasi, F., Choogan, R., Alizadeh, H. and liaghat, A. M. 2012. Evaluation of the effect of furrow irrigation fertilizer on fertilizer and water use efficiency, yield and some traits of corn. *Iranian Journal of Soil and Water Research*. 43(4), pp. 375-385. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2017.19988.1427

2- Gholami, M., Bazrafshan, F. and Mojdem, M. 2011. Investigation of the effect of nitrogen content and duration of weed interference on yield and yield components of maize (Zea mays L.). *Journal of Crop Physiology*. 3(12), pp. 103-123. (In Persian).

3- Haghjoo, M. and Bahrani, A. 2014. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on grain yield, yield components and dry matter remobilization of maize *cv*. SC 260. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 16(4), pp. 278-292. (In Persian).

4- Khorramian, M., Boroomand Nasab, S., Abbasi, S. and Ashrafi Zadeh, S. 2011. Effect of tillage on soil physical properties, root density and irrigation water productivity of maize in heavy lands of northern Khuzestan. *First National Conference on Strategies for Achieving Sustainable Agriculture*. Payame Noor University of Khuzestan Province. (In Persian).

5- Lack, Sh., Naderi, A., Siadat, S. A., Ayenehband, A. and Noormohammadi, Gh. 2006. Effect of different levels of nitrogen and plant density on grain yield, itscomponents and water use efficiency in maize (Zea mays L.) cv. SC. 704 under different moisture conditions in Khuzestan. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. 8(2), pp. 153-170. (In Persian).

6- Malakooti, M. J. and Gheybi, M. N. 2000. *Determining the critical limit of nutrients in soil, plants and fruits in order to increase the quantitative and qualitative performance of strategic products*. Agricultural Education Publishing, Karaj. (In Persian).

7- Moayeri, M., Pazira, E., Siadat, H., Abbasi, F. and Dehghanisanij, H. 2013. Assessment of Agricultural Water Productivity for Maize in Evan Plain (Case Study in Sought Karkheh River Basin). *Journal of Water and Soil*. 26 (6), pp. 1339-1348. (In Persian).

8- Mojdem. M. and Modhej, A. 2012. Effect of Nitrogen Levels on Water Consumption Efficiency, Performance and Performance Components of Corn Seed for Optimal Conditions and Drought Stress. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 10(3), pp. 546-554. (In Persian).

9- Patel, J.B., Patel, V.J. and Patel, J.R. 2006. Influence of different methods of irrigation and nitrogen levels on crop growth rate and yield of maize (Zea mays L.). *Indian Journal Crop Science*. 1(1-2), pp. 175-177.

10- Prasad K., and Singh P. 1990. Response of promising rainfed maize (*Zea mays* L.) varieties to nitrogen application in North Western Hymalayan region. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 60, pp. 475-477.

11- Sobhani, A. 2000. *Guide to determining the leaf area of crops*. Ministry of Agriculture Extension Magazine. (In Persian).

12- Taghizadeh, R. and Seyyed Sharifi, R. 2011. The effect of nitrogen fertilizer on fertilizer application efficiency and yield components in maize cultivars. *Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*. 15(57), pp. 209-217. (In Persian).

13- Unlu, M., Kanber, R., Onder, S., Sezen, M., Diker, K., Ozekici, B. and Oylu, M. 2007. Cotton yields under different furrow irrigation management techniques in the Southeastern Anatolia Project (GAP) area, Turkey. *Irrigation science*. 26(1), pp. 35-48.

14- Vazquez-Fernandez, E., Lopez-Tellez, P. and Changoya-Amador, B. 2005. Comparison of water distribution uniformities between increased-discharge and continuous-clow irrigations in blocked-end furrows. *Irrigation and Drainage Engineering*. 131(4), pp. 379-382.

www.SID.ir