Archive
Shahid Chamran University of Ahvaz
Irrigation Sciences and Engineering (JISE) Vol. 43, No. 3, Fall 2020, p. 45-56

EXTENDED ABSTRACT

The Effect of Irrigation with Drainage Water on Quinoa Performance in Ahvaz Weather Conditions

S. Zandi[1], A. Soltani Mohammadi[2*], M. Golabi[3] and S.B. Andarzian[4]

1- M.Sc. Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Enviromental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2*- Corresponding Author, Associate Professor Faculty of Water and Enviromental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. (*A_soltani60@yahoo.com*).
3- Assistant Professor of Irrigation and Drainage Department, Faculty of Water and Enviromental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
4- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Research Center, Agricultural Research and Education Center of Khuzestan, Agricultural Research and Training Organization, Ahvaz, Iran.

Received:19 February 2018 Revised: 7 June 2018 Accepted: 11 June 2018

Keyword: Quinoa, salinity of irrigation water, salinity of drainage water, salinity stress.
DOI: 10.22055/jise.2018.25067.1745.

Introduction

Salinity stress has significantly reduced world crop growth and production, especially in arid and semi-arid regions (Bahadorkhah and kazemeini, 2014). Drought and salinity reduce crop productivity, especially in arid and semi-arid regions. Therefore, finding a crop which produces yield under these adverse conditions is very important (Razzaghi et al, 2011). Quinoa is a new plant with a high nutritional value that has led the World Food Organization (FAO) to call it vegetarian caviar (Seifati et al, 2015). Quinoa is a species of passionate herb (Adolf et al, 2013), and most Quinoa cultivars have the ability to grow in salinity with a concentration of 40 dS / m and even more. This amount of salinity is too high for most crops (Jacobsen et al, 2003, Hariadi et al, 2010).

Methodology

This research was conducted in 1395 at the Research Faculty of the Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran (longitude 48 degrees and 40 minutes east, 31 degrees and 20 minutes north latitude, and 18 meters above sea level). The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications and five levels of irrigation water salinity and based on cultivars in Lysymeter. Irrigation treatments were applied at five levels of salinity (including 2, 10, 20, 30 and 40 dS / m) from the developmental stage to the next. The lysimeters are cylindrical (220 liters) and have a thick polyethylene and have a height of about 80 and a diameter of 60 cm. The seed of the Quinoa plant, cultivar Santamarria, which was produced from the Agricultural and Natural Resources Research Center of Khuzestan, cultivated at a depth of 1.5 to 2 cm on November 11, 2016. Until the initial growth stage of the plant, all treatments were irrigated using Karun River water (salinity level of about 2 dS / m). Determination of water requirement included determination of reference plant evapotranspiration (ETo), determination of crop coefficient (Kc) and determination of the effects of conditions of cultivation and operation operations (Kp). Using the relations (1) and (2), the actual evapotranspiration of the plant was determined:

$$ET_o = K_p \times E_{pan} \quad (1)$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (2)$$

Where Kp is the evaporation coefficient of the pan, Epan the evaporation rate of the pan (mm), Kc the crop coefficient, Eto the evapotranspiration of the reference plant and ETc the actual evapotranspiration of the plant (mm). Considering the estimated amount of water for each treatment, in each step of irrigation, using equation (3), salinity of the drainage water used and salinity of Karun water were provided by other salinities.

$$ECadj = ((V1 * EC1) + (V2 * EC2))/(V1 + V2) \quad (3)$$

in which V1 and V2, respectively, are the water volume of the control and the volume of drainage water, EC1 and EC2, respectively, the salinity of water and drainage water salinity and ECadj is the treatment salinity. On 2017/05/03, after the physiological reach of the plant, harvesting operations were carried out by cutting the plant from the soil surface, and the specimens were transferred to the laboratory for drying and weighing. The studied traits in this research included grain yield, biological yield, harvest index (grain yield division on biological yield), plant height and 1000-seed weight. The results of the study on the effect of irrigation with drainage water on the Quinoa plant yield were analyzed using SPSS (Ver. 22) software. Analysis of variance at a probability level of 1% and comparison of the meanings were done using Duncan's multi-domain test at a probability level of 5%.

Results and discussion

In Table (1), the results of comparing the effect of salinity on the average of the Quinoa plant performance indices are presented.

Table 1- Comparison of Salinity Effects Means on Quinoa Performance Index

Harvest index (percent)	1000- seed weight (gr)	Plant height (cm)	Biological yield (t / ha)	Seed yield (ton / ha)	Treatment
28/4[a]	3/8[a]	116[a]	8/64[a]	2/46[a]	S1
26/9[a]	3/4[bc]	112[b]	7/71[b]	2/08[b]	S2
24[b]	3/5[b]	101[c]	7/37[b]	1/77[b]	S3
22[b]	3/24[c]	97[d]	6/22[c]	1/39[c]	S4
17[c]	3[d]	91[e]	5/36[d]	0/914[d]	S5

In each column, averages with a common letter, based on Duncan's test, are not significant at 5% probability level.

The results showed that the effect of salinity on seed yield, biological yield, harvest index, plant height and 1000-seed weight were significant. Increasing salinity from 2 to 40 dS / m reduced seed yield, biological yield, harvest index, plant height and 1000-seed weight by 62.8, 37.96, 37.95, 21.55 and 20 percent, respectively. The highest seed yield and biological yield were 2.46 and 8.64 ton / ha in salinity S1 (salinity 2 dS / m) and its lowest value was 0.914 and 36.5 t / ha in salinity S5 (40 dS / m) was obtained. The highest and lowest plant height, 1000 seed weight and harvest index were 116 and 91 cm, 3.8 and 3 grams, 28.4 and 17 percent, respectively, in salinity s1 and s5.

Conclusion

The results of analysis of variance of measured traits in the experiment showed that the effect of watering irrigation on grain yield, biological yield, harvest index, plant height and 1000-seed weight were significant. These results are similar to those of other researchers, including Talebnejad and Sepaskhah (2015), Koyro and Eisa (2008) and Razzaghi et al (2011). Increasing water salinity reduced seed yield, biological yield, harvest index, plant height and 1000-grain weight. The results showed that Quinoa can grow 40 dS / m in irrigation water and have a yield of 0.914 tons per hectare, and this amount of grain yield indicates that the Quinoa plant is a

www.SID.ir

salinity resistant plant. The highest grain yield was obtained in control salinity water treatment (2 dS m-1).

References

1- Adolf, V. I., Jacobsen, S. E. and Shabala.S., 2013. Salt tolerance mechanisms in quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Environmental and Experimental Botany 92(Supplement C): 43-54.

2- Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen S.E. and Shabala, S., 2010. Ionic and osmotic relations in quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) plants grown at various salinity levels. Journal of Experimental Botany 62(1): 185-193.

3- Jacobsen, S. E., Mujica, A. and Jensen, C., 2003. The resistance of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) to adverse abiotic factors. Food Reviews International 19(1-2): 99-109.

4- Jamali, S., Sharifian, H., Hezarjaribi, A. and Sepahvand, N.A., 2016. The effect of different levels of salinity on germination and growth indices of two cultivars of Quinoa. Journal of Soil and Water Resources Conservation, 6, 87-98. (In Persian).

5- Koyro, H. W. and Eisa, S.S., 2008. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of Chenopodium quinoa Willd. Plant and Soil 302(1-2): 79-90.

6- Razzaghi, F., S. H. Ahmadi, V. I Adolf, C. Jensen, S. E. Jacobsen and Andersen, M., 2011. Water relations and transpiration of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Under Salinity and Soil Drying.

7- Seifati, S.E., Ramezanpour, S.S., Soltanloo, H., Salehi, M. and Sepahvand, N.A., 2015. Study on some morphophenological traits related to yield and early maturity in quinoa cultivars (Chenopodium quinoa, Wild.). Scientific Journal Management System, 8, 153-169. (In Persian).

8- Talebnejad, R. and Sepaskhah, A.R., 2015. Effect of different saline groundwater depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter. Agricultural Water Management 148(Supplement C): 177-188.

© 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، شماره‌ی۳، پاییز ۹۹، ص. ۵۶-۴۵

بررسی تأثیر آبیاری با زه‌آب بر عملکرد کینوا در شرایط آب و هوایی اهواز

سعید زندی[۱]، امیر سلطانی محمدی[۲*]، منا گلابی[۳] و سید بهرام اندرزیان[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز .

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز،A_soltani60@yahoo.com

۳- استادیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۴- استادیار پژوهش بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر،مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان،سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزان، اهواز، ایران.

دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۳۰ بازنگری: ۱۳۹۷/۳/۱۷ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۲۱

چکیده

کینوا گیاهی باارزش غذایی مطلوب و پتانسیل رشد و تولید در شرایط نامساعد محیطی می‌باشد که در برابر شوری تحمل بالایی دارد. استفاده مجدد از زه‌آب کشاورزی یک روش طبیعی و مهم در مدیریت زه‌آب می‌باشد که موجب افزایش درآمد کشاورزان، تولید پایدار و امنیت غذایی خواهد شد؛ بنابراین این مطالعه با هدف بررسی اثر آبیاری با زه‌آب بر عملکرد گیاه کینوا در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج سطح شوری S1، S2، S3، S4 و S5 (به‌ترتیب با شوری دو، ده، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر) و سه تکرار در لایسیمترهایی به قطر و ارتفاع ۰/۶ و ۰/۸ متر در مزرعه تحقیقاتی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گردید. نتایج نشان داد که در سطح احتمال یک درصد اثر شوری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، ارتفاع گیاه و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. افزایش شوری از دو به ۴۰ دسی زیمنس بر متر به‌ترتیب عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، ارتفاع گیاه و وزن هزار دانه را به‌میزان ۶۲/۸، ۳۷/۹۶، ۳۷/۹۵، ۲۱/۵۵ و ۲۰ درصد کاهش داد. بیشترین عملکرد دانه ۲/۴۶ تن در هکتار در شوری S1 (شوری دو دسی‌زیمنس بر متر) ، کمترین مقدار آن ۰/۹۱۴ تن در هکتار در شوری S5 (شوری ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر) و در شوری های S2، S3 و S4 به‌ترتیب مقادیر ۲/۰۸، ۱/۷۷ و ۱/۳۹ تن در هکتار به‌دست آمد.

کلید واژه‌ها: گیاه کینوا، شوری آب آبیاری، شوری زه‌آب، تنش شوری.

مقدمه

استان خوزستان به علت جلگه‌ای بودن و داشتن چندین رودخانه نسبتاً پرآب مانند کارون، دز، کرخه و زهره و خاک مناسب برای کشت محصولات مختلف یکی از استان‌های مهم کشور از نظر کشاورزی است. وجود شبکه‌های آبیاری و زهکشی گسترده در استان خوزستان که آب چندین کشت و صنعت بزرگ مانند نیشکر هفت تپه، کارون و غیره را تامین می‌کنند، سبب شده که حجم زیادی زه‌آب تولید شود که در نهایت به رودخانه‌ها و یا تالاب‌ها می‌ریزند(Golabi et al., 2013). هم‌چنین به‌دلیل محدودیت منابع آب با کیفیت در کشور و با توجه به این‌که بخش عمده مساحت ایران ازنظر اقلیمی جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌گردد، امکان استفاده از آب‌های شور و نامتعارف بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است(Jamali et al., 2016) .

تنش شوری باعث کاهش قابل‌ملاحظه در رشد و تولید گیاهان زراعی در سطح جهان به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک شده است (Bahadorkhah and Kazemeini., 2014) . شرایط حساس کنونی به لحاظ کم‌آبی و خشک‌سالی و کاهش‌منابع آب، رقابت شدید بین بخش‌های مختلف مصرف‌کنندگان آب به‌خصوص بخش شرب و کشاورزی را به همراه داشته است و همین موضوع باعث شده است تا توجه کارشناسان و مسئولین استان خوزستان به مدیریت کیفیت زه‌آب ناشی از شبکه‌های مدرن آبیاری و زهکشی را به خود معطوف دارد.

استفاده مجدد از زه‌آب یک روش مهم و طبیعی در مدیریت زه‌آب است که سبب توسعه و حصول بیش‌ترین فایده برای یک منبع آب و کمک به دفع مناسب و صحیح آب زهکش‌ها می‌شود.

ازآن‌جاکه خشکی و توسعه شوری عملکرد گیاهان را خصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک کاهش می‌دهد، پیدا کردن گیاهی که بتواند در این شرایط نامطلوب عملکرد قابل قبولی داشته باشد بسیار مهم است (Razzaghi et al., 2011).

گیاه کینوا، گیاه جدیدی است که ارزش غذایی بسیار بالای دانه آن موجب شده که سازمان خواروبار جهانی (فائو) آن را خاویار گیاهی بنامد (Seifati et al., 2015). کینوا یک گونه گیاه شورپسند

www.SID.ir

Archive of SID

است Adolf et al. (2013) و بیشتر رقم‌های کینوا به خوبی قابلیت رشد در شوری با غلظت ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر و حتی بیشتر را هم دارند. این میزان شوری برای بیشتر گیاهان زراعی بیش از حد آستانه است (Jacobsen et al 2003, Hariadi, et al., 2010).

کینوا بانام علمی Chenopodium quinoa willd از خانواده Chenopodiaceae در طی ۵۰۰۰ سال غذای اصلی مردم نواحی کوه‌های آند در کشور پرو، بولیوی، اکوادور و شیلی بوده است. در سال ۱۳۸۷، مؤسسه اصلاح تهیه نهال و بذر، با واردات بذر این گیاه تنها توانست عملکرد یک تن در هکتار داشته باشد که موفقیت‌آمیز نبود. در سال ۲۰۱۳ که سال کینوا نام‌گذاری شده بود، فائو برخی ارقام این گیاه را به هشت کشور منتقل کرد که ایران یکی از این کشورها بود و عملکرد چهار تنی در آب شیرین به‌دست آمد. در حال حاضر در ایران تلاش می‌شود کاشت این گیاه در مناطق شور صورت گرفته و افزایش عملکرد به‌دست آید. گیاه کینوا گیاهی متحمل به شرایط نامطلوب محیطی بوده و در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده مقاومت بالایی از خود نشان می‌دهد، از نظر نیازهای رشد، گیاهی کم‌توقع است که در خاک‌های با حاصلخیزی کم هم به‌خوبی محصول می‌دهد (Mamedi et al., 2015).

Talebnejad و Sepashkah (2015) در مطالعه‌ای اثر عمق‌های متفاوت آب زیرزمینی شور و شوری آب آبیاری را بر عملکرد و بهره‌وری کینوا در لایسیمتر بررسی کردند. عمق‌های آب زیرزمینی شامل ۰/۳، ۰/۵۵ و ۰/۸متر با شوری برابر آب آبیاری و شوری آب آبیاری برابر ده، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر بود. نتایج نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری (از شوری ده به ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر در عمق آب زیرزمینی ۰/۵۵ متر) عملکرد دانه (از ۲/۳۷ به ۰/۶۹۳ تن در هکتار)، ماده خشک ساقه (از ۷/۹۳ به ۷/۳۸ تن در هکتار)، شاخص برداشت (۲۱/۷ به ۱۰/۵ درصد)، و ارتفاع گیاه (از ۱/۲۷ به ۱/۰۲ متر) را کاهش داد.

Koyro و Eisa (2008) اثر شوری بر کینوا را مورد پژوهش قرار دادند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که رشد گیاه، کل عملکرد دانه، تعداد دانه، وزن خشک و تر دانه همه به‌طور قابل‌توجهی در حضور شوری کاهش پیدا کرد. Razzaghi et al (2011) اثر سطوح مختلف شوری و خشکی خاک را بر عملکرد کینوا در لایسیمتر در پنج سطح شوری (صفر، ده، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر) مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد در سطوح شوری بین صفر و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه از مقدار ۲/۳ به ۱/۵ تن در هکتار کاهش یافت و پس از این شوری با یک روند صعودی به مقدار ۱/۶۲ تن در هکتار در شوری ۴۰ دسی زیمنس افزایش یافت.

Long (2016) با هدف ارزیابی ویژگی‌های رشد و عملکرد کینوا تحت تنش شوری، آزمایشی را در دانشگاه ملی کشاورزی ویتنام انجام داد. دو رقم کینوا و چهار غلظت NaCl (صفر،۱۵۰،۵۰ و ۳۰۰ میلی‌مول) در قالب آزمایش فاکتوریل با سه تکرار قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش شوری (از صفر به ۳۰۰ میلی‌مول) ارتفاع گیاه (از ۲۷/۴۱ به ۲۳/۰۹ سانتی‌متر)، تعداد برگ در ساقه اصلی (از ۲۶/۳۶ به ۱۹/۱۷ عدد)، طول ریشه (از ۹/۷۴ به ۷/۲۱)، وزن خشک ساقه (از ۶/۶۲ به ۵/۶۷ گرم در هر بوته) و وزن هزار دانه (از ۲/۳۹ به ۱/۳۱ گرم) را کاهش داد.

Alghosaibi et al. (2015) در پژوهشی اثر شوری بر رشد و جوانه‌زنی کینوا را در چهار سطح شوری آب آبیاری (۱/۵، ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد بیشترین وزن هزار دانه مربوط به شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین آن مربوط به شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر بود. بین شوری های هشت و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌دار نبود هم‌چنین قطر ساقه، وزن خشک دانه و وزن خشک اندام هوایی با افزایش شوری (از ۱/۵ به ۱۶) به جز در شوری چهار دسی‌زیمنس کاهش معنی‌دار داشت.

در مطالعه ای Brakez et al. (2013) رشد و جوانه‌زنی گیاه کینوا را در شرایط مختلف شوری مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی به شدت تحت‌تاثیر شوری قرار گرفت و نرخ رشد نسبی به طور قابل توجهی کاهش یافت. در تحقیقی Panuccio et al. (2014) نشان دادند که شوری باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و وزن تر و خشک اندام هوایی کینوا می‌گردد. Pulvento et al (2012) در سال های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ در یک محیط باز در مزرعه تاثیر شوری بر صفات کیفی و کمی کینوا را مورد برر سی قرار دادند. تنش شوری در هر دو سال بر عملکرد کاهش معنی‌دار نداشت و بیشترین سطح آب شور باعث افزایش میانگین وزن هزاردانه شد.

گیاه کینوا به‌عنوان یک گیاه جدید می باشد و تحقیقات انجام‌شده در ایران (در زمینه تاثیر آب شور) مربوط به ترکیب‌های نمک سدیم کلرید و کلسیم کلرید می‌با شد. در این تحقیق برای اولین بار از زه‌آب به‌منظور برر سی اثر شوری بر عملکرد گیاه کینوا استفاده گردید. هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر زه‌آب به‌عنوان یک منبع نامتعارف آب آبیاری بر عملکرد گیاه کینوا و بررسی سازگاری گیاه کینوا در شرایط اقلیمی اهواز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده مهندسی آب و محیط زیست دانشگاه شهید چمران اهواز در ایران (با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا) انجام گردید. آزمایش مذکور در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار و پنج سطح شوری آب آبیاری و بر پایه کشت در لایسیمتر اجرا گردید (شکل ۱). تیمارهای آبیاری در پنج سطح شوری (شامل S_1=۲، S_2=۱۰، S_3=۲۰، S_4= ۳۰ و S_5= ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر) از توسعه به بعد (۵۰ روز بعد از کشت) اعمال شد. برخی از خصوصیات کیفی تیمار های مختلف آب آبیاری در طول دوره آزمایش اندازه‌گیری

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2018.25067.1745

شده و در جدول (۱) ارایه شده ا ست. قابل ذکر ا ست که در این جدول تیمار S_1، همان تیمار شاهد بوده که آب رودخانه کارون می با شد و میانگین شوری آن در طول فصل دو د سی‌زیمنس بر متر می‌باشد.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کشت تعیین گردید. بافت خاک در لایه‌های مختلف یکسان و لومی می‌باشد. متوسط هدایت الکتریکی خاک لایه سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متر)، ۱۲/۹ دسی‌زیمنس بر متر بوده و با افزایش عمق این مقدار کاهش یافته تا در لایه چهارم (۶۰-۳۰ سانتی‌متر) به ۶/۴۱ دسی‌زیمنس بر متر می‌رسد. رطوبت حجمی در نقطه ظرفیت زراعی و پژمردگی در لایه‌های مختلف مقداری ثابت بوده و به‌ترتیب ۳۱ و ۱۵ درصد حجمی می‌باشند(جدول۲).

پس از تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اقدام به آماده‌سازی محیط کشت گیاه گردید. بدین منظور از ۱۵ عدد لایسیمتر زهکش‌دار استفاده گردید. لایسیمترها به شکل استوانه (۲۲۰ لیتری) و از جنس پلی‌اتیلن ضخیم بوده و ارتفاعی در حدود ۸۰ و قطر ۶۰ سانتی‌متر را دارا می‌باشند (شکل ۲). اولین و ضروری‌ترین مورد قابل پیش‌بینی در هر لایسیمتر وجود لوله زهکش در بخش زیرین آن برای خروج آب‌های اضافی می‌باشد. بدین منظور از لوله پی‌وی‌سی صاف با قطر دو اینچ استفاده گردید.

برای حصول شرایط مشابه لوله‌ی زه‌کش روزنه‌های مناسب در بدنه لوله پی وی سی صاف برای ورود آب به داخل این لوله ها ایجاد شد. فاصله‌ی این روزنه‌ها روی لوله در تمام جهت‌ها دو سانتی‌متر بود. هم‌چنین برای جلوگیری از ورود ذرات خاک و شست و شوی آن‌ها توسط جریان آب از صافی شنی (شن ۳/۴) استفاده گردید. برای جلوگیری از تابش مستقیم خورشید و برقراری شرایط مشابه شرایط مزرعه از عایق حرارتی پشم‌شیشه با روکش آلومینیوم (روکش آلومینیوم به‌منظور انعکاس نور) استفاده گردید. لایسمترها با خاک مزرعه پر و چند نوبت آبیاری با هدف تحکیم و نشست خاک انجام شد (شکل ۳). در تاریخ ۱۳۹۵/۰۸/۲۲ بذر گیاه کینوا رقم سانتاماریا که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تهیه شده بود در عمق ۱/۵ تا دو سانتی‌متر کشت شد. پس از جوانه زدن و استقرار جوانه‌ها (در مرحله ۶ برگی) برای رسیدن به تراکم مورد نظر (۱۳۰۰۰۰ تا ۱۴۰۰۰۰ بوته در هکتار) عملیات تنک کردن انجام گردید(Tavoosi and Sepahvand, 2014) . نیاز آبی گیاه با استفاده از تشت تبخیر کلاس A تعیین شد. تا مرحله رشد اولیه گیاه تمام تیمارها با استفاده از آب رودخانه کارون (سطح شوری حدود دو دسی‌زیمنس بر متر) آبیاری شد. تعیین نیاز آبی شامل تعیین تبخیرتعرق گیاه مرجع (ETo)، تعیین ضریب گیاهی (Kc) و تعیین اثر شرایط محل کشت و عملیات زراعی (Kp) بود. با استفاده از روابط (۱) و (۲) میزان تبخیر تعرق واقعی گیاه تعیین شد:

$$ET_o = K_p \times E_{pan} \quad (۱)$$

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (۲)$$

که در آن Kp ضریب تبخیر از تشتک، Epan میزان تبخیر از تشت (میلی‌متر)، Kc ضریب گیاهی، ETo تبخیرتعرق گیاه مرجع و ETc تبخیرتعرق واقعی گیاه (میلی‌متر) می باشد.

S2R1	S1R1	S1R2	S2R2	S4R1
S3R1	S1R3	S4R2	S3R2	S3R3
S2R3	S5R1	S5R2	S4R3	S5R3

Fig. 1- Details of experimental set up

شکل ۱- پلان طرح آزمایشی

جدول ۱- مقادیر متوسط خصوصیات کیفی آب آبیاری در تیمارهای مختلف

Table 1- Chemical analysis of irrigation water used in the experiments

Treatments	CL	HCO	K	Na	Mg	Ca	pH	EC	SAR
	meq/l							(dS/m)	
S1	15	6	0.12	11.6	8	5.5	7.5	2	4.3
S2	85	10	0.33	94.6	25	15	8.13	10	21.2
S3	205	15	0.59	177.4	31	20	7.48	20	35.1
S4	290	15	0.78	236.9	46	25	7.36	30	39.7
S5	395	20	0.96	314.9	61	35	6.95	40	45.5

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

Table 2- Physical and chemical properties of the soil in lysimeter

Depth (cm)	Bulk density (gr/cm^3)	EC (dS/m)	pH	FC (Vol. %)	PWP (Vol. %)	Soil texture
0-10	1.56	12.9	7.09			
10-20	1.56	11.8	7.31			
20-30	1.54	8.26	7.55			
30-40	1.54	6.41	7.48			

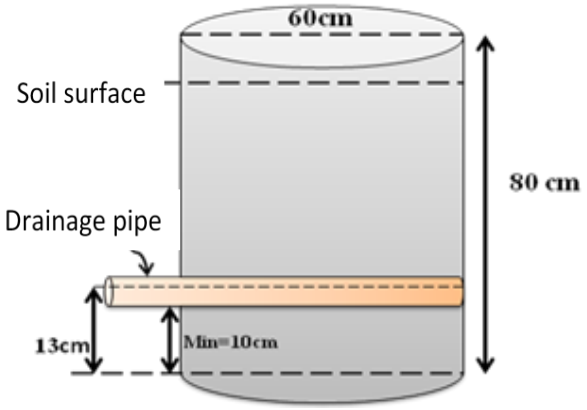

Fig.2- The shape of the used lysimeters

شکل ۲- شماتیک از لایسیمترهای استفاده شده در این طرح

براساس تحقیقات Razzaghi et al. (2012) میزان ضریب گیاهی (Kc) برای مرحله رشد اولیه، مرحله میانی و مرحله پایانی رشد گیاه به‌ترتیب برابر ۱/۰۵، ۱/۲۲ و ۱ در نظر گرفته شد. با توجه به مقدار آب برآوردشده برای هر تیمار در هر مرحله از آبیاری به کمک رابطه (۳) (Ayerz and Westcot, 1985) و با توجه به EC زه‌آب مورد استفاده و EC آب شاهد، شوری‌های مورد نظرتهیه می‌شد.

$$ECadj = \frac{(V1 * EC1) + (V2 * EC2)}{V1 + V2} \qquad (۳)$$

که درآن V1 و V2 ، به‌ترتیب حجم آب شاهد و حجم زه‌آب، EC1 و EC2 ، به‌ترتیب شوری آب شاهد و شوری زه‌آب و ECadj، شوری تعادلی می‌باشد. پس از اختلاط، شوری زه‌آب مجدداً اندازه‌گیری می‌گردید و در صورت اختلاف کمتر از ۰/۱ دسی‌زیمنس بر متر، مورد استفاده قرار می‌گرفتند. کود فسفر (به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار) در زمان کاشت و کود نیتروژن (به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) در سه مرحله قبل از کاشت، پنج تا شش برگی و شروع گل‌دهی استفاده گردید. در طی فصل کشت وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. هم‌چنین در دو مرحله برای مبارزه با آفات از سم دیازینون با غلظت دو در هزار استفاده شد. در شکل (۳) مراحل مختلف رشد گیاه نشان داده شده است.

در تاریخ ۱۳۹۶/۰۳/۱۳ پس از رسیدن فیزیولوژیکی گیاه عملیات برداشت به صورت بریدن بوته از سطح خاک انجام گرفت و نمونه‌ها به‌منظور خشک‌کردن و توزین به آزمایشگاه منتقل شد. ارتفاع گیاه دو هفته قبل از برداشت اندازه‌گیری شد. سنبله‌ها از شاخه جدا و پس از کوبیدن به‌منظور جدا سازی کاه از دانه از الک شماره ده عبور داده شد. دانه‌ها در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷۲ ساعت برای تعیین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی (وزن خشک کل اندام هوایی) و وزن هزار دانه خشک گردید (Talebnejad and Sepaskhah, 2015). صفات مورد بررسی در این تحقیق شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت (تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیکی)، ارتفاع گیاه و وزن هزار دانه می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج حاصل از بررسی اثر آبیاری با زه‌آب بر عملکرد گیاه کینوا در این تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS (Ver. 22) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آنالیز واریانس در سطح احتمال یک درصد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2018.25067.1745

نتایج و بحث

بررسی نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده در آزمایش نشان داد اثر آبیاری با زه‌آب بر شاخص‌های عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، ارتفاع گیاه و وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). این نتایج با نتایج بسیاری از محققان ازجمله Talebnejad و Sepaskhah (2015)، Koyro و Eisa (2008) و Razzaghi et al. (2011) مشابه می‌باشد. بررسی دقیق هر یک از این موارد در ادامه صورت می‌گیرد.

در جدول (۴) مقایسه میانگین اثر شوری بر این صفات ارایه شده است. در این بخش تأثیر آبیاری با زه‌آب بر روی صفات ذکرشده مورد بررسی قرار می‌گیرد.

Fig4- Lysymmeters layout(a), Early growth stage of the plant(b), The middle development stage of the plant(c), The final growth stage(d).

شکل ۳- نمای لایسیمتر ها(a)، مرحله رشد اولیه گیاه(b)، مرحله رشد میانی گیاه(c)، مرحله رشد پایانی(d)

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌های عملکرد کینوا

Table 3- Analysis of Variance of Quinoa Performance Indicators

Sources	df	Mean squares				
		Seed performance	Biological performance	Harvest Index	Plant Hight	1000 Grain Weight
Treatment	4	1.155**	4.958**	0.006**	324.90**	0.266
Error	10	0.051	0.040	0.0001	1	0.01
Total	14					

**Significant difference at 1% level.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های اثر شوری بر شاخص های عملکرد کینوا

Table 4- Comparison of averages of salinity effects on Quinoa performance indexes

Treatment	Seed performance ($Ton.ha^{-1}$)	Biological Performance ($Ton.ha^{-1}$)	Plant Hight (cm)	Harvest Index (%)	1000 Grain Weight(gr)
S1	2.46^{a}	8.64^{a}	116^{a}	28.4^{a}	3.8^{a}
S2	2.08^{b}	7.71^{b}	112^{b}	26.9^{a}	3.4^{bc}
S3	1.77^{b}	7.37^{b}	101^{c}	24^{b}	3.5^{b}
S4	1.39^{c}	6.22^{c}	97^{d}	22^{b}	3.24^{c}
S5	0.914^{d}	5.36^{d}	91^{c}	17^{c}	3^{d}

in each column, the averages with a common letter based on Duncan's test are not significantly different at the 5% level.

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه

تغییرات عملکرد دانه در شوری‌های مختلف در جدول (۴) نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است با افزایش شوری عملکرد دانه کاهش می‌یابد به‌طوری‌که این مقدار از ۲/۴۶ تن در هکتار برای شوری S1 به مقدار ۰/۹۱۴ در شوری S5 رسیده است که معادل ۶۲/۸ درصد کاهش عملکرد دانه کینوا می‌باشد. میزان کاهش محصول به ازای هر واحد افزایش شوری ۱/۶۵ درصد به‌دست آمد. کاهش عملکرد دانه در شوری‌های S2، S3 و S4 نسبت به شوری S1 به‌ترتیب ۱۵/۴۴، ۲۸/۰۴ و ۴۳/۴۹ درصد محاسبه شد. در تحقیق Talebnejad و Sepaskhah (2015) میزان عملکرد دانه (برای عمق آب زیرزمینی ۰/۵۵متر) معادل ۲/۳۷ تن در هکتار در شوری ده دسی‌زیمنس بر متر و معادل ۰/۶۹۳ تن در هکتار برای شوری ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد که معادل ۷۰/۸۸ درصد کاهش در عملکرد دانه می‌باشد. در تحقیق Razzaghi et al. (2011) بیشترین مقدار عملکرد ۲/۳ تن در هکتار در شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر و کمترین مقدار آن در شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر ۱/۵ تن در هکتار و میزان کاهش عملکرد دانه ۳۴/۷۸ درصد گزارش شده است. هم‌چنین نتایج تحقیق Koyro و Eisa (2008) نشان داد که شوری اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. تنش شوری باعث افزایش فشار اسمزی، اختلال در جذب آب توسط ریشه، کاهش فتوسنتز گیاه، کاهش مواد فتوسنتزی و در نتیجه کاهش عملکرد دانه می‌گردد.

عملکرد بیولوژیکی

مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیکی در شوری‌های مختلف در جدول (۴) ارایه شده است. ملاحظه می‌شود که عملکرد بیولوژیکی با افزایش شوری کاهش می‌یابد. عملکرد بیولوژیکی از مقدار ۸/۶۴ تن در هکتار در تیمار شوری S1 به مقدار ۵/۳۶ تن در هکتار در تیمار شوری S5 رسیده و این کاهش حدود ۳۷/۹۶ درصد می‌باشد. میزان کاهش عملکرد بیولوژیکی به‌ازای هر واحد افزایش شوری حدود یک درصد به‌دست آمد. کاهش عملکرد بیولوژیکی در شوری های S2، S3 و S4 نسبت به شوری S1 به‌ترتیب ۱۰/۷۶، ۱۴/۶۹ و ۲۸ درصد محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد که تنش شوری موجب کاهش معنی‌دار در میزان عملکرد بیولوژیکی گیاه کینوا شده است، زیرا در شرایط تنش شوری وزن خشک اندام هوایی هم از طریق کاهش میزان رشد رویشی و هم از طریق کاهش فتوسنتز کاهش می‌یابد. کاهش رشد رویشی و وزن خشک به‌دلیل کاهش آماس سلول‌ها در شرایط تنش شوری و متأثر از فرایندهای اسمزی است. از علل دیگر کاهش رشد عملکرد گیاه در اثر شوری، بالا رفتن مصرف انرژی در گیاه برای خروج یون‌های سدیم مهاجم است که در محیط به مقدار فراوان وجود دارند. درنتیجه مصرف مقدار زیادی از انرژی سلولی برای سازش و مقابله با تنش شوری است و در نهایت رشد و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (Saeedinia, 2015). نتایج تحقیقات Long (2016) نشان داد که تنش شوری موجب کاهش عملکرد بیولوژیکی گردید Talebnejad و Sepaskhah (2015) بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی را به‌ترتیب مقدار ۷/۹۳ و ۷/۳۸ تن در هکتار در سطوح شوری ده و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر گزارش کردند.

شاخص برداشت

تغییرات شاخص برداشت در شوری‌های مختلف در جدول (۴) نشان داده شده است. همان‌طور که از جدول مشخص است با افزایش شوری شاخص برداشت کاهش پیدا کرده است به‌طوری‌که از مقدار ۲۸/۴ در تیمار شوری S1 به مقدار ۱۷ در تیمار شوری S5 رسیده است. کاهش شاخص برداشت در شوری‌های S2، S3، S4 و S5 نسبت به شوری S1 به‌ترتیب ۵/۲۸، ۱۵/۴۹ ، ۲۲/۵ و ۴۰/۱۴ درصد محاسبه شد. بین تیمارهای S1 و S2 و هم‌چنین بین تیمارهای S3 و S4 در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول۴). نتایج تحقیقات Talebnejad و Sepaskhah (2015) کاهش شاخص برداشت از مقدار ۲۱/۷ به ۱۰/۵ در سطوح شوری ده و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر گزارش کردند. Razzaghi et al. (2011) نشان دادند که تغییرات شوری موجب شد تغییرات شاخص برداشت معنی‌دار شود که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد.

ارتفاع گیاه

بیشترین ارتفاع گیاه با میانگین ۱۱۶ سانتی‌متر مربوط به تیمار شوری S1 و کمترین آن ۹۱ سانتی‌متر آن مربوط به تیمار S5 می‌باشد. همان‌گونه که از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) مشخص است کاهش ارتفاع گیاه در شوری‌های مختلف در سطح احتمال پنج درصد نیز تفاوت معنی‌دار داشته است. کاهش ارتفاع گیاه در شوری های S2، S3 ، S4 و S5 نسبت به شوری S1 به‌ترتیب ۳/۴۴، ۱۲/۹ ، ۱۶/۳۷ و ۲۱/۵۵ درصد محاسبه شد.

تنش شوری باعث کاهش ارتفاع گیاه و درنتیجه منجر به کاهش عملکرد بیولوژیکی شده است (جدول ۴). به نظر می‌رسد کاهش ارتفاع گیاه با افزایش شوری آب آبیاری را می‌توان به اختلال در سیستم فتوسنتز و کاهش تولید مواد فتوسنتزی برای ارسال به بخش‌های در حال رشد گیاه و در ادامه عدم دست‌یابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفاع نسبت داد (Shannon, 1984). افزایش شوری در محیط آب و ریشه باعث کاهش شدید رشد در اندام‌های هوایی و ساقه‌ی گیاهان می‌گردد و این امر سبب ایجاد خسارت زیادی به عملکرد گیاهان می‌گردد. اثرهای منفی شوری بر رشد گیاه، به علت پتانسیل اسمزی پایین محلول خاک (تنش اسمزی)، اثرهای ویژه یونی (تنش شوری)، عدم تعادل عناصر غذایی یا مجموعه‌ی این عوامل ایجاد می‌شود، لذا هنگامی که گیاه در شرایط شور رشد می‌کند فعالیت فتوسنتزی آن کاهش یافته و منجر به کاهش طول ساقه می‌گردد (Khan et al., 1994). در تحقیق Long (2016) بیشترین ارتفاع گیاه مقدار ۲۹ سانتی‌متر در تیمار

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2018.25067.1745

شاهد و کمترین ارتفاع مقدار ۲۴/۳ سانتی‌متر در سطح شوری ۳۰۰ میلی مول گزارش شد.

Talebnejad و Sepaskhah (2015) در تحقیق خود بیشترین و کمترین ارتفاع گیاه را به‌ترتیب ۱/۲۷ و ۱/۰۲ متر گزارش کردند. نتایج تحقیقات Long (2016) و Talebnejad و Sepaskhah (2015) نشان داد که تنش شوری موجب کاهش ارتفاع گیاه شده و با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که از نظر وزن هزار دانه بین سطوح مختلف شوری در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار بود. با بررسی نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) مشاهده شد که بین تیمار S2 و S3 و همچنین بین تیمار S2 و S4 در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. جدول (۴) نشان می‌دهد که با افزایش شوری، وزن هزار دانه کاهش پیدا کرده است به‌طوری که بیشترین مقدار آن ۳/۵ گرم مربوط به تیمار S1 و کمترین مقدار آن در تیمار S5 به سه گرم رسیده است و این میزان کاهش معادل ۲۱/۰۵ درصد کاهش در وزن هزار دانه می‌باشد. کاهش وزن هزار دانه در شوری های S2، S3 ، S4 و S5 نسبت به شوری S1 به‌ترتیب ۱۰/۵، ۷/۸۹، ۱۴/۷۳ و ۲۱/۰۵ درصد محاسبه شد. به نظر می‌رسد اثر سمیت تجمع نمک در شرایط شوری موجب کاهش وزن هزار دانه گردد. از طرفی شاید بتوان گفت که در شرایط شوری، جذب مواد غذایی مختل شده و لذا کمبود مواد غذایی ممکن است باعث عدم تکامل و توسعه دانه می‌گردد. Long (2016) بیشترین و کمترین مقدار وزن هزار دانه را به‌ترتیب ۲/۳۹ و ۱/۳۱ گرم در تیمار شاهد و در شوری ۳۰۰ میلی مول گزارش کرد. نتایج تحقیقات Koyro و Eisa (2008) و Long (2016) نشان داد وزن هزار دانه در تیمارهای مختلف شوری تفاوت معنی‌دار داشته است که نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق را تایید می‌کند.

نتیجه‌گیری

افزایش شوری زه‌آب (از دو به ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر) موجب کاهش عملکرد دانه (از ۲/۴۶ به ۰/۹۱۴ تن در هکتار)، عملکرد بیولوژیکی (از ۸/۶۴ به ۵/۳۶ تن در هکتار) ، شاخص برداشت (از ۲۸/۴ به ۱۷ در صد)، ارتفاع گیاه (از ۱۱۶ به ۹۱ سانتی‌متر) و وزن هزار دانه (از ۳/۸ به ۳ گرم) گردید. نتایج نشان داد که گیاه کینوا می‌تواند در شوری آب آبیاری ۴۰ د سی‌زیمنس بر متر ر شد کند و عملکردی برابر ۰/۹۱۴ تن در هکتار داشته باشد و این مقدار عملکرد دانه بیانگر این است که گیاه کینوا یک گیاه مقاوم در برابر شوری می‌باشد. بیشترین میزان عملکرد دانه نیز در تیمار شوری آب آبیاری شاهد (دو د سی‌زیمنس بر متر) به‌دست آمد. با توجه به آستانه تحمل شوری گیاه کینوا و ارزش غذایی، سازگاری با محیط‌های زراعی و زیستی مختلف، کاربردهای آن برای مقابله با گرسنگی و سوء تغذیه و ارزش روزافزون اقتصادی، گیاه کینوا را می‌توان به‌عنوان یک گیاه مقاوم به شوری در مناطقی که شوری آب و شوری خاک بالایی دارند، کشت کرد. از طرفی با توجه به محدودیت منابع آب شیرین و نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان از زه‌آب کشاورزی به‌عنوان یک منبع نامتعارف آب آبیاری استفاده کرد. استفاده از زه‌آب یک روش طبیعی و مهم در مدیریت زه‌آب می‌باشد که موجب افزایش درآمد کشاورزان، تولید پایدار و امنیت غذایی می‌گردد.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از حمایت مالی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب پژوهانه (GN: SCU.WI98.273) همچنین از قطب علمی بهسازی و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی برای تهیه بخشی از اطلاعات تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

1- Adolf, V.I., Jacobsen, S.E. and Shabala, S., 2013. Salt tolerance mechanisms in quinoa *(Chenopodium quinoa Willd.)*. *Environmental and Experimental Botany*. 92, pp.43-54.

2- Algosaibi, A.M., El-Garawany, M.M., Badran, A.E. and Almadini, A.M., 2015. Effect of irrigation water salinity on the growth of Quinoa plant seedlings. *Journal of Agricultural Science*, *7*(8), p.p.205-214.

3- Ayers, R.S. and Westcot, D.W., 1985. *Water qualify for agriculture*. Food and Agriculture Organization (FAO).

4- Bahadorkhah, F. and Kazemeini, S.A., 2014. Effect of salinity and sowing method on yield, yield component and oil content of two cultivars of spring safflower (*Carthamus tinctorius L.*). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 12(2). pp.264-272. (In Persian).

5- Brakez, M., Brik, K.E., Daoud, S. and Harrouni, M.C., 2013. Performance of chenopodium quinoa under salt stress. *Developments in Soil Salinity Assessment and Reclamation*.10(32), pp. 463-478.

www.SID.ir

Archive of SID

6- Golabi , M., Abaji, M. and Naseri, A., 2013. Feasibility of utilizing drain water of irrigation and drainage networks of operation company of Karkheh and Shavoor by using SALTMED model. *Iranian Water Researches Journal*. 7(12). 111-119. (In Persian).

7- Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen S.E. and Shabala, S., 2010. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.) plants grown at various salinity levels. *Journal of Experimental Botany*. 62(1), pp.185-193.

8- Jacobsen, S.E., Mujica, A. and Jensen, C., 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.) to adverse abiotic factors. *Food Reviews International*. 19(1-2), pp. 99-109.

9- Jamali, S., Sharifian, H., Hezarjaribi, A. and Sepahvand, N.A., 2016. The effect of different levels of salinity on germination and growth indices of two cultivars of Quinoa. *Journal of Soil and Water Resources Conservation*. 6(1), pp. 87-98. (In Persian).

10- Khan, M.G., Silberbush, M. and Lips, S.H., 1994. Physiological studies on salinity and nitrogen interaction in alfalfa. II. Photosynthesis and transpiration. *Journal of Plant Nutrition*, 17(4), pp.669-682.

11- Koyro, H.W. and Eisa, S.S., 2008. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of Chenopodium quinoa Willd. *Plant and Soil*, 302(1-2), pp.79-90.

12- Long, N.V., 2016. Effect of salinity stress on growth and yield of quinoa. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences.* 14(3). pp.321-327.

13- Mamedi, A., Tavakkol afshari, R., Sepahvan, N.A. and Oweysi, M., 2015. Evaluation of various temperatures on Quinoa plant seeds under salinity stress. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 46(4), pp.583-589. (In Persian).

14- Panuccio, M., Jacobsen, S. E., Akhtar, S.S. and Muscolo, A., 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. *AOB plants*. 6. Pp.1-18.

15- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., Iafelice, G., Marconi, E. and d'Andria, R., 2012. Yield and quality characteristics of quinoa grown in open field under different saline and non-saline irrigation regimes. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 198(4), pp. 254-263.

16- Razzaghi, F., Ahmadi,S.H., Adolf, V.I., Jensen,C., Jacobsen, S.E and Andersen, M., 2011. Water relations and transpiration of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.) under salinity and soil drying. *Journal of agronomy and crop science*. 197(5), pp.348-360.

17- Razzaghi, F., Ahmadi, S. H., Jacobsen, S. E., Jensen, C.R. and Andersen, M.N., 2012. Effects of salinity and soil–drying on radiation use efficiency, water productivity and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.). *Journal of Agronomy and Crop Science*. 198(3), pp.173-184.

18- Saeedinia, M., 2015. Investigation of saline water irrigation effects on maize yield using CWSI and simulation with aquaCrop model under climate change conditions (Case study: Ahvaz Region).ph.D thesis, Faculty of Water Science Engineering, *Shahid Chamran Univercity of Ahvaz*. (In Persian).

19- Seifati, S.E., Ramezanpour, S.S., Soltanloo, H., Salehi, M. and Sepahvand, N.A., 2015. Study on some morphophenological traits related to yield and early maturity in quinoa cultivars (*Chenopodium quinoa, Wild*.). *Scientific Journal Management System*. 8. pp.153-169.(In Persian).

20- Shannon, M.C., 1984. *Breeding, selection, and the genetics of salt tolerance*. FAO .

21- Talebnejad, R. and Sepaskhah, A.R., 2015. Effect of different saline groundwater depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter. *Agricultural Water Management.* 148. pp.177-188.

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2018.25067.1745

22-Tavoosi, M. and Sepahvand, N.A., 2014. The effect of different sowing date on yield, and phonological and morphological characteridtics of different genitypes of Quinoa, a new plant, in Khuzestan. In 1st Iternational & 13th *Iranian Genetics Congress*. Shahid Beheshti Univercity of Tehran, Tehran,Iran. (In Persian).

www.SID.ir