Research Paper

Effect of Water Deficit Imposing Methods on Yield and Water Productivity Indices of Cucumber (Cucumis sativus L.) in Ahvaz Region

Sanaz shokri[1], Mona Golabi*[2] Abdolrahim Hooshmand[3] , Naser Alemzadeansari[4] & Dan Struve[5]

[1] . PhD Student, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, Email: sanaz.shokri66@yahoo.com
[2]* Associate Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, Email mona_golabi@yahoo.com.

[3] . Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, Email:hooshmand_a@scu.ac.ir.

4 . Department of horticulture,Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

5 Assistant Professor, University of Ohio, USA struve.1@osu.edu.

*. **Corresponding Author**: Mona Golabi
Address: Assistant Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran mona_golabi@yahoo.com.

10.22125/IWE.2022.158521

Received:
Junuary. 29.2021
Accepted:
May.15.2021
Available online:
October.05.2022

Keywords:
Keywords: Cucumber, performance, Water use efficiency, Irrigation.

Abstract

In order to investigate the effect of irrigation deficit an experiment was conducted in a completely randomized block design with three irrigation levels of 100, 85 and 75% water requirement in two growing seasons during the years 2018 and 2019. The results showed that in the first crop of treatments of 85 and 75 percent of water requirement, the amount of water productivity decreased by 6.12 and 15.73 percent compared to the control treatment, respectively. Also in the second crop, the amount of water consumption in treatments of 85 and 75% of water requirement compared to the control treatment has decreased. Analysis of data related yield indices and plant growth indices showed that with decreasing water consumption, water productivity and performance are significantly reduced

1. Introduction

In the past few decades, the area of land used for food production has increased to a very small amount Even in some parts of the world, the reduction of agricultural land has happened due to the expansion of urbanization. Also, due to the decrease in the amount of water available for agriculture, the food production capacity per unit area is continuously decreasing. In order to solve these problems, the use

of new techniques in the agricultural sector is very important and it has caused the transition from traditional agriculture to modern agriculture and the use of new scientific achievements to increase the production of products. In this research, the effect of low irrigation regimes on the performance and water consumption efficiency of cucumber plants under hydroponic cultivation has been investigated

2. Materials and Methods

In order to implement this experimental design based on a completely randomized block design with 4 replications in the form of hydroponic cultivation in the greenhouse of the Faculty of Agriculture of Shahid Chamran University of Ahvaz during two growing seasons in 2018 and 2019. Irrigation treatments included normal irrigation at 100% of water requirement and low irrigation set at two levels of 75 and 85% of water requirement.

In order to obtain the water requirement of cucumber, this plant must be cultivated in an environment where its water balance can be controlled. For this purpose, 3 microlysimeters were used and the amount of irrigation water was calculated as follows:

WU=WI-WD-ΔWL

WU = water used (grams)

WI = weight of irrigation water in 24 hours before irrigation (grams)

ΔWL = weight changes of microlysimeter (gram)

WD = weight of sewage on the day of irrigation (gram)

3. Results

The results of the analysis of variance and the average of the investigated traits of two growing seasons are shown in Tables 1 and 2.

Table 1: The average of the squares of the first and second crops.

	WU(1)	Y(1)	WU(2)	Y(2)
repetition	2.2ns	54302ns	2.3ns	48316ns
Irrigation	974*	8641506*	389*	1667472*
error	0.86	18991	3.06	61475
CV	2.6	2.3	3.2	4.6

Table 2: Comparison of average yield and productivity in different irrigation levels of the first and second crops.

treatment	**WU**(1)	**Y**(1)	**WU(2)**	**Y(2)**
100%	53.05a	7806.5a	52a	6450a
85%	49.8b	6221.75b	50.2b	5331b
75%	44.7c	49233.12c	45.45c	4227c

4. Discussion and Conclusion

The results of analysis of variance (tables 1) for the first and second crops show that the effect of low irrigation on the yield in both crops is significant at the 1% level. The yield values of the crop in different irrigation treatments show that in the first crop, in the 85% and 75% treatments, the yield of the crop has decreased by 20.3% and 36.9%, respectively, compared to the control treatment. Also, in the second

crop, in the 85% and 75% water requirement treatments, for the reduction of 19 liters and 31 liters of irrigation water, respectively, the water consumption productivity has decreased by 17.34 and 34.4% compared to the control treatment. According to Table 2, the highest yield of the crop is related to full irrigation with an average of 7805.5 for the first crop and 6450 in the second crop, which statistically has a significant relationship with the averages obtained in other treatments of low irrigation at the 5% level. According to Table 2, the highest level of productivity is related to full irrigation with an average of 53.05 for the first crop and 52 in the second crop, which statistically has a significant relationship with the averages obtained in other low irrigation treatments. The values of water consumption productivity in different irrigation treatments show that in the first crop, in treatments of 85 and 75% of water requirement, respectively, for the reduction of 23 liters and 37 liters of irrigation water, the water consumption productivity compared to the control treatment is 6.12 and 73. Has decreased by 15%. Also, in the second crop, in the treatments of 85 and 75% of water requirement, for the reduction of 19 liters and 31 liters of irrigation water, respectively, the water consumption productivity has decreased by 3.4 and 12.6 percent compared to the control treatment

5. Six important references

1. Kirnak, H., Kaya, C., Tas, I. and Higgs, D., 2001. The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in egg plants. Plant Physiology 27: 34-46.

2. Liang, X., Geo, Y., Zhanq, X., Tian, Y., Zhang, Z. and L. Gao., 2014. Effect of Optimal Daily Fertigation on Migration of Water and Salt in Soil, Root Growth and Fruit Yield of Cucumber (Cucumis sativus L.) in Solar-Greenhouse. PLoS One. 9(1): e86975.

3. Molden, D., Murry-Rust, H., Sakthivandival, R. and Makin, I., 2007. A water productivity framework for understanding and action. Workshop on Water productivity. Wadduwe, November, Sri Lanka.

4. Tadayyoun, M. R. and Emam, Y., 2009. Cultural management under drought stress. National Drought Seminar,Issues and Mitigation13-15 May, College of Agriculture, Shiraz University, PP. 156-171.

5. Tuzel, I. H., Meric, K. M. and Tuzel, Y., 2006. Crop Coefficients in Simplified Hydroponic Systems. Acta Horticulturae, (719), 551–556.

6. Yazar, A., Gökçel, F. and Sezen, M., 2009. Corn yield response to partial rootzone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system, Plant Soil Environment, 55: 494-503.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to .....

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال سیزدهم. شماره چهل و نه. پاییز ۱۴۰۱

بررسی اثر رژیم‌های کم آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب خیار در اهواز

ساناز شکری[۱]، منا گلابی[۲]*، عبدالرحیم هوشمند[۳]، ناصر عالم زاده انصاری[۴]، Dan Struve[۵]

تاریخ ارسال:۱۳۹۹/۱۱/۱۰
تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۲/۲۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر روش‌های کم آبیاری بر خیار کشت شده تحت شرایط گلخانه‌ای آزمایشی در قالب طرح بلوک کاملا تصادفی با سه سطح آبیاری ۱۰۰، ۸۵ و ۷۵ درصد نیازآبی در ۲ فصل کشت طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ انجام گرفت. عملکرد و شاخص‌های کمی و کیفی عملکرد در طول آزمایش اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که در کشت اول در تیمارهای ۸۵ و ۷۵ درصد نیاز آبی به ترتیب میزان بهره‌وری مصرفی آب نسبت به تیمار شاهد به میزان ۶/۱۲ و ۱۵/۷۳ درصد کاهش یافته است. همچنین در کشت دوم در تیمارهای ۸۵ و ۷۵ درصد نیاز آبی میزان بهره‌وری مصرفی آب نسبت به تیمار شاهد به میزان ۳/۴ و ۱۲/۶ درصد کاهش یافته است تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به عملکرد و شاخص‌های عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه نشان داد که با کاهش میزان مصرف آب بهره‌وری مصرف آب و عملکرد به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: خیار، عملکرد، بهره وری مصرف آب، کم آبیاری.

[۱]. دانشجوی دکترا، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران، sanaz.shokri66@yahoo.com
[۲] دانشیار، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران mona_golabi@yahoo.com
[۳] . دانشیارگروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران hooshmand_a@scu.ac.ir
[۴] . دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
[۵] . استاد، دانشگاه اوهایو، آمریکا struve.1@osu.edu

مقدمه

گیاهان در معرض انواع زیادی از تنش‌های محیطی هستند. در بین این تنش‌ها تنش ناشی از کم آبی جدی‌ترین مسأله‌ای است که رشد گیاه و تولید محصول را محدود می‌کند (سالکده[1] و همکاران، ۲۰۰۹). کم آبی مهمترین عامل محدود کننده تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان به حساب می‌آید، به طوری که عملکرد گیاهان به طور قابل ملاحظه‌ای در اثر خشکی کاهش می‌یابد. این کاهش در نتیجه تأخیر یا عدم استقرار گیاه، تضعیف یا از بین رفتن گیاهان استقرار یافته و تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در سوخت و ساز گیاهان به وجود می‌آید. وضعیت آب یکی از اصلی‌ترین عامل‌های توزیع گونه‌های گیاهی در مناطق مختلف جغرافیایی است. خشکی حتی در اقلیم‌های معتدله که از رطوبت کافی برخوردارند نیز گاهی محدود کننده است. از دیدگاه کشاورزی خشکی عبارت است از یک دوره کاهش مقدار و توزیع آب در مراحل رشد گیاه که نتیجه آن کاهش عملکرد در مقایسه با شرایط مناسب از لحاظ رطوبتی می‌باشد (ابر و لاترباچر[2]، ۲۰۰۲). با این حال مفهوم تنش آبی به روشنی تعریف نشده است و تعریف تنش آبی بر اساس توقف آبیاری تعریف مناسبی نمی‌باشد، زیرا مدت زمان تخلیه آب از خاک به عوامل محیطی چون نیاز تبخیری محیط، سطح برگ و ویژگی‌های خاک وابسته است. کمبود آب زمانی در گیاه اتفاق می‌افتد که میزان تعرق و دفع آب بیشتر از جذب آن باشد. عواملی که موجب تنش خشکی می‌شوند مشتمل بر گرمای زیاد، کمبود آب، رطوبت پایین هوا، تابش آفتاب، شوری و ترکیبی از این عوامل می‌باشد (سالکده[1] و همکاران، ۲۰۰۹). سالکده و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که خشکی به عنوان مهمترین عامل محدود کننده عملکرد محصولات است و تقریباً بر کلیه فرآیندهای رشد گیاه تأثیرگذار است.

کشور ایران با متوسط بارش سالانه ۲۵۰ میلیمتر که حدود یک سوم متوسط جهانی است، در یکی از خشک‌ترین مناطق دنیا قرار دارد. در ایران بخش کشاورزی با مصرف تقریباً ۹۰ درصد بزرگ‌ترین مصرف کننده آب است در حالی که متوسط جهانی رقمی حدود ۷۰ درصد می‌باشد. افزایش جمعیت و به دنبال آن مصرف آب بیشتر در سایر بخش‌ها ضرورت ارتقای بهره‌وری آب در بخش کشاورزی را آشکار می‌سازد. از آنجا که در ایران بخش کشاورزی عمده ترین مصرف کننده آب به شمار می‌آید، هرگونه صرفه جویی در این بخش کمک مؤثری به صرفه جویی در منابع آبی کشور می‌نماید (تدّین و امام[3]، ۲۰۰۹). با افزایش روزافزون نیاز آبی جوامع شهری و صنایع و با توجه به ثابت بودن میزان منابع آب ملی، حجم آب اختصاص یافته به مزارع کشاورزی رو به کاهش خواهد بود. از طرفی با قرار داشتن کشورمان در محدوده اقلیم خشک و نیمه خشک دنیا و همچنین تجربه چندین دوره خشکسالی در بسیاری از نقاط کشور، کشاورزی نیازمند به کارگیری روش‌های اجرایی و مدیریت آبیاری با راندمان بالاتری نسبت به مقادیر کنونی است. مطالعات گوناگونی نشان داده است که کم آبیاری می‌تواند یکی از استراتژی‌های مهم آبیاری باشد که به وسیله آن، مقدار کمتری از آب مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد، به آن داده می‌شود و می‌تواند راهکاری مناسب برای کسب عملکرد قابل قبول و اقتصادی با مصرف حداقل آب باشد. در کم‌آبیاری با وجود این که عملکرد در واحد سطح کاهش پیدا می‌کند، کاهش در مقدار آب مصرفی، هزینه‌های استحصال، انتقال و توزیع آب موجب کسب سود بیشتر خواهد شد (یازار[4] و همکاران، ۲۰۰۹). در این روش، گیاه در یک مرحله خاص رشد و یا در تمام فصل رشد تحت تنش آبی قرار می‌گیرد (کردا[5] ۲۰۰۲).در حال حاضر به صورت متوسط ۷۰ ٪ از منابع آب شیرین در جهان برای آبیاری استفاده می‌شود (مولدن[6]، ۲۰۰۷). بنابراین کم‌آبیاری گزینه مناسبی برای افزایش کارایی مصرف آب می‌باشد که در چندین سال اخیر به عنوان یک استراتژی در طرح‌ریزی و مدیریت منابع آب در دسترس بخش کشاورزی، تبدیل به یک اولویت ملی و جهانی شده است.

با درنظر گرفتن این نکته که در چند دهه گذشته، سطح اراضی مورد استفاده برای تولید غذا به مقدار بسیار ناچیزی

[1] -Salekdeh.
[2] - Ober and Luterbacher.
[3] - Tadayyoun ans Emam.
[4] -Yazar.
[5] - Kirda.
[6] - Molden.

افزایش یافته است و حتی در بعضی از نقاط جهان به دلیل گسترش شهرسازی، کاهش اراضی زراعی رخ داده است. همچنین به دلیل کاهش میزان آب در دسترس برای کشاورزی ظرفیت تولید غذا در واحد سطح، پیوسته رو به کاهش است (شاویو[1]، ۲۰۰۵). تصاویر ماهواره‌ای بیانگر این است که سیاره زمین به سرعت درحال تبدیل شدن به منطقه‌ای غیرحاصلخیز و خشک می‌باشد و جهان با مشکلات کم آبی روبرو است و به زودی تولید غذا قادر به رقابت کردن با رشد سریع جمعیت جهان نخواهد بود (میر و همکاران، ۱۳۹۴). برای رفع این معضلات، استفاده از تکنیک‌های نوین در بخش کشاورزی حائز اهمیت بسیار بوده و موجب گذر از کشاورزی سنتی به سوی کشاورزی مدرن و استفاده از دستاوردهای نوین علمی برای افزایش تولید محصولات شده است. در این تحقیق به بررسی اثر رژیم‌های کم آبیاری برعملکرد و میزان بهره وری مصرف آب در گیاه خیار تحت کشت هیدروپونیک پرداخته شده است.

رجایی و همکاران(۱۳۹۴) روی استفاده از کمپوست شیرین بیان در کاهش اثر تنش کم آبی در خیار گلخانه‌ای آزمایشی با سه سطح رطوبتی ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ ظرفیت زراعی انجام دادند و گزارش کردند که تنش کم آبی باعث کاهش وزن تر کل، وزن خشک کل، تعداد گل در بوته، تعداد میوه، ارتفاع، طول میانگره، وزن تک میوه و عملکرد تک بوته می‌شود.

افراسیاب و همکاران (۱۳۹۴) با برنامه‌ریزی آبیاری با استفاده پتانسیل آب در خاک روی خیار گلخانه‌ای آزمایشی انجام دادند و بیان داشتند تنش خشکی روی عملکرد، کارآیی مصرف آب شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، طول میوه و قطر میوه تنش خشکی اثر معنی‌دار گذاشته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی اثر روش‌های آبیاری معمولی و کم آبیاری تنظیم شده بر بهره‌وری مصرف آب و عملکرد خیار آزمایشی در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در دو فصل کشت طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهوازکه از نظر موقعیت جغرافیایی در ۴۸ درجه و ۳۹ دقیقه ۳۰ ثانیه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۱۸ دقیقه و ۲۲ ثانیه عرض شمالی واقع گردیده اجرا شد. ابتدا نشاءهای خیار گلخانه‌ای رقم یلدا که در ظروف یکبار مصرف کشت شده بودند انتخاب شدند و سپس جهت کشت از خزانه به گلدان‌های ۱۰ لیتری، که با بستر کوکوپیت و پرلایت به نسبت ۱:۱ پر شده‌اند منتقل شدند و از ابتدای کشت خیار تا مرحله پایانی رشد به دلیل نبود مواد غذایی در بستر هیدروپونیک، عناصر غذایی ماکرو المنت شامل نیترات کلسیم، مونوپتاسیم فسفات، سولفات منیزیم و سولفات پتاسیم و همچنین میکرو المنت‌ها شامل سولفات منگنز، سولفات روی، اسید بوریک، سولفات مس، مولیبدات سدیم و کلات آهن به میزان مشخص به بستر کشت داده شد. برای کل تیمارها تا قبل از مرحله استقرار گیاه (۴-۶ برگی شدن) آبیاری معمولی انجام گردید. سپس بعد از مرحله استقرار گیاه در گلدان تیمارهای کم آبیاری اعمال گردید. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری معمولی به میزان ۱۰۰٪ نیاز آبی و همچنین کم آبیاری تنظیم شده در دو سطح ۷۵ و ۸۵ درصد نیاز آبی. محلول غذایی مورد نیاز گیاه از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای به گیاه داده شد و سیستم هیدروپونیک به صورت سیستم باز بود.

نیاز آبی

چهار عامل مهم محیطی شدت تابش نور، میزان دی اکسید کربن، درصد رطوبت نسبی و دما در گلخانه روی تبخیر و تعرق و مصرف آب گیاهان اثر می‌گذارند. در حالی که نوع گیاه و واریته آن، مرحله رشد، مقاومت روزنه، ارتفاع گیاه، زبری آئرودینامیک، ضریب انعکاس تاج گیاه، ویژگی‌های ریشه، تراکم گیاه و سطح سایه انداز از عواملی هستند که مرتبط با گیاه بوده و بر مقدار آب مصرفی گیاهان تأثیر می‌گذارند. از طرفی با توجه به متغیر بودن این فاکتورها تخمین تبخیر و تعرق در گلخانه توسط روش‌های محاسباتی کاری مشکل می‌باشد (انتصاری و همکاران، ۱۳۸۶). کنترل سیستم خاک یا اتمسفر گلخانه به طور همزمان بر اساس تعادل آب و انرژی پایه‌گذاری شده است.

[1] - Shaviv.

دو جزء در اندازه گیری و کنترل چرخه آب در گلخانه مهم می‌باشد که اولین جزء آن خاک و یا لایه ساختگی و مصنوعی نظیر هیدروپونیک و دومین جزء آن آب اضافه شده، یا کم شده و یا ذخیره شده در ناحیه ریشه در دوره مورد نظر است. در محیط باز برای تخمین میزان تبخیر و تعرق گیاهان و در نتیجه دستیابی به میزان آب مصرفی و مورد نیاز آن‌ها روش‌های توازن انرژی، تجربی، آئرودینامیک و ترکیبی وجود دارد اما با توجه به محدودیت‌های تعیین پارامترهای مورد نیاز این روش‌ها و نبود سنسورهای مورد نیاز در شرایط گلخانه، تعداد بسیاری از این روش‌ها برای شرایط گلخانه مناسب نیستند. بنابراین استفاده از روش‌های مستقیم برآورد تبخیر و تعرق گیاهان در گلخانه دقت برآورد میزان آب مصرفی گیاهان را تا حد چشمگیری افزایش می‌دهد. جهت به دست آوردن نیاز آبی خیار بایستی این گیاه در محیطی کشت گردد که بتوان بیلان آبی آن را تحت کنترل داشت. برای این منظور از ۳ عدد میکرولایسیمتر استفاده شد. جهت تعیین زمان آبیاری میکرو لایسیمترها از روش وزنی استفاده (پلسکو و آلاگائو[1] ، ۲۰۱۴) و میزان آب آبیاری به صورت زیر محاسبه گردید:

$$WU = W_I - W_D - \Delta W_L \qquad (۱)$$

WU=آب مصرفی (گرم)

W_I =وزن آب آبیاری در ۲۴ ساعت قبل از آبیاری (گرم)

ΔW_L =تغییرات وزن میکرولایسیمتر (گرم)

W_D =وزن زهاب در روز انجام آبیاری (گرم)

توزل[2] و همکاران (۲۰۰۶) اعلام کردند به دلیل اینکه در شرایط هیدروپونیک گیاه دچار کمبود املاح نشود و به منظور اطمینان از تأمین آب بهینه برای گیاهان بهتر است میزان زهکشی ۲۰-۲۵٪ در نظر گرفته شود.

یکی از شاخص‌های مورد استفاده در مباحث عملکرد گیاه و آب مصرفی، که مبنایی اقتصادی دارد، بهره‌وری از آب است که به صورت نسبت عملکرد محصول به مقدار آب مصرفی تعریف می‌شود. آب مصرفی شامل بارش، آبیاری یا آبیاری بعلاوه بارش می‌باشد. بهره‌وری از آب مصرفی بیانگر میزان تولید به ازای واحد آب است.

شاخص بهره‌وری از آب مصرفی برای عملکرد به قرار زیر می‌باشد:

$$WP_y = \frac{Y}{I} \qquad (۴)$$

WP_y= بهره‌وری آب آبیاری برای عملکرد بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب.

Y= عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم

I= میزان آب آبیاری برحسب مترمکعب

شاخص بهره‌وری از آب مصرفی برای کل قسمت‌های هوایی گیاه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$WP_B = \frac{B}{I} \qquad (۵)$$

WP_B= بهره‌وری آب آبیاری برای کل قسمت‌های هوایی گیاه بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب

B= عملکرد کل قسمت هوایی گیاه بر حسب کیلوگرم

I= میزان آب آبیاری برحسب مترمکعب.

از روش لوتس[2] و همکاران (۱۹۹۶) برای اندازه گیری درصد نشت الکترولیت استفاده شد. نمونه های برگ به اندازه یک سانتی متر بریده و سه بار با آب مقطر شسته شدند. نمونه ها بعد از شستشو، در داخل لوله های شیشه ای درپوش دار شامل ۱۰ میلی لیتر آب مقطر ، به مدت دو ساعت و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت دو ساعت قرار داده و هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) را با EC متر اندازه‌گیری گردید. نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند و پس از خنک شدن تا دمای محیط، هدایت الکتریکی ثانویه (EC_2) اندازه گیری شد. درصد نشت الکترولیت (ELP) از معادله زیر محاسبه شد.

$$\mathrm{ELP} = \left(\frac{\mathrm{EC_1}}{\mathrm{EC_2}}\right)100 \qquad (۶)$$

به منظور اندازه‌گیری نیترات در میوه و برگ گیاه نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری نیترات به آزمایشگاه منتقل سپس ۱۰۰ گرم از نمونه جدا و با استفاده از آون ۸۰ ^{o} C به مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت خشک گردید. نمونه خشک شده با استفاده از دستگاه مکانیکی بصورت پودر درآمده و از یک الک ۴۰ مشی عبور داده شد. برای انجام آزمایش ۰/۱ گرم از نمونه توزین و به آن ۱۰ ml آب مقطر اضافه نموده و به مدت یک ساعت در دمای ۴۵ ^{o}C نگهداری گردید. مایع

1 -Pelesco and Alagao.

2 - Tűzel.

مورد نظر به هم زده شده و با کاغذ صافی و یا دستگاه سانتریفیوژ صاف و سپس ۰/۲ ml از عصاره صاف شده فوق به ۰/۸ ml اسید سالیسیلیک ٪۵ موجود در اسید سولفوریک غلیظ اضافه گردید. ماده فوق را خوب به هم زده و پس از ۲۰ دقیقه به آن ۱۹ ml سود ۲ نرمال افزوده و بعد از سرد شدن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 410 nm میزان جذب نور آن قرائت گردید (کاتالدو[3] و همکاران، ۱۹۷۵). به منظور اندازه گیری ملسیم ومنیزیم از روش تیتراسیون استفاده شد.

به منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب (RWC)، ابتدا قطعات برگ با شعاع یک سانتی‌متر تهیه و وزن تازه آن‌ها (FW) تعیین شد. پس از قرار دادن قطعات برگ در آب مقطر (۲۴ ساعت در یخچال)، وزن اشباع برگ‌ها (SW) تعیین شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک (DW)، قطعات برگ در آون با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵۱ ساعت قرار داده شد و سپس وزن خشک برگ ها اندازه‌گیری شد (کرناک[4] و همکاران ، ۲۰۰۱).

$$RWC = (\frac{FW-DW}{SW-DW})100 \quad (۷)$$

نتایج

نتایج تجزیه واریانس و میانگین صفات بررسی شده دو فصل کشت در جداول ۱، ۲، ۳ و ۴ آمده است. بر اساس این نتایج در مورد صفات اندازه گیری شده به صورت زیر بحث می‌شود.

بهره‌وری مصرفی آب

نتایج تجزیه واریانس (جداول ۱ و ۲) برای کشت اول و دوم نشان می دهد اثر کم آبیاری بر میزان بهره‌وری در هر دو کشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. بیشترین میزان بهره‌وری با توجه به جداول ۳ و ۴ مربوط به آبیاری کامل با میانگین ۵۳/۰۵ برای کشت اول و ۵۲ در کشت دوم می‌باشد که از لحاظ آماری با میانگین‌های حاصل در تیمارهای دیگر کم آبیاری ارتباط معنی‌دار دارد. مقادیر بهره‌وری آب مصرفی در تیمارهای مختلف آبیاری نشان می‌دهد که در کشت اول در تیمارهای ۸۵ و ۷۵ درصد نیاز آبی به ترتیب به ازای کاهش ۲۳ لیتر و ۳۷ لیتر آب آبیاری میزان بهره‌وری مصرفی آب نسبت به تیمار شاهد به میزان ۶/۱۲ و ۱۵/۷۳ درصد کاهش یافته است. همچنین در کشت دوم در تیمارهای ۸۵ و ۷۵ درصد نیاز آبی به ترتیب به ازای کاهش ۱۹ لیتر و ۳۱ لیتر آب آبیاری میزان بهره‌وری مصرفی آب نسبت به تیمار شاهد به میزان ۳/۴ و ۱۲/۶ درصد کاهش یافته است. نتایج حاصل از پژوهش یزدانی و همکاران (۱۳۹۶) مطابق نتایج حاصل از این تحقیق است.

عملکرد

نتایج تجزیه واریانس (جداول ۱ و ۲) برای کشت اول و دوم نشان می‌دهد اثر کم آبیاری بر میزان عملکرد در هر دو کشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. مقادیر عملکرد محصول در تیمارهای مختلف آبیاری نشان می‌دهد که در کشت اول در تیمارهای ۸۵ و ۷۵ درصد نیاز آبی به ترتیب میزان عملکرد محصول نسبت به تیمار شاهد به میزان ۲۰/۳ و ۳۶/۹ درصد کاهش یافته است. همچنین در کشت دوم در تیمارهای ۸۵ و ۷۵ درصد نیاز آبی به ترتیب به ازای کاهش ۱۹ لیتر و ۳۱ لیتر آب آبیاری میزان بهره‌وری مصرفی آب نسبت به تیمار شاهد به میزان ۱۷/۳۴ و ۳۴/۴ درصد کاهش یافته است. بیشترین میزان عملکرد محصول با توجه به جداول ۳ و ۴ مربوط به آبیاری کامل با میانگین ۷۸۰۵/۵ برای کشت اول و ۶۴۵۰ در کشت دوم می‌باشد که از لحاظ آماری با میانگین‌های حاصل در تیمارهای دیگر کم آبیاری ارتباط معنی‌دار در سطح ۵ درصد دارد. نتایج حاصل از پژوهش یزدانی و همکاران (۱۳۹۶)، مصلحی و همکاران (۱۳۹۰)، افراسیاب و همکاران (۱۳۹۴) و افاضاتی و همکاران (۱۳۹۴) با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

بهره‌وری بیوماس

با توجه به جداول ۱ و ۲ اثر کم آبیاری بر میزان بهره‌وری بیوماس در هر دو کشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد و بیشترین مقدار بهره‌وری بیوماس در آبیاری کامل اتفاق افتاده است که از لحاظ آماری با میانگین سایر تیمارها در هر دو کشت ارتباط معنی‌دار در سطح ۵ درصد دارد و کم آبیاری سبب کاهش بهره‌وری بیوماس در خیار شده.

وزن خشک

با توجه به جداول ۳ و ۴ بیشترین مقدار میانگین وزن خشک بیوماس، ساقه، برگ و ریشه مربوط به آبیاری کامل بوده و از لحاظ آماری ارتباط معنی‌داری بین مقدار میانگین

تیمارها وجود دارد. نتایج تجزیه واریانس (جداول ۱ و ۲) برای کشت اول و دوم نشان می‌دهد اثر کم آبیاری بر میزان وزن خشک برگ، ساقه و بیوماس در هر دو کشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. رجایی و همکاران (۱۳۹۴) اظهار کردند با کاهش میزان آب مصرفی مقدار وزن خشک بوته کاهش می‌یابد. با توجه به جداول ۳ و ۴ بیشترین مقدار میانگین وزن خشک بیوماس، ساقه، برگ مربوط به آبیاری کامل بوده و کم آبیاری سبب کاهش وزن خشک خیار می‌شود.

وزن تر

با توجه به نتایج جداول ۱ و ۲ اثر کم آبیاری بر میزان وزن تر ساقه و بیوماس در هر دو کشت و وزن تر برگ کشت دوم در سطح ۱ درصد معنی دار و میزان وزن تربرگ در کشت دوم در سطح ۵ درصد معنی دار می‌باشد. همچنین از جداول ۳ و ۴ می‌توان چنین برداشت کرد که بیشترین مقدار میانگین وزن تر بیوماس، ساقه و برگ مربوط به آبیاری کامل بوده و از لحاظ آماری ارتباط معنی‌داری بین مقدار میانگین تیمارها وجود دارد. سبیر[5] (۲۰۱۶) در تحقیقات خود نشان داد که تحت تنش کم آبی، وزن تر برگ کاهش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

درصد رطوبت

نتایج تجزیه واریانس (جداول ۱ و ۲) برای کشت اول و دوم نشان می‌دهد اثر کم آبیاری بر میزان درصد رطوبت میوه در هر دو کشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. بررسی مقایسه میانگین‌ها (جداول ۳ و ۴) نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار برای میزان درصد رطوبت در سطوح مختلف آبیاری هر دو کشت می‌باشد و کم آبیاری سبب کاهش میزان رطوبت در میوه می‌گردد.

طول ریشه

طبق نتایج ارائه شده جداول ۱ و ۲ اثر سطوح آبیاری بر صفت طول ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. افزایش سطح تنش آبی سبب کاهش معنی‌داری بر طول ریشه گردید. به طوری که بیشترین طول ریشه مربوط به بوته‌ها در آبیاری کامل و کمترین طول ریشه مربوط به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی می‌باشد. به نظر می‌رسد این امر به دلیل نیاز بیشتر قسمت‌های زایشی گیاه به آب و مواد غذایی باشد .این امر سبب انتقال بیشتر آب و مواد غذایی از ریشه به قسمت‌های هوایی و اندام‌های زایشی گیاه گردیده است و نتیجه آن کاهش سرعت رشد ریشه‌ها بوده است .دهقان و همکاران(۱۳۹۴)، مردانی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) و لیانگ و همکاران (۲۰۱۴) بیان داشتند که با کاهش میزان آب مصرفی، طول ریشه بوته خیار کاهش می‌یابد که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد.

قطر ساقه

طبق نتایج ارائه شده جداول ۱ و ۲ اثر سطوح آبیاری بر تعداد قطر ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین میانگین قطر ساقه درهر دو فصل کشت، ۱/۲۲ و ۰/۹۵ سانتیمتر در آبیاری کامل به دست آمد که از لحاظ آماری با میانگین‌های حاصل در گیاهان تحت تیمارهای کم‌آبیاری در هر دو فصل کشت اختلاف معنی‌دار داشت.

سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس (جداول ۱ و ۲) برای کشت اول و دوم نشان می‌دهد اثر کم آبیاری بر میزان سطح برگ در هر دو کشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. افزایش سطح تنش آبی سبب کاهش معنی‌داری در سطح برگ کل بوته گردید. به طوری که بیشترین سطح برگ مربوط به بوته‌ها با آبیاری کامل و گیاهان تیمار شده با ۷۵ درصد نیاز آبی کمترین سطح برگ را داشتند و می‌توان گفت که با کاهش میزان محلول غذایی، کاهش در میزان سطح برگ دیده می‌شود.

یزدانی و همکاران (۱۳۹۶)، ذونعمت کرمانی و همکاران (۱۳۹۳) و افراسیاب و همکاران (۱۳۹۴) به این نتیجه رسیدند شاخص سطح برگ تحت تأثیر حجم مصرفی آب می‌باشد که این نتایج با نتایج حاصل از این پژوهش مشابهت دارد.

ELP و Rwc

نتایج تجزیه واریانس (جداول ۱ و ۲) برای کشت اول و دوم نشان می دهد اثر کم آبیاری بر میزان درصد نشت الکترولیت در هر دو کشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار

می‌باشد. بر اساس داده‌های جداول ۳ و ۴ کم آبیاری باعث افزایش درصد نشت الکترولیت برگ شد، به طوری که کمترین و بیشترین درصد نشت به ترتیب در تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی مشاهده شد.

بررسی مقایسه میانگین‌ها (جداول ۳ و ۴) نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار برای میزان محتوای آب نسبی برگ در سطوح مختلف آبیاری هر دو کشت می‌باشد. کم آبیاری سبب کاهش محتوای آب نسبی برگ شد به طوری که که کمترین و بیشترین مقدار محتوای آب نسبی برگ به ترتیب در تیمار ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد.

حسنی مقدم و همکاران (۱۳۹۴) بیان داشتند که تنش خشکی سبب کاهش محتوای آب نسبی برگ و افزایش درصد نشت الکترولیت می‌شود.

نتایج تحقیقات قادری و همکاران(۱۳۸۵) نشان داد محتوی نسبی آب و پایداری غشای سلولی در شرایط تنش خشکی نسبت به تیمار شاهد در ارقام انگور مورد مطالعه کاهش یافته.

کلسیم، منیزیم و نیترات

نتایج نشان می‌دهد ارتباط معنی‌داری بین تیماهای آبیاری و مقادیر نیترات برگ و میوه وجود ندارد (جداول ۱ و ۲). بر اساس داده‌های جداول ۳ و ۴ کم آبیاری سبب کاهش میزان نیترات در میوه و برگ شده.

نتایج تجزیه واریانس (جداول ۱ و ۲) برای کشت اول و دوم نشان می‌دهد اثر کم آبیاری بر میزان غلظت کلسیم و منیزیم میوه و برگ در هر دو کشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. بررسی مقایسه میانگین‌ها (جداول ۳ و ۴) نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار برای کلسیم ومنیزیم میوه و برگ در سطوح مختلف آبیاری هر دو کشت می‌باشد و بیشترین مقدار در آبیاری کامل اتفاق افتاده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد با کاهش میزان آب آبیاری تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در میانگین صفات مورد بررسی خیار هیدروپونیک ایجاد می‌شود و با افزایش میزان تنش آبی عملکرد و میزان بهره‌وری مصرف آب به طور چشمگیری کاهش می‌یابد. همچنین تنش آبی سبب کاهش سطح غلظت کلسیم، منیزیم و نیترات در برگ و میوه می‌شود.

[1] Salkadeh.
[2] Lutts.
[3] Cataldo.
[4] Kirnak.
[5] Sabir.

جدول (۱): میانگین مربعات کشت اول

	بهره وری	عملکرد	بهره وری بیوماس	تر بیوماس	خشک بیوماس	ELP	RWC
تکرار	۲/۲^{ns}	۵۴۳۰۲^{ns}	۰/۰۸^{Ns}	۲۶۰۰^{ns}	۵۹^{ns}	۱/۴۸^{ns}	۲۷^{Ns}
آبیاری	۹۷۴*	۸۶۴۱۵۰۶*	۱۴/۳۸*	۵۲۸۶۰*	۲۹۵*	۷/۴۸*	۸۴*
خطا	۰/۸۶	۱۸۹۹۱	۰/۲۳	۵۶۴۰	۱۰۶/۲	۰/۲۵	۱/۸
CV	۲/۶	۲/۳	۷/۵	۶/۹۵	۴/۷	۰/۶۳	۰/۹
	خشک برگ	تربرگ	سطح برگ	خشک ساقه	طول ریشه	قطر ساقه	تر ساقه
تکرار	۴۶۲ ^{ns}	۲۳۴۸^{ns}	۴۰۹۰۱۷۸۸^{ns}	۶/۶^{ns}	۲/۷۷^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱۴۶^{ns}
آبیاری	۱۱۷*	۲۲۰۴۴**	۱۱۱۸۵۹۳۳۳۰*	۴۰/۸*	۱۸۲۶*	۰/۱۹*	۷۲۶۸*
خطا	۹۷	۵۵۳۱/۲	۸۹۶۸۵۴۲	۲/۶	۲/۶۱	۰/۰۰۹	۱۱۶
CV	۶/۲	۸/۵	۱۲/۴۶	۲/۶۷	۳/۶	۸/۲	۵/۳
	کلسیم میوه	کلسیم برگ	نیترات میوه	نیترات برگ	منیزیم میوه	منیزیم برگ	درصد رطوبت میوه
تکرار	۶^{ns}	۳۳^{ns}	۲/۴ ^{ns}	۱۳/۵^{ns}	۱۴^{ns}	۳۲/۲۴^{ns}	۱/۰۴^{ns}
آبیاری	۶۰/۲۹*	۶۸*	۳/۶^{ns}	۶۴^{ns}	۷۳*	۷۲*	۹/۳۷*
خطا	۱۳	۱۶	۳/۲	۲۲	۹/۲	۱۶/۵	۱/۴۴
CV	۲/۳	۳/۴	۴/۲	۳/۱	۲/۱	۳	۱/۴

جدول (۲): میانگین مربعات کشت دوم

	بهره وری	عملکرد	بهره وری بیوماس	تر بیوماس	خشک بیوماس	ELP	RWC
تکرار	۲/۳^{ns}	۴۸۳۱۶^{ns}	۱/۳^{ns}	۴۳۹۲۶^{ns}	۱۶۲^{ns}	۲^{ns}	۴۱^{Ns}
آبیاری	۳۸۹*	۱۶۶۷۴۷۲*	۱۶/۸*	۱۰۲۷۲۶*	۱۷۷۶*	۱۶/۹۸*	۹۶/۵*
خطا	۳/۰۶	۶۱۴۷۵	۰/۴۵	۷۸۲۶	۶۸/۶	۴/۰۴	۲
CV	۳/۲	۴/۶	۵/۶	۱۱	۶/۷	۰/۷۸	۱/۲
	خشک برگ	تربرگ	سطح برگ	خشک ساقه	طول ریشه	قطر ساقه	تر ساقه
تکرار	۱۶۲۲*	۲۸۲۴۶^{ns}	۳۰۲۵۸۷^{ns}	۰/۲۶۲^{ns}	۱/۲۷^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۱۷۲۷*
آبیاری	۱۱۴۴*	۶۷۲۱*	۱۲۷۴۵۶۵*	۶۹/۷۶*	۱۴۹*	۰/۲*	۶۴۳۸*
خطا	۶۹/۱	۵۷۲۷/۳	۷۴۲۱۲۵	۰/۱۹۱	۱/۳	۰/۰۰۲	۲۰۵/۵
CV	۸/۷	۹/۵	۱۳	۴/۴	۶	۷/۴	۵/۶
	کلسیم میوه	کلسیم برگ	نیترات میوه	نیترات برگ	منیزیم میوه	منیزیم برگ	درصد رطوبت میوه
تکرار	۳/۴^{ns}	۳۹^{ns}	۵۲ ^{ns}	۶۲/۵^{ns}	۱۶/۸^{ns}	۴۹/۸۵^{ns}	۵/۶^{ns}
آبیاری	۲۲/۹*	۱۴۶*	۶۱^{ns}	۱۵۸^{ns}	۴۹*	۱۲۸*	۱۲/۱*
خطا	۶/۸	۱۳	۲۱	۱۸	۴/۶	۱۴	۲
CV	۳/۳	۵/۱	۴/۹	۵/۲	۳	۴/۹	۴

جدول (۳): مقایسه میانگین عملکرد و بهره وری در سطوح مختلف آبیاری کشت اول

تیمار	بهره وری	عملکرد	بهره وری بیوماس	تر بیوماس	خشک بیوماس	RWC	ElP
۱۰۰٪	۵۳/۰۵^{a}	۷۸۰۶/۵۰^{a}	۶۰/۷۶^{a}	۱۱۳۰^{a}	۲۲۱^{a}	۸۵^{a}	۳۲^{a}
۸۵٪	۴۹/۸^{b}	۶۲۲۱/۷۵^{b}	۵۸/۴^{b}	۱۰۳۰^{b}	۲۱۷^{b}	۸۰^{b}	۳۸^{b}
۷۵٪	۴۴/۷^{c}	۴۹۲۳/۱۲۵^{c}	۵۲/۳۶^{c}	۸۴۹^{c}	۲۱۱/۶۳^{c}	۷۲/۴^{c}	۴۲/۴^{c}
تیمار	خشک برگ	تربرگ	سطح برگ	خشک ساقه	طول ریشه	قطر ساقه	تر ساقه
۱۰۰٪	۱۶۰^{a}	۹۱۱^{a}	۵۱۱۸۱/۲۷^{a}	۶۱/۷۵^{a}	۶۰/۹^{a}	۱/۲۲^{a}	۲۲۷/۲۵^{a}
۸۵٪	۱۵۸^{b}	۸۹۹^{b}	۳۶۷۴۳^{b}	۶۰^{b}	۴۳/۱^{b}	۱/۱^{b}	۲۰۷/۸^{b}
۷۵٪	۱۵۳/۴^{c}	۸۱۹/۷^{c}	۲۲۴۳۱^{c}	۵۷/۸^{c}	۳۰/۶^{c}	۰/۹۵^{c}	۱۶۸/۱۲^{c}
تیمار	کلسیم میوه (mg/kg)	کلسیم برگ (mg/kg)	نیترات میوه (mg/kg)	نیترات برگ (mg/kg)	منیزیم میوه (mg/kg)	منیزیم برگ (mg/kg)	درصد رطوبت میوه
۱۰۰٪	۵۶^{a}	۲۶۶/۵^{a}	۹۱ ^{a}	۲۵۳/۶۸^{a}	۴۵/۳^{a}	۱۴۱/۶^{a}	۸۹^{a}
۸۵٪	۴۵/۲^{b}	۲۳۵^{b}	۶۸^{a}	۱۴۷/۱^{a}	۳۳/۵^{b}	۸۸^{b}	۸۷^{b}
۷۵٪	۳۱/۶^{c}	۲۰۳^{c}	۳۸^{a}	۱۰۷/۷^{a}	۲۱/۸^{c}	۵۱/۳۵^{c}	۸۵/۱^{c}

جدول (۴): مقایسه میانگین عملکرد و بهره وری در سطوح مختلف آبیاری کشت دوم

تیمار	بهره وری	عملکرد	بهره وری بیوماس	تر بیوماس	خشک بیوماس	ELP	RWC
۱۰۰٪	۵۲^{a}	۶۴۵۰^{a}	۶۰/۱^{a}	۹۹۲^{a}	۱۸۸/۹^{a}	۳۶^{a}	۸۵/۲^{a}
۸۵٪	۵۰/۲^{b}	۵۳۳۱^{b}	۶۲/۸^{b}	۸۹۰^{b}	۱۸۱/۱۵^{b}	۴۱/۲^{b}	۷۵/۲^{b}
۷۵٪	۴۵/۴۵^{c}	۴۲۲۷^{c}	۵۳/۴۵^{c}	۷۴۳^{c}	۱۵۸^{c}	۴۶/۷^{c}	۷۰/۲^{c}
تیمار	خشک برگ	تربرگ	سطح برگ	طول ریشه	قطر ساقه	تر ساقه	خشک ساقه
۱۰۰٪	۱۲۰^{a}	۶۰۲/۵^{a}	۴۰۵۷۳^{a}	۷۰/۷^{a}	۰/۹۵^{a}	۱۶۴/۳۳^{a}	۳۱/۳^{a}
۸۵٪	۱۱۴^{b}	۵۶۳/۵^{b}	۲۷۸۳۵^{b}	۴۸/۱^{b}	۰/۸۶^{b}	۱۲۳/۴۴^{b}	۲۹/۲^{b}
۷۵٪	۹۶/۸۶^{c}	۴۳۳/۴^{c}	۲۲۹۹۵^{c}	۳۶/۹^{c}	۰/۸۵^{c}	۱۰۹/۸^{c}	۲۵/۴^{c}
تیمار	کلسیم میوه (mg/kg)	کلسیم برگ (mg/kg)	نیترات میوه (mg/kg)	نیترات برگ (mg/kg)	منیزیم میوه (mg/kg)	منیزیم برگ (mg/kg)	درصد رطوبت میوه
۱۰۰٪	۴۲^{a}	۲۰۷^{a}	۸۲/۹^{a}	۲۳۹/۱۲^{a}	۳۶/۲^{a}	۸۶^{a}	۸۷/۸^{a}
۸۵٪	۳۶^{b}	۱۷۵/۵^{b}	۶۸/۶^{a}	۱۹۱/۵^{a}	۳۰/۵^{b}	۷۴/۶^{b}	۸۵^{b}
۷۵٪	۲۲^{c}	۱۴۳/۷^{c}	۴۰/۳^{a}	۱۵۴/۱^{a}	۱۷/۶^{c}	۵۲^{c}	۸۲/۵۶^{c}

منابع

افاضاتی، م.، ایران دوست، م. و رضایی استخرویيه، ع.، ۱۳۹۴. تأثیر پلیمر سوپر جاذب بر رشد و عملکرد گیاه خیار گلخانه‌ای تحت شرایط کم آبیاری. مدیریت آب و آبیاری، دوره ۵ شماره ۲، صفحه۲۰۳-۲۱۴.

افراسیاب، پ.، دلبری، م .و اسدی، ر.، 1394 .برنامه‌ریزی آبیاری خیار گلخانه‌ای با استفاده از پتانسیل آب در خاک .نشریه آب در کشاورزی .جلد 29 شماره ۴.

انتصاری، م، ر.، حیدری، ن.، خیرابی، ج.، علایی، م. و وزیری، ژ. ۱۳۸۶. کارایی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای، نشر کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۸۰ صفحه.

حسنی مقدم، ا.، اثنی عشری، م. و رضائی نژاد، ع.، ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی روی برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی شش رقم انار (Punica granatum L.) تجاری ایرانی. فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد پانزدهم/ شمارۀ اول.

دهقان، ه.، علیزاده، ا.، اسماعیل، ک. و نعمتی، س.ح. ۱۳۹۴ . رشد ریشه، عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی در تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های آب در کشاورزی. ب. جلد ۲۹ . شماره ۲.

ذونعمت کرمانی، م. و اسدی، ر.، ۱۳۹۳ . تأثیر پتانسیل ماتریک خاک و الگوی کارگذاری لوله ی آبده بر عملکرد و کارایی مصرف آب خیار گلخانه‌ای. مدیریت آب و آبیاری. دوره ۴ . شماره ۲ . صفحه ۲۱۴ - ۲۰۳

رجایی، م.، عطارزاده، م.، موسوی، س.ح. و عطارزاده، م. ۱۳۹۴ . استفاده از کمپوست شیرین بیان در کاهش اثر تنش کم آبی در خیار گلخانه ای. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۵ شماره ۳.

قادری، ن.، سی و سه مرده، ع. و شاهویی، س، ص.، ۱۳۸۵. بررسی اثر تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در دو رقام انگور. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۷(۱): ۴۵-۵۵.

مردانی نژاد، س.، زارع ابیانه، ح.، طباطبایی، س، ح. و محمد خانی، ع.، ۱۳۹۲ . تاثیر مقادیر مختلف آب خاک بر توسعه ریشه گیاه فلفل قلمی. مجله پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۷ . شماره ۲.

مصلحی، ش.، نجفی، پ.، طباطبائی، ح. و نورمهناد، ن. 1390. تأثیر تنش رطوبتی بر شاخص های رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای. ننشریه آب و خاک .دوره 25 شماره . 4 صفحه775- 770

میر، ح.، غلامعلی زاده آهنگر، ح. و میر، ن.، ۱۳۹۴. مقایسه اثر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم معمولی و حساس به رنگ بر روی پارامترهای رشد سورگوم علوفه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه زابل.

یزدانی، س.، هوشمند، ع. و ناصری، ع.، ۱۳۹۶. ارزیابی عملکرد خیار گلخانه ای تحت تنش آبی و شوری آب آبیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.

Cataldo, D.A., Maroon, M., Schrader, L.E. and V.L. Youngs., 1975. Rapid Colorimetric Determination of Nitrate in Plant-Tissue by Nitration of Salicylic-Acid. Communications in Soil Science and Plant Analysis 6(1):71-80.

Kirda, C., Topcu, S., Kaman, H., Ulger, A.C., Yazici, A., Cetin, M. and Derici, M.R., 2005. Grain yield response and N-fertilizer recovery of maize under deficit irrigation. Field Crops Research, 93: 132-141.

Kirnak, H., Kaya, C., Tas, I. and Higgs, D., 2001. The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in egg plants. Plant Physiology 27: 34-46.

Liang, X., Geo, Y., Zhanq, X., Tian, Y., Zhang, Z. and L. Gao., 2014. Effect of Optimal Daily Fertigation on Migration of Water and Salt in Soil, Root Growth and Fruit Yield of Cucumber (Cucumis sativus L.) in Solar-Greenhouse. PLoS One. 9(1): e86975.

Lutts S, Kinet JM and Bouharmont J., 1996. NaCl – induced senescence in leaves of rice cultivar differing.in salinity resistance.Ann Bot 78: 389-398.

Molden, D., Murry-Rust, H., Sakthivandival, R. and Makin, I., 2007. A water productivity framework for understanding and action. Workshop on Water productivity. Wadduwe, November, Sri Lanka.

Ober, E. S. and Luterbacher, M. C., 2002. Genotypic variation for drought tolerance in Beta Vulgaris. OxfordJ. 89: 917-924.

Pelesco, V. A.and Alagao, F. B., 2014. Evapotranspiration Rate of Lettuce (Lactuca sativa L., Asteraceae) in a Non-Circulating Hydroponics System. Journal of Society & Technology 4:1-6.

Sabir, Ali. 2016. Physiological and Morphological Responses of grapevine (grape vine) (V. vinifera L. CV. ‘Italia’) leaf to water deficit under different rootstock effects. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 15(1) 2016, 135-148.

Salekdeh, G. H., Reynolds, M., Bennett, J. and Boyer, J., 2009. Conceptual framework for drought phenotyping during molecular breeding. Trends Sci. 14: 488-496.

Shaviv, A., 2005. Controlled Release of Fertilizers. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers, 28-30 June, Frankfurt, Germany.

Tadayyoun, M. R. and Emam, Y., 2009. Cultural management under drought stress. National Drought Seminar,Issues and Mitigation13-15 May, College of Agriculture, Shiraz University, PP. 156-171.

Tuzel, I. H., Meric, K. M. and Tuzel, Y., 2006. Crop Coefficients in Simplified Hydroponic Systems. Acta Horticulturae, (719), 551–556.

Yazar, A., Gökçel, F. and Sezen, M., 2009. Corn yield response to partial rootzone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system, Plant Soil Environment, 55: 494-503.

Effect of water deficit imposing methods on yield and water productivity indices of Cucumber (Cucumis sativus L.) in Ahvaz region

Sanaz shokri[1] Mona Golabi[2] Abdolrahim Hooshmand[3] , Naser Alemzadeansari[4] & Dan Struve[5]

Abstract

In order to investigate the effect of irrigation deficit on cucumbers grown in greenhouse conditions, an experiment was conducted in a completely randomized block design with three irrigation levels of 100, 85 and 75% water requirement in two growing seasons during the years 2018 and 2019.Performance and quantitative and qualitative performance indicators were measured during the experiment. The results showed that in the first crop of treatments of 85 and 75 percent of water requirement, the amount of water consumption productivity decreased by 6.12 and 15.73 percent compared to the control treatment, respectively. Also in the second crop, the amount of water consumption in treatments of 85 and 75% of water requirement compared to the control treatment has decreased by 3.4 and 12.6%. Analysis of data related yield indices and plant growth indices showed that with decreasing water consumption, water productivity and performance are significantly reduced.

Keywords: Cucumber, performance, Water use efficiency, Irrigation.

[1] PhD Student, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran sanaz.shokri66@yahoo.com
[2]Associate Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, mona_golabi@yahoo.com
[3] Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, hooshmand_a@scu.ac.ir.
[4] Department of horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
[5] Assistant Professor, University of Ohio, USA struve.1@osu.edu.